



**HAL**  
open science

## Suivi du plan d'eau de Pombonne (Bergerac) : qualité des eaux, phytoplancton, macrophytes

Christophe Laplace-Treyture, Alain Dutartre

### ► To cite this version:

Christophe Laplace-Treyture, Alain Dutartre. Suivi du plan d'eau de Pombonne (Bergerac) : qualité des eaux, phytoplancton, macrophytes. [Rapport de recherche] irstea. 2008, pp.25. hal-02591900

**HAL Id: hal-02591900**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02591900>**

Submitted on 15 May 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# Suivi du plan d'eau de Pombonne (Bergerac)

*Qualité des eaux, phytoplancton,  
macrophytes*

*Suivi 2008*

*Christophe Laplace-Treytore, Alain Dutartre*

**Unité de Recherche Réseaux,  
Epuración et  
Qualité des Eaux**

*Département Milieux Aquatiques  
qualité et rejets*

50, avenue de Verdun  
33612 CESTAS Cedex  
Tel : 05.57.89.08.00 - fax : 05.57.89.08.01

*Décembre 2008*

**LAPLACE-TREYTURE C., DUTARTRE A., 2008.** Suivi du plan d'eau de Pombonne (Bergerac) : qualité des eaux, phytoplancton et macrophytes – suivi 2008. *Cemagref*, Groupement de Bordeaux, Unité de Recherche Réseaux, Epuration et Qualité des Eaux. Rapport, 25 p.

**Résumé :** Les mesures réalisées dans le cadre du suivi 2008 du plan d'eau de loisirs de Pombonne donnent des résultats satisfaisants. Les teneurs en nutriments restent modérées sur l'intégralité de la période de végétation, de mai à octobre.

Au cours de l'été, malgré une augmentation sensible au delà de 10 µg/l, les valeurs des pigments chlorophylliens se maintiennent dans l'ensemble à un niveau faible pour ce type de milieu.

La composition du phytoplancton montre une prédominance des Chrysophyceae au cours du printemps, indicatif d'une eau de bonne qualité qui se diversifie au cours de la période estivale pour couvrir l'ensemble des groupes algaux, les algues vertes majoritairement. Les cyanobactéries sont très peu présentes. Néanmoins l'apparition dans les analyses de la DDASS du genre *Oscillatoria*, dont certaines espèces sont potentiellement toxiques, rend souhaitable une vigilance accrue sur le site en période estivale de forte affluence touristique. La première campagne d'observation des macrophytes montre une diversité végétale relativement bonne pour un milieu de création aussi récente mais des évolutions rapides (régressions ou invasions) peuvent s'y produire.

La continuation d'un suivi de la dynamique du phytoplancton et plus particulièrement des cyanobactéries et des cyanotoxines semble nécessaire pour assurer la compatibilité de la qualité biologique du plan d'eau avec les usages qui y sont développés. De même, une surveillance de la dynamique des macrophytes semble utile.

**Mots clefs :** Bergerac, Pombonne, base de loisirs, qualité de l'eau, phytoplancton, macrophyte, physico-chimie, algue, communauté.

CONTRAT	PROGRAMME DE RECHERCHE	DATE	DIFFUSION :
Mairie de Bergerac		Décembre 2008	<input checked="" type="checkbox"/> Tout public <input type="checkbox"/> Interne <input type="checkbox"/> Confidentiel

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>1 PROTOCOLE DE PRELEVEMENTS ET D'ANALYSES</b>	<b>2</b>
1.1 DATES DE CAMPAGNES	2
1.2 STATIONS DE PRELEVEMENTS	2
1.3 PRELEVEMENTS ET ANALYSES	3
<b>2 RESULTATS DE LA CHIMIE DES EAUX</b>	<b>5</b>
2.1 PHYSICO-CHIMIE DE L'EAU : TEMPERATURE, pH, CONDUCTIVITE ET OXYGENE DISSOUS	5
2.2 NUTRIMENTS	6
2.2.1 AZOTE	6
2.2.2 PHOSPHORE	7
2.3 PARAMETRES TEMOINS DE LA PRODUCTION PRIMAIRE : LES PIGMENTS CHLOROPHYLLIENS	9
2.4 BILAN DE LA PHYSICO-CHIMIE	10
<b>3 RESULTATS BIOLOGIQUES</b>	<b>10</b>
3.1 LE PHYTOPLANCTON	10
3.1.1 RICHESSE SPECIFIQUE	10
3.1.2 ABONDANCE	10
3.2 LES COMMUNAUTES DE MACROPHYTES	13
3.2.1 RESULTATS OBTENUS	16
<b>4 CONCLUSION</b>	<b>18</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>19</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>20</b>

# LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

<i>Tableau 1 : Dates des campagnes d'investigation.....</i>	<i>2</i>
<i>Tableau 2 : rapport N/P.....</i>	<i>8</i>
<i>Tableau 3 : richesse spécifique du phytoplancton.....</i>	<i>10</i>
<i>Tableau 4 : abondances du phytoplancton (cell./ml).....</i>	<i>11</i>
<i>Tableau 5 : liste des macrophytes observés.....</i>	<i>14</i>
<i>Tableau 6 : caractéristiques de colonisation des macrophytes.....</i>	<i>15</i>
<i>Figure 1 : positionnement des différents points de prélèvements sur le plan d'eau.....</i>	<i>3</i>
<i>Figure 2 : positionnement des secteurs d'étude des macrophytes.....</i>	<i>4</i>
<i>Figure 3 : paramètres physicochimiques.....</i>	<i>6</i>
<i>Figure 4 : formes de l'azote.....</i>	<i>7</i>
<i>Figure 5 : formes du phosphore.....</i>	<i>8</i>
<i>Figure 6 : teneurs en pigments chlorophylliens et en matières en suspension.....</i>	<i>9</i>
<i>Figure 7 : pigments chlorophylliens et abondance totale du phytoplancton.....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 8 : Répartition en classes algales des échantillons de phytoplancton.....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 9 : localisation des zones d'herbiers d'hydrophytes.....</i>	<i>16</i>

## Introduction

Le plan d'eau de Pombonne, situé à quelques kilomètres à l'est de la ville de Bergerac, se trouve dans le lit majeur de la Dordogne au sein d'une zone aménagée de loisirs et de détente et a pour principal usage la baignade.

