

Direction des Services de l'Environnement
et de l'Assainissement
Service Etudes Générales Assainissement et
Milieux Aquatiques (SEGAMA)
Affaire suivie par : Romain POUVREAU
courriel : etudereseau.dsea@valdemarne.fr
tél. : 01.49.56.88.63

Créteil, le 20/07/2017

Note concernant l'analyse de la flore aquatique et du phytoplancton envahissant le lac de Créteil – été 2016

Contenu

1) CONTEXTE	2
2) SITES D'ETUDE ET PRELEVEMENTS	2
3) ANALYSE DE LA FLORE AQUATIQUE ET DU PHYTOPLANCTON	4
4) ANALYSE DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU	7
5) PRECONISATION D' ACTIONS.....	9

1) Contexte

Durant l'été 2016, la Direction des Services de l'Environnement et de l'Assainissement (DSEA) du Conseil départemental du Val-de-Marne a été alertée suite à une prolifération d'algues au niveau du lac de Créteil. Ce « bloom » algal a recouvert une part importante de la surface du lac, nécessitant la mise en place d'une campagne d'arrachage en septembre, réalisée par la société Edivert, prestataire du service des espaces verts de la Ville de Créteil. Durant cette campagne, plus de 20 tonnes d'algues ont été extraites (Figure 1).

En parallèle de cette prolifération, plusieurs perturbations ont été signalées :

- mortalité de quelques oiseaux d'eau (Figure 2), en particulier des foulques et des canards colverts ;
- gêne des activités nautiques et des différents usages du lac (ex : pêche impraticable sur certains secteurs).



Figure 1 : Campagne d'arrachage des algues par la société Edivert – septembre 2016 (© Collectif du lac de Créteil)



Figure 2 : Foulque mort (© Collectif du lac de Créteil)

Le Conseil départemental du Val-de-Marne n'est pas gestionnaire du lac mais a assuré pendant plusieurs années un suivi volontaire de la qualité de ce plan d'eau en lien avec la nappe alluviale de la plaine de Créteil. La DSEA, avec l'aide du bureau d'études Aquabio, prestataire dans le cadre d'un marché d'assistance aux études pour la période 2012-2016, a donc décidé de mettre son expertise au service des usagers pour permettre d'identifier l'origine de cette dégradation et de proposer des préconisations d'actions pour que ces perturbations ne se répètent pas les années suivantes.

2) Sites d'étude et prélèvements

Le 12 septembre 2016, le service Etudes Générales Assainissement et Milieux Aquatiques (SEGAMA) de la DSEA a réalisé divers prélèvements sur le lac (Figure 3) afin d'établir un inventaire des espèces à l'origine de l'efflorescence et d'évaluer la qualité de l'eau :

- des prélèvements de macrophytes¹ en surface (dont des colonies de cyanobactéries) ;
- un prélèvement intégré de phytoplancton² dans la colonne d'eau ;
- des mesures in situ et des prélèvements d'eau en vue d'analyses physico-chimiques.

¹ Ensemble des végétaux aquatiques ou amphibies visibles à l'œil nu ou vivant habituellement en colonie visible. Cela comprend des végétaux supérieurs, des bryophytes (mousses et hépatiques), des lichens, des macro-algues, et par extension, des colonies de cyanobactéries, d'algues (diatomées), de bactéries et de champignons (d'après DRIEE).

² Organismes autotrophes pour le carbone vivant en suspension dans la colonne d'eau



Figure 3 : Campagne de prélèvements – septembre 2016 (© DSEA)

Les prélèvements de macrophytes ont été réalisés sur tout le pourtour du lac, à proximité des berges, dès lors que des blooms importants et représentatifs étaient visibles et que les opérateurs semblaient percevoir des différences taxonomiques entre les végétaux aquatiques.

Les mesures in-situ et les prélèvements d'eau en vue d'analyses physico-chimiques ont été réalisés en deux points principaux (Figure 4) : dans la partie Sud du lac (Point P1), proche de l'esplanade des Abymes, et dans la partie Nord (point P2), près de la Préfecture.

Le prélèvement intégré de phytoplancton a été réalisé au niveau du point P2 où le phénomène d'efflorescence était très marqué.



Figure 4 : localisation des sites

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées par le Laboratoire Départemental de Santé Environnemental (LDSE)³ de la DSEA, accrédité par le COFRAC. Les analyses floristiques et l'étude du phénomène d'efflorescence ont été confiées à la société AQUABIO, coopérative d'experts en écologie aquatique, également accrédité par le COFRAC pour ce type d'analyses.

³ Nouveau nom du Laboratoire Départemental des Eaux

3) Analyse de la flore aquatique et du phytoplancton

- Macrophytes :

Les divers prélèvements de macrophytes réalisés en surface le 12 septembre 2016 ont abouti à la liste floristique suivante (Tableau 1) :

Taxon déterminé	Interprétations
<p><i>Rhizoclonium sp</i></p> 	<p>Les <i>Rhizoclonium</i> sont des algues vertes de la famille des Cladophoracées qui supportent très bien la pollution organique. Elles sont souvent retrouvées en aval proche des rejets, là où les concentrations en phosphore sont maximales.</p>
<p><i>Oedogonium sp</i></p> 	<p>Les <i>Oedogonium</i> sont des algues vertes de la famille des Chlorophycées souvent qualifiées de résistantes aux pollutions organiques.</p>
<p><i>Lyngbya sp</i></p> 	<p>Les <i>Lyngbya</i> sont des cyanobactéries benthiques formant des tapis vert-bleutés. Elles prolifèrent généralement en milieu eutrophe et aérobie mais sont capables de vivre en conditions anaérobies.</p>
<p><i>Cladophora sp</i></p> 	<p>Les <i>Cladophora</i> sont des algues vertes de la famille des Cladophoracées. Les pullulations de cladophores sont le signe d'un niveau trophique élevé et d'une pollution organique ou minérale.</p>



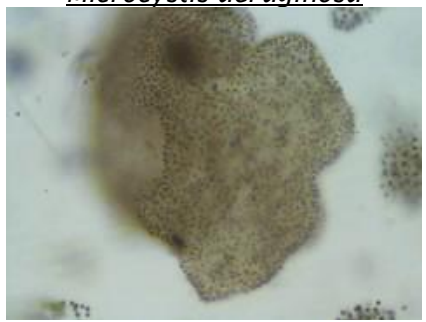
<p style="text-align: center;"><i>Microspora sp</i></p> 	<p>Les Microsporas sont des algues vertes de la famille des Microsporacées. Elles tolèrent des concentrations élevées en nitrates.</p>
<p style="text-align: center;"><i>Ceratophyllum demersum</i></p> 	<p>Le Cornifle nageant ou Cératophylle épineux est une plante aquatique de la famille des Cératophyllacées. Il se développe dans les eaux eutrophes. Son optimum écologique se trouve dans des milieux riches en matière organique et en nutriments.</p>
<p style="text-align: center;"><i>Microcystis wesenbergii</i></p> 	<p><i>Microcystis wesenbergii</i> est une espèce de cyanobactéries pouvant produire une hépatotoxine⁴ : la microcystine. Les espèces du genre <i>Microcystis</i> prolifèrent généralement en milieu eutrophe et sont responsable de grands « blooms » planctoniques en surface.</p>
<p style="text-align: center;"><i>Microcystis aeruginosa</i></p> 	<p><i>Microcystis aeruginosa</i> est une espèce de cyanobactéries pouvant produire une hépatotoxine : la microcystine. Les espèces du genre <i>Microcystis</i> prolifèrent généralement en milieu eutrophe et sont responsable de grands « blooms » planctoniques en surface.</p>

Tableau 1 : liste floristique des espèces présentes dans les prélèvements de macrophytes

D'une manière générale, la prolifération de ces espèces indique la présence d'un niveau trophique élevé et de nutriments d'origine organique ou minérale responsables de l'eutrophisation du plan d'eau.