Quelques observations ponctuelles ont été réalisées au printemps 2007 à la demande des services techniques de la ville de Bergerac, gestionnaire du site. Elles ont principalement porté sur le développement de certaines espèces de macrophytes et des peuplements de phytoplancton. Cette première demande était en lien direct avec l'ouverture programmée en juillet 2007 de la baignade sur le plan d'eau et sollicitait un avis sur les causes de la turbidité notable des eaux du plan d'eau et les scénarii possibles d'évolution de la qualité des eaux.

A la suite de ces observations, la mise en place d'un suivi de la qualité physicochimique des eaux, des peuplements de phytoplancton et des macrophytes est apparue nécessaire. Ce suivi permet de contrôler la compatibilité de ces caractéristiques physicochimiques et biologiques et de leurs évolutions avec les exigences de l'usage du site, à savoir la baignade.

Les prélèvements de phytoplancton ont été réalisés par Patrick Clavelier des services techniques de la ville de Bergerac qui nous a également fourni l'embarcation nécessaire pour la réalisation de la campagne d'observations des macrophytes, nous a accompagné à cette occasion, et nous a transmis la carte du plan d'eau : qu'il soit remercié ici de son aide.

## 1 Protocole de prélèvements et d'analyses

### 1.1 Dates de campagnes

Les mesures de physico-chimie de terrain et les prélèvements d'eau ont été effectués par l'Institut Européen de l'Environnement de Bordeaux (IEEB), au cours de 3 campagnes couvrant les périodes de développement de la végétation : printemps, été et automne. Les prélèvements de phytoplancton ont été réalisés par le service de l'aménagement urbain de la Mairie de Bergerac et la campagne de terrain d'examen des macrophytes par le Cemagref assisté par le même service.

Les dates de ces campagnes, qui n'ont pu être toutes simultanées entre physico-chimie et prélèvement de phytoplancton sont reprises dans le tableau 1.

Période	Dates campagnes	Physico-chimie, prélèvement d'eau	Prélèvement de phytoplancton	Etude macrophytes
Printemps	27 mai	X	X	
Eté	5 août		X	X
	11 août	X		
automne	24 septembre	X		
	1 octobre		X	

Tableau 1 : Dates des campagnes d'investigation

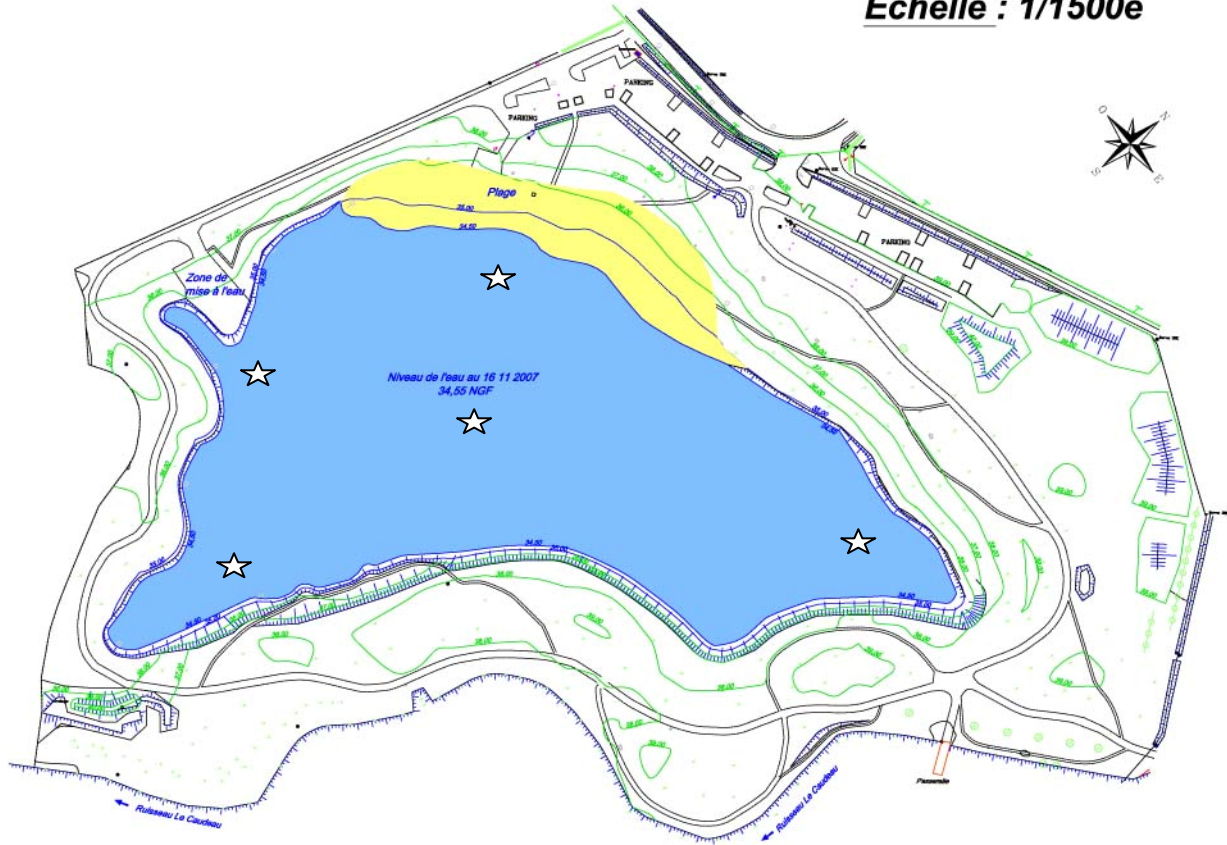
### 1.2 Stations de prélèvements

A chacune des dates, afin de disposer d'un échantillon moyen représentant le plan d'eau, il a été fait le choix de procéder à un échantillonnage composite du plan d'eau : prélèvement « multipoints ». Pour ce faire, 5 prélèvements d'un litre, réalisés à 50 cm sous la surface, provenant de différents points du plan d'eau ont été mélangés dans un seau. Ces 5 prélèvements ont été répartis comme suit :

- un devant la plage ;
- un dans le fond de l'anse à l'est ;
- un au milieu du plan d'eau ;
- un à l'ouest (petite anse à côté de la mise à l'eau comportant des roseaux),
- un dans l'anse sud.

Leur emplacement est indiqué sur la Figure 1.

**Echelle : 1/1500e**



*Figure 1 : positionnement des différents points de prélèvements sur le plan d'eau*

### 1.3 Prélèvements et analyses

Pour chacune des trois campagnes de mesure, quatre paramètres de terrain ont été mesurés sur l'échantillon multipoint dans le seau au moyen de matériel spécifique : la température, l'oxygène dissous, le pH et la conductivité.

Un prélèvement moyen a également été effectué afin de mesurer au laboratoire les pigments chlorophylliens (chlorophylle-a et phéopigments) et les éléments chimiques suivants : alcalinité, teneur en silice, matières en suspension, nitrate, nitrite, azote ammoniacal et Kjeldahl, orthophosphates et phosphore total.

Les échantillons dédiés à l'analyse chimique ont été conservés dans des flacons en polyéthylène de 1 litre, au frais et à l'obscurité depuis le prélèvement jusqu'à la réception pour analyse par le laboratoire de l'IEEB à Bordeaux.



## ➤ Phytoplancton

Lors de chaque campagne de terrain, un prélèvement de phytoplancton sur l'échantillon multipoints a été effectué. Chacun des échantillons est conservé dans un flacon en polyéthylène de 180 ml et fixé avec une solution de Lugol.

La méthode de comptage phytoplanctonique d'Utermöhl (NF 15204, 2006), retenue au niveau européen, est appliquée à chaque échantillon. Dans la mesure du possible les déterminations sont effectuées au niveau spécifique (à l'aide des ouvrages de taxinomie disponibles) et sont exprimées en nombre de cellules par millilitre. Cette méthode permet l'analyse qualitative (liste des espèces ou genres rencontrés) et quantitative des peuplements phytoplanctoniques.

## ➤ Macrophytes

L'étude de la végétation aquatique a été effectuée le 5 août 2008. Lors de cette campagne la transparence des eaux mesurée au disque de Secchi était de 0,8 m.

Une reconnaissance à pied de l'ensemble des rives du plan d'eau et des observations en pleine eau à l'aide d'une embarcation ont été réalisées. La reconnaissance des rives a été faite en établissant une liste des espèces rencontrées et de leur abondance à l'échelle de secteurs contigus de rives positionnés au préalable sur la carte du plan d'eau : 14 secteurs ont été identifiés sur le périmètre du plan d'eau, la zone de plage aménagée ne faisant pas l'objet d'une observation précise (Figure 2).

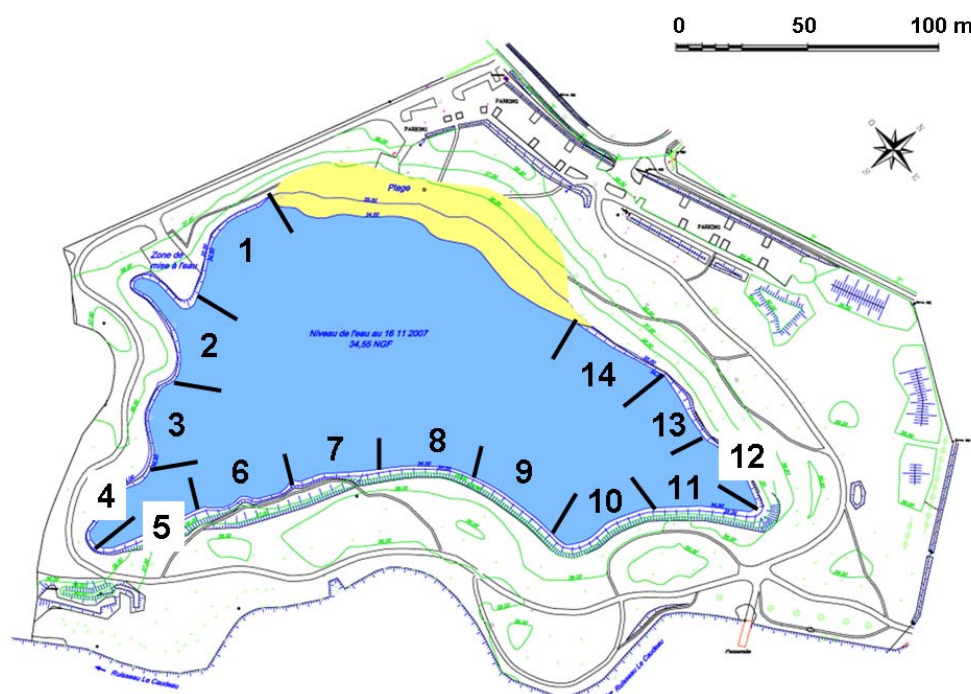


Figure 2 : positionnement des secteurs d'étude des macrophytes

Les abondances relatives à l'échelle du secteur sont notées pour chacune de ces plantes, selon une grille de 0 à 5, 0 caractérisant l'absence de la plante et 5 sa présence sur l'ensemble du secteur en zone continue, selon l'appréciation suivante : 1, pieds isolés et rares ; 2, pieds isolés régulièrement répartis ; 3, petits herbiers ; 4, herbiers discontinus ; 5, herbiers continus.

La compilation de ces données de relevés permet divers calculs par espèce dont les résultats peuvent être directement utilisés pour l'évaluation de la colonisation végétale du plan d'eau à un moment donné. Cela peut aussi servir pour l'étude des dynamiques de colonisation par comparaison entre différentes campagnes d'observations.

C'est ainsi que peut être calculée la fréquence, c'est à dire le nombre de secteurs où l'espèce est présente par rapport au nombre de secteurs total définis sur les rives du plan d'eau (ce paramètre varie de 0 à 1) et l'abondance moyenne du taxon sur les secteurs où il est présent.

De plus, afin de faciliter les comparaisons, nous avons calculé un "indice d'occupation", produit de la fréquence par l'abondance moyenne. Variant de 0 à 5 (0, plante absente ; 5, plante présente sur l'ensemble du linéaire des rives avec une abondance maximale), cet indice rend compte à la fois de la dispersion de la plante considérée et de son abondance (Dutartre et al., 1989).

## **2 Résultats de la chimie des eaux**

### **2.1 Physico-chimie de l'eau : température, pH, conductivité et oxygène dissous**

Les résultats de la physico-chimie de terrain sont rassemblés dans les tableaux de l'Annexe 1.

Dans le plan d'eau les températures relevées varie de 18,2°C le 27 mai à 24,7°C le 11 août puis 19,9°C le 24 septembre et les températures de l'air sont respectivement de 19°, 22° et 23°C à ces mêmes dates. On observe bien comme dans beaucoup de petits plans d'eau une faible inertie de la masse d'eau qui se réchauffe fortement durant l'été et se refroidie rapidement après.

Le pH évolue très peu au cours de la saison estivale comme l'indique la figure 3 en passant de 7,5 à 7,9. Cela indique un milieu neutre à très légèrement basique. La conductivité et l'oxygène dissous varient par contre plus durant cette période. L'oxygène minimal au printemps avec 8,8 mg/l présente un maximum en été avec 13,1 mg/l indiquant une forte production d'oxygène dissous par les producteurs primaires que sont les macrophytes et le phytoplancton.

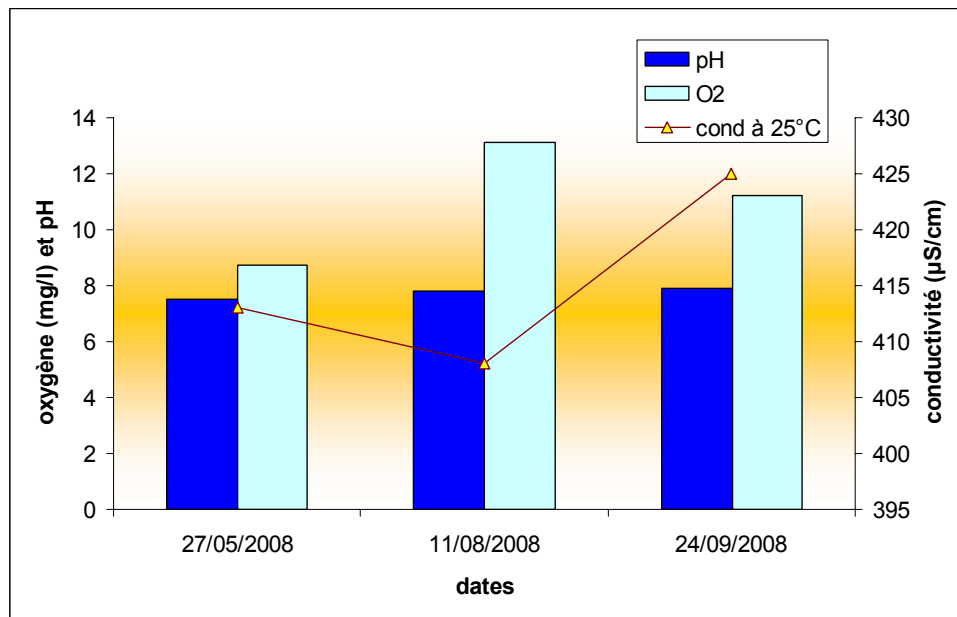


Figure 3 : paramètres physicochimiques

La conductivité varie de 408 à 425  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , le maximum est observé lors de la campagne de fin septembre. Une légère baisse est observée durant l'été, de 413 à 408  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

## 2.2 Nutriments

Les nutriments ont été mesurés, lors des trois campagnes et les résultats sont donnés en Annexe 1.

### 2.2.1 Azote

Les nitrates constituent la forme dominante d'azote minéral, devant l'azote ammoniacal et les nitrites. Ce sont des composés de l'azote directement assimilables par les végétaux. Ils ont été détectés lors des trois campagnes (Figure 4). Les teneurs mesurées, exprimées en azote, sont assez faibles et décroissent de mai à septembre en passant de 0,64 à 0,42 mg/l. Cette baisse de la teneur en nitrates au cours de la saison estivale illustre la consommation par les producteurs primaires présents dans le plan d'eau.

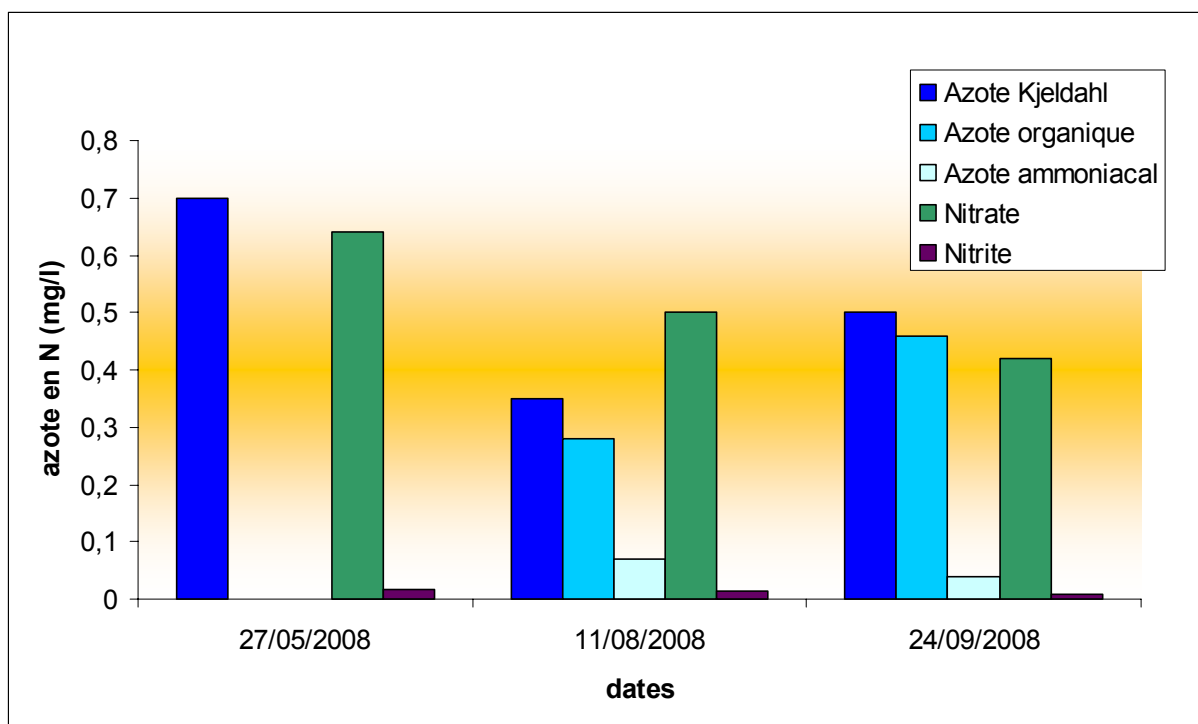


Figure 4 : formes de l'azote

L'azote Kjeldahl inclut l'azote organique et l'azote ammoniacal, il faut noter que ce dernier n'a pas été mesuré lors de la campagne de mai ce qui ne permet pas de calculer la teneur en azote organique à cette date. Pour les deux autres campagnes l'azote organique représente la part majeure de l'azote Kjeldahl avec 0,28 et 0,46 mg/l. L'azote Kjeldahl présente un minimum de 0,35 mg/l lors de la campagne du mois d'août et le maximum au mois de mai avec 0,7 mg/l.

L'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ), composé potentiellement toxique pour la faune sous sa forme ionisée  $\text{NH}_3$  à des concentrations élevées dans des conditions de pH supérieures à 8,5, présente ici des teneurs faibles à très faibles, avec un maximum de 0,07 en été et un minimum inférieur au seuil de détection de 0,04 mg/l.

Les nitrites, autre forme toxique, sont très peu présents avec des teneurs ne dépassant pas 0,018 mg/l.

## 2.2.2 Phosphore

Les deux formes de phosphore mesurées montrent une évolution assez similaire au cours des trois campagnes avec un maximum des teneurs en milieu de la période de suivi, en août (Figure 5) et un minimum en mai. Dans tous les cas, ces teneurs restent modérées, puisque le phosphore total présente un maximum de 0,1 mg/l et les orthophosphates un maximum de 0,019 mg/l au cours de la campagne du mois d'août.

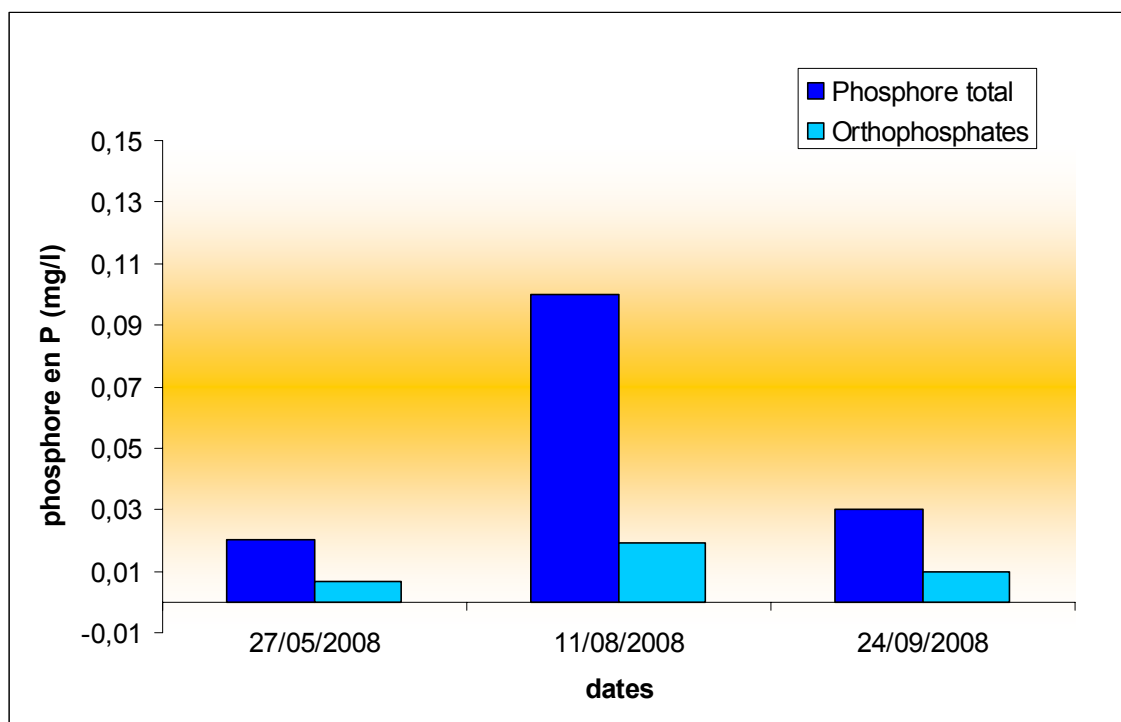


Figure 5 : formes du phosphore

Les orthophosphates, forme du phosphore directement consommable par les producteurs primaires, occupent une part très faible du phosphore total. Cela dénote un milieu potentiellement peu productif.

Le rapport N minéral/P.PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (Tableau 2) permet d'identifier le nutriment limitant. Ce rapport présente des valeurs assez similaires entre les deux campagnes d'août et de septembre et présente un maximum en mai. Selon les valeurs de ce rapport, le phosphore serait toujours limitant dans ce plan d'eau de loisirs. Les teneurs en azote minéral sont donc largement dominantes dans ce milieu, 30 à 100 fois supérieures.

Le seuil de 5 signalé par Barbe *et al.* (1990) comme étant la limite pour le risque de développement de cyanobactéries fixatrices de l'azote gazeux dissous, est très loin d'être atteint. Le risque de développement de cyanobactéries à caractère proliférant est en l'état peu probable.

Campagne	N minéral/P-PO4
Mai	102
Août	30
Septembre	47

Tableau 2 : rapport N/P

### 2.3 Paramètres témoins de la production primaire : les pigments chlorophylliens

Ces paramètres ont été mesurés au cours des 3 campagnes de suivi. Le détail des résultats de chlorophylle-a et de phéopigments est rapporté en Annexe 1.

Les biomasses algales, évaluées par les pigments chlorophylliens, sont moyennes à faibles avec des valeurs ne dépassant pas 12,4 µg/l de chlorophylle-a et 0,9 µg/l pour les phéopigments sur la période d'étude, soulignant ainsi que le milieu reste assez peu productif en phytoplancton (Figure 6). Selon les critères de l'OCDE (1982), ces valeurs classent ce plan d'eau en mésotrophe.

On observe une augmentation des teneurs en chlorophylle-a au cœur de la période de production, au mois d'août, qui est la période habituelle de luminosité optimale pour la photosynthèse. Les faibles teneurs en phéopigments, produits de dégradation de la chlorophylle, illustrent la présence d'une communauté phytoplanctonique en phase de développement.

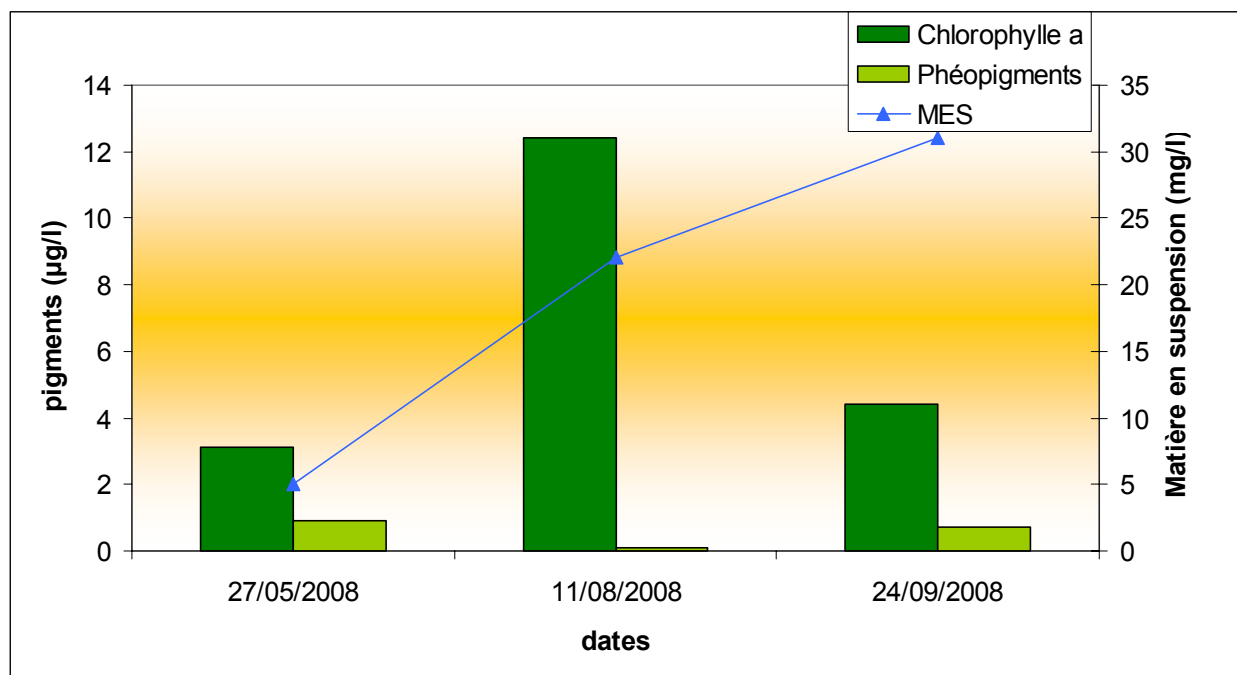


Figure 6 : teneurs en pigments chlorophylliens et en matières en suspension

Les matières en suspension évoluent de 5 à 31 mg/l au cours du suivi comme le montre la Figure 6. Aucune corrélation entre les matières en suspension et la biomasse algale n'est observée. Dans ce milieu peu profond, elles sont surtout influencées par la richesse en particules en suspension non algales provenant pour l'essentiel de la remise en suspension du sédiment par les activités de loisirs ou les conditions climatiques (vent, pluie,...).

## 2.4 Bilan de la physico-chimie

D'une manière générale, les résultats de l'analyse physico-chimique obtenus au cours de l'année 2008 indiquent une qualité chimique assez bonne des eaux du plan d'eau de Pombonne, correspondant à un niveau trophique mésotrophe.

Une remise en suspension de matières minérales semble se produire durant la période estivale illustrant l'impact des activités de loisirs.

La minéralisation globale de l'eau est moyenne. Les teneurs en nutriments sont globalement modérées et largement dominées par les formes de l'azote. Le phosphore semble rester très nettement le facteur limitant la production primaire planctonique. Les teneurs en nitrates ne dépassent pas 2,8 mg/l ce qui est très loin de la valeur seuil de 50 mg/l pour l'eau potable. Malgré une augmentation sensible au cours de l'été, les valeurs des pigments chlorophylliens se maintiennent dans l'ensemble à un niveau faible pour ce type de milieu.

## 3 Résultats biologiques

### 3.1 Le phytoplancton

L'ensemble des résultats obtenus lors des comptages de phytoplancton est rassemblé dans le tableau de l'Annexe 2.

#### 3.1.1 Richesse spécifique

Les richesses spécifiques des différents échantillons, rapportées dans le tableau 3, augmentent au cours du suivi de 20 à 24 taxons. Elles sont assez élevées, indiquant une communauté relativement équilibrée sur le plan d'eau.

	27/05/2008	05/08/2008	01/10/2008
Nombre de taxons rencontrés	20	21	24

Tableau 3 : richesse spécifique du phytoplancton

#### 3.1.2 Abondance

Il est également intéressant d'analyser les résultats en termes d'abondance exprimée en nombre de cellules par millilitre (abondance totale ou relative au sein des différentes classes algales) ou en concentrations en pigments chlorophylliens.

##### 3.1.2.1 Biomasses totales

Sur les 3 échantillons analysés, les abondances totales (Tableau 4) présentent un minimum en mai de 1796,8 cellules par ml et un maximum de 3480 cell./ml en août. Contrairement aux richesses, un gradient du début à la fin de la saison n'apparaît pas pour

les abondances mais présentent un maximum au milieu du suivi. Dans l'ensemble les abondances sont plutôt faibles car elles sont très éloignées des 20 000 cell./ml, seuil de la notion d'efflorescence pour des cyanobactéries (AFSSA, 2006).

	27/05/2008	05/08/2008	01/10/2008
Abondance totale	1796,8	3480,0	2743,9

Tableau 4 : abondances du phytoplancton (cell./ml)

En croisant les biomasses totales exprimées en nombre de cellules par millilitre et les concentrations en microgrammes par litre de pigments chlorophylliens nous obtenons la

Figure 7. Elle montre une bonne corrélation entre ces deux expressions de la biomasse algale. La biomasse croît jusqu'au mois d'août puis présente une diminution jusqu'à la fin de l'étude. Seules les mesures du 24/09/08 sont discordantes : elles résultent d'un décalage de date d'échantillonnage entre physico-chimie et phytoplancton et de la présence importante en nombre d'une espèce de petite taille qui est par ailleurs faiblement contributive en chlorophylle. Ces deux expressions de la biomasse varient donc dans des proportions similaires et restent quantitativement faibles.

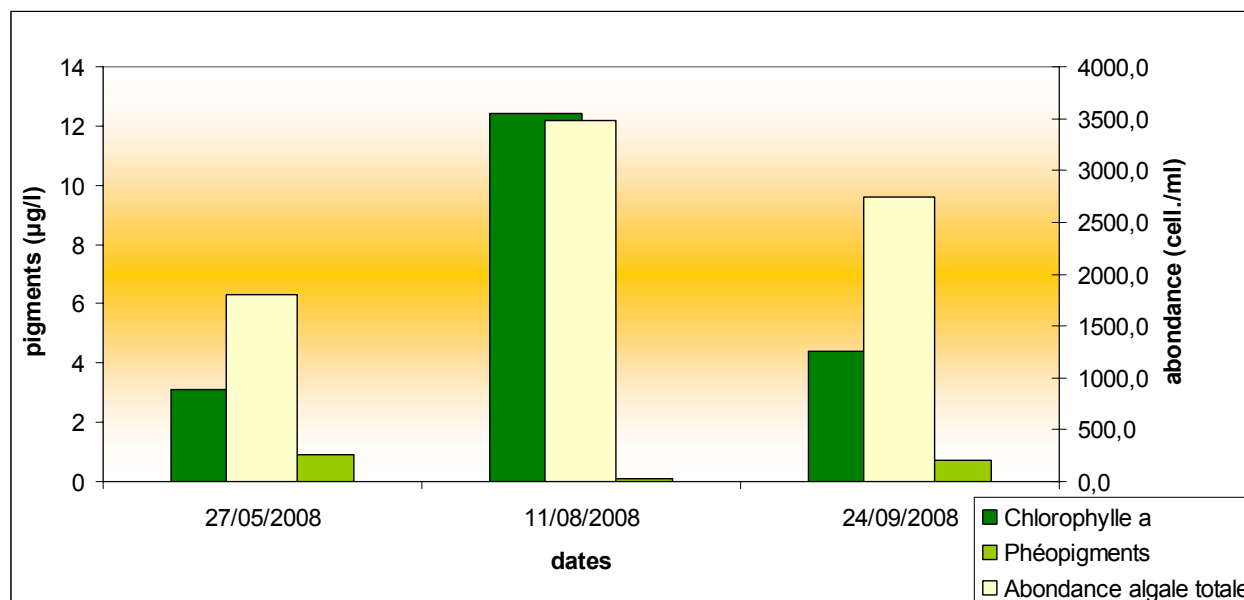


Figure 7 : pigments chlorophylliens et abondance totale du phytoplancton

### 3.1.2.2 Abondances relatives des diverses classes algales

A l'échelle plus fine des classes algales la

, montre que les peuplements algaux se répartissent majoritairement dans 2 grandes catégories d'algues au cours des 3 dates étudiées : les algues vertes (Chlorophyceae) et les algues dorées (Chrysophyceae). Les abondances relatives y sont différentes entre chaque campagne. On note aussi la présence dans de moindres mesures des diatomées (Bacillariophyceae) au printemps et l'apparition en fin de saison des algues bleues (Cyanophyceae).



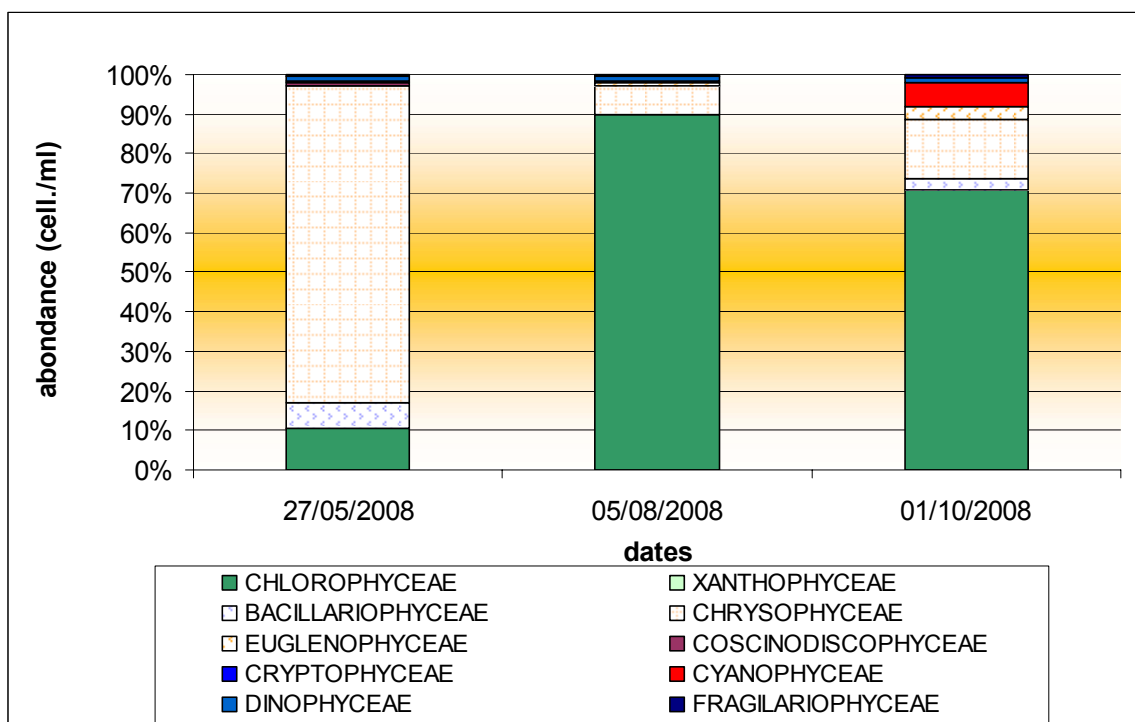


Figure 8 : Répartition en classes algales des échantillons de phytoplancton

Le plan d'eau de loisirs de Pombonne présente tout d'abord en mai une communauté répartie à près de 90 % entre les algues dorées et les algues vertes dans 8 taxons différents. Lors de cette campagne le peuplement est très nettement dominé par deux espèces de Chrysophyceae, *Dinobryon sociale var. americanum* (Brunth.) Bachm. avec 1176 cell./ml et *Dinobryon divergens* Imohf (190 cell./ml) associées à une espèce de Chlorophyceae, *Kirchneriella obesa* (W.West) Schmidle (114 cell./ml). Les Chrysophyceae sont des algues printanières plutôt indicatrices de bonne qualité d'eau. Cela se confirme ici avec des teneurs en nutriments faibles associées à leurs présences.

En été la communauté semble se déséquilibrer au profit des taxons d'algues vertes qui occupent alors 90 % de l'échantillon, ce qui est le fait des 2 espèces majeures suivantes : *Coelastrum astroideum* De Notaris avec 2168 cellules par millilitre et de *Kirchneriella obesa* (W.West) Schmidle (477 cell./ml), les algues dorées n'y occupant plus que 7,3 %. Il faut noter que les algues vertes sont très communes dans les eaux douces tout au cours de la saison de végétation. Les deux taxons dominants illustrent une qualité d'eau estivale moyenne.

En octobre le peuplement semble se diversifier. Les algues vertes régressent à 70 % de l'échantillon, *Kirchneriella* et *Coelastrum* restant très présentes accompagnées de *Monoraphidium contortum* (Thur.) Kom.-Legn. avec 477 cell./ml. Les Chrysophyceae passent à 14 % avec *Dinobryon spirale* Ivanoff présent avec une abondance de 294 cell./ml. On voit apparaître près de 6 % de Cyanophyceae ainsi que 3 % de diatomées et 3 % d'euglènes. Seule un genre, *Pseudanabaena* Lauterborn, contribue aux 6 % d'algues bleues avec une abondance de près de 170 cellules par millilitre. Ce taxon, commun dans les eaux douces, n'est pas connu à ce jour comme produisant des cyanotoxines. Cette diversification du peuplement indique l'entrée de la communauté phytoplanctonique dans une phase d'un plus grand équilibre, d'une plus grande stabilité.

La biomasse des cyanobactéries, toujours inférieure à 200 cell./ml, n'atteint pas un niveau préoccupant vis-à-vis des risques sanitaires lors de nos relevés et n'est jamais dominante. Il faut néanmoins noter le comptage par les services de la DDASS 24 de plus de 10 000 cellules par millilitre de genre *Oscillatoria* lors de leur premier échantillonnage du mois d'août (Annexe 3). Toutefois cela reste inférieur au seuil d'alerte de niveau 1 de l'OMS (2004) fixé à 20 000 cellules de cyanobactéries par millilitre quand celles-ci sont dominantes. Ce genre de cyanobactérie comporte certaines espèces qui peuvent produire des toxines dans certaines conditions du milieu. Un suivi plus fin de l'espèce rencontrée pourrait affiner cette information. Il est alors nécessaire d'être vigilant sur ce site où l'activité principale est la baignade, vis-à-vis des cyanobactéries potentiellement proliférantes et toxiques.

## 3.2 Les communautés de macrophytes

### 3.2.1 Espèces présentes

Des échantillons de macrophytes se développant au printemps 2007 nous ont été apportés par Patrick Clavelier : il s'agissait d'un myosotis inféodé aux milieux aquatiques, *Myosotis scorpioides*, du cresson, *Nasturtium officinale* et d'une algue macroscopique appartenant à la famille des Characées, *Chara vulgaris*. Les deux premières espèces sont au moins partiellement émergées, elles se développent en bordure des eaux, la dernière, totalement immergée, est beaucoup moins visible.

Le tableau 5 présente la liste des macrophytes observés lors de la campagne de terrain de 2008. Au total 26 espèces ont été notées.

Leur type écologique est précisé : "HELO" pour héliophytes, c'est-à-dire les plantes développant hors de l'eau une partie plus ou moins importante de leur organisme, "HYDR" pour hydrophytes, plantes immergées pouvant au plus développer hors de l'eau leur inflorescence. Deux des espèces observées se présentent généralement comme des héliophytes mais le jonc des crapauds (*Juncus bufonius*) et le mouron aquatique (*Veronica anagallis-aquatica*) peuvent, selon les conditions de milieu, développer également des formes hydrophytes : c'est le cas dans le plan d'eau de Pombonne, c'est pourquoi elles y sont créditées des deux types écologiques.

Toutes les espèces observées sont présentes de manière régulière dans les milieux aquatiques de la région et aucune d'entre elle n'est considérée comme envahissante. On peut considérer que, compte tenu de sa durée d'existence assez réduite, le plan d'eau de Pombonne abrite une diversité floristique relativement importante.

Les seize espèces héliophytes observées lors de cette campagne comportent cinq espèces de joncs et une de carex, toutes capables de coloniser des berges peu riches en matières organiques, des espèces fréquentes en bordure des eaux stagnantes ou courantes, comme le lycoperon, la lysimaque ou la salicaire et des plantes poussant les pieds dans l'eau comme le plantain d'eau, l'ache noueuse, le cresson ou la rorippe amphibie. Enfin, le rubanier dressé et la massette à large feuille sont des héliophytes de grande taille susceptibles de développements en herbiers denses dès que les conditions de milieu leur sont favorables.

Cinq espèces d'hydrophytes sur les 9 recensées appartiennent à la famille des Potamogetonaceae, ce qui correspond à une diversité notable (une quinzaine d'espèces de potamot est présente en France métropolitaine). Les autres espèces sont fréquentes dans de nombreux types de milieux aquatiques de la région : par exemple, le myriophylle en épi se développe également très bien dans les cours d'eau comme la Dordogne, la grande naïade est plutôt inféodée