Plusieurs facteurs écologiques ont pu également favoriser la forte prolifération de ces végétaux aquatiques :

- les conditions météorologiques estivales de 2016 : temps sec, température et luminosité élevées ;
- l'absence de brassage des eaux au niveau du lac.

⁴ toxine s'attaquant aux cellules hépatiques (foie)

- Phytoplancton :

L'analyse en laboratoire du prélèvement intégré de phytoplancton dans la colonne d'eau a abouti à la liste floristique et aux biovolumes associés suivants :

Taxons	Biovolumes (mm ³ /l)
BACILLARIOPHYTA	1,786
Cocconeis pediculus	0,069
Cocconeis placentula	0,286
Diatomées centriques indéterminées	0,537
Diatomées centriques indéterminées <10 µm	0,005
Diatomées pennées indéterminées	0,082
Epithemia	0,507
Gomphonema	0,213
Nitzschia	0,087
CHAROPHYTA	0,015
Closterium acutum var. variable	0,015
CHLOROPHYTA	4,638
Ankyra judayi	0,002
Chlorella	0,005
Chlorococcales indéterminées	0,028
Coenocystis	2,449
Desmodesmus armatus	0,022
Hariotina polychorda	1,672
Hariotina reticulata	0,148
Monoraphidium contortum	0,002
Monoraphidium nanum	< 0,001
Mucidosphaerium pulchellum	0,036
Raphidocelis danubiana	0,010
Sphaerocystis	0,258
Volvocales indéterminées	0,006
CRYPTOPHYTA	0,491
Cryptomonas erosa	0,212
Cryptomonas marssonii	0,019
Cryptomonas ovata	0,098
Plagioselmis nannoplantica	0,162
CYANOBACTERIA	0,942
Chroococcales indéterminées	0,001
Chroococcus	0,042
Microcystis wesenbergii	0,712
Pseudanabaena	0,187
HAPTOPHYTA	0,005
Chrysochromulina parva	0,005
Total général	7,877

Tableau 2 : liste floristique des espèces présentes dans le prélèvement de phytoplancton et biovolumes correspondants

Pour chaque groupe taxonomique de phytoplancton, l'abondance relative et la diversité floristique ont ainsi pu être calculées :

	Groupe taxonomique						
	Total	Bacillariophyta	Charophyta	Chlorophyta	Cryptophyta	Cyanobacteria	Haptophyta
Abondance relative (%)	100,00	22,68	0,19	58,88	6,23	11,95	0,07
Biovolume (mm ³ /l)	7,88	1,79	0,01	4,64	0,49	0,94	0,01
Diversité	26	8	1	8	4	4	1

Tableau 3 : Tableau des abondances relatives et biovolumes des différents groupes de phytoplancton

Avec un biovolume total de **7,88 mm³/ml**, le lac de Créteil peut être considéré comme plutôt eutrophe. Ceci est confirmé par la forte dominance en chlorophycées coloniales (*Coenocystis*, *Hariotina*) dans l'échantillon intégré (cf tableau 2), le développement de ces dernières étant favorisé dans les milieux enrichis en matières organiques.

La proportion en cyanobactéries dans le peuplement est modérée en comparaison : 11,9% du biovolume (cf tableau 3). Ces cyanobactéries sont dominées principalement par le taxon *Microcystis wesenbergii* pouvant produire une hépatotoxine : la microcystine. La densité cellulaire n'atteignant cependant pas le seuil requis pour le dosage des toxines dans les eaux de baignade (100 000 cellules de cyanophytes par mL) et la baignade étant de toute manière interdite depuis plusieurs années sur le lac de Créteil, le dosage de cette toxine n'a pas été réalisé.

Cependant, l'observation du bloom de surface (Tableau 1) a mis en évidence une concentration plus importante de *Microcystis wesenbergii*, associée à une autre espèce de cyanobactérie productrice de microcystine : *Microcystis aeruginosa*.

En effet, ces cyanobactéries, ayant la capacité de réguler leur flottabilité, étaient très fortement concentrées au niveau de la surface au moment du prélèvement. Le mode de prélèvement de ce bloom ne permet toutefois pas d'évaluer quantitativement la concentration de ce taxon en surface, mais sa toxicité peut s'avérer problématique en cas d'ingestion du film de surface.

4) Analyse de la qualité physico-chimique de l'eau

Bien que le lac de Créteil ne soit pas considéré comme une masse d'eau au titre de la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE), l'évaluation de la qualité de l'eau s'est basée sur les exigences de l'arrêté du 27/07/2015⁵. Celui-ci définit des seuils pour des paramètres physico-chimiques, permettant de classer la qualité de l'eau selon 5 classes : Très bon, Bon, Moyen, Médiocre et Mauvais.

Pour le lac de Créteil, les seuils ont été calculés en utilisant la profondeur moyenne du lac (ici 4 m).

Il est à noter qu'en l'absence de seuils définis dans l'arrêté du 27/07/2015, les seuils du SEQ-Eau Plan d'eau et du SEQ-Eau V2 ont été utilisés.

⁵ Arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement.

Paramètres	12/09/2016 P1	12/09/2016 P2	
BILAN DE L'OXYGENE			
Oxygène dissous (mgO ₂ /l) **	11,37	6,1	
Taux de saturation en O ₂ dissous (%) **	131,3	70,8	
Carbone organique dissous (mgC/l) **	7,3	6,8	
Demande Biochimique en Oxygène DBO ₅ (mgO ₂ /l) *	1,7	1,1	
DCO (mgO ₂ /l) *	22	17	
DISQUE DE SECCHI			
Profondeur (m)	1,1	1,5	
TEMPERATURE			
Eaux cyprinicoles (°C) *	22,3	22,7	
NUTRIMENTS			
N minérale maximal (NO ₃ +NH ₄) (mgN/L) **	<0,5	<0,5	
Ammonium - NH ₄ ⁺ (mg NH ₄ ⁺ /l)	<0,01	0,08	
Nitrites - NO ₂ ⁻ (mg NO ₂ ⁻ /l) *	<0,01	<0,01	
Nitrates - NO ₃ ⁻ (mg NO ₃ ⁻ /l) *	<0,5	<0,5	
Orthophosphates - PO ₄ ³⁻ (mg PO ₄ ³⁻ /l) *	<0,1	<0,1	
Orthophosphates - PO ₄ ³⁻ (mg PO ₄ ³⁻ /l) **	<0,032	<0,032	
Phosphore total (mg P/l)	0,037	0,043	
Phosphore total (mg P/l) **	0,037	0,043	
ACIDIFICATION			
pH **	8,6	7,7	
SALINITE			
Conductivité à 25°C minimum (µS/cm) *	1417	1414	
Chlorures *	135	135	
Sulfates *	460	460	
AUTRE			
Matières en Suspension (mg/l) *	7	6	

Classe d'état :
Très bon
Bon
Moyen
Médiocre
Mauvais

* Seuils définis selon le SEQ-Eau V2

** Seuils définis selon le SEQ-Eau Plan d'eau

Tableau 4 : Résultats des analyses physico-chimiques et classes d'état associées (prélèvements du 12/09/2016)

Comme le montre le tableau 4 ci-dessus, la plupart des paramètres physico-chimiques indiquent un état bon à très bon.

Cependant, le plan d'eau présente une altération :

- relativement importante pour le phosphore total, au niveau du point P2 selon les seuils de l'arrêté évaluation 2015, et pour les deux points de prélèvement selon les seuils du SEQ-Eau Plan d'Eau. Le phosphore est un nutriment qui, associé aux matières azotées, favorise la croissance parfois exagérée de la flore aquatique ;
- importante pour le carbone organique dissous au niveau des deux points de prélèvements, ce qui peut résulter d'une forte production de carbone extracellulaire par le phytoplancton ;
- moyenne pour la profondeur de disparition du disque de Secchi au niveau des deux points de prélèvements, signe d'une eau assez turbide pouvant résulter d'une prolifération phytoplanctonique relativement importante.
- relativement importante pour les chlorures et très importante pour les sulfates au niveau des 2 points de prélèvement, signe d'une eau riche en sels dissous.

Etant donné, qu'on ne retrouve pas de matières azotées en forte concentration (notamment

les nitrates) au moment des prélèvements, il est probable que la grande quantité de végétaux aquatiques présente lors de l'efflorescence ait consommé une partie des nutriments. La quantité de phosphore reste cependant non négligeable et a pu favoriser le développement des cyanobactéries si l'azote est limitant.

Les teneurs et la saturation en oxygène dissous indiquent que la consommation en oxygène est relativement plus importante au niveau du point P2 que P1. Cette différence peut s'expliquer par une différence d'heure de prélèvement et/ou une différence de production algale entre les deux points (production plus importante au niveau de P2 que P1).

Les teneurs relativement élevées en nutriments, probablement responsables de l'eutrophisation de l'eau, pourraient être dues à des apports par ruissellement urbain et/ou au niveau de l'exutoire du collecteur d'eau pluviale du Mont-Mesly. Étant donné le niveau trophique élevé de ce plan d'eau, il est possible qu'une partie des nutriments provienne également d'un relargage par les sédiments et/ou du nourrissage des oiseaux d'eaux, pratiquée tout au long de l'année malgré les panneaux d'interdiction. Dans tous les cas, le phénomène d'efflorescence est certainement aggravé par les conditions météorologiques estivales et l'absence de brassage des eaux au niveau du lac.

Cependant, il est à noter qu'une seule campagne de prélèvements ne suffit pas à établir un état écologique d'un plan d'eau. Les valeurs relevées ici correspondent à un instant donné et ne sont en aucun cas une vision globale de la qualité de la masse d'eau. Pour définir un état écologique, un minimum de 4 campagnes de prélèvements est nécessaire.

5) Préconisation d'actions

Au vu des résultats de l'analyse de la flore aquatique et des analyses physico-chimiques, ainsi que sur la base des préconisations de la société AQUABIO, plusieurs actions pourraient être mises en place afin de limiter les apports en éléments nutritifs sur le lac de Créteil :

- Mise en place d'ouvrages de dépollution (ex : bassins de lagunage au niveau des rejets susceptibles d'apporter des nutriments au lac) et entretien de ces derniers ;
- Continuer à arracher et évacuer les proliférations algales afin de diminuer la quantité de nutriments encore présente dans le lac (solution temporaire) ;
- Limiter le développement et la prolifération des oiseaux en limitant leur nourrissage par les usagers.

D'autres actions pourraient permettre de mieux comprendre le fonctionnement du lac et d'agir en conséquence :

- Suivre la qualité de l'eau au niveau de l'exutoire du collecteur pluvial du Mont-Mesly, ouvrage dont la gestion est assurée par l'EPT Grand Paris Sud Est Avenir, pour identifier d'éventuels apports en nutriments;
- Étudier le fonctionnement de l'écosystème du lac par la réalisation d'études complètes de sa faune et de sa flore et modifier en fonction l'équilibre biologique de manière à influencer la structure de la communauté planctonique (par exemple : favoriser la dominance d'herbivores zooplanctoniques tels que les daphnies en diminuant la densité des poissons de la famille des cyprinidés). Il s'agit du principe de biomanipulation.

Enfin, différents dispositifs destinés à lutter contre les proliférations algales voient depuis peu le jour et pourraient être testés au niveau du lac (sous réserve d'études de faisabilité et de retours d'expérience) :

- Dispositifs ultrasoniques de faible puissance : développés pour les plans d'eau, ces technologies par ultrasons empêcheraient la croissance des algues en faisant

« vibrer » les cellules algales à une certaine fréquence de résonance jusqu'à les faire exploser, sans avoir ainsi à recourir à des produits chimiques.

- Utilisation de peroxyde d'hydrogène : Des expérimentations sont actuellement menées en Loire-Atlantique afin de valider une méthode d'épandage de cet oxydant puissant, toxique pour les cyanobactéries.

Ces orientations sont formulées par le Conseil départemental en tant qu'expert et n'engagent en aucun cas le Conseil départemental, notamment sur la suite à donner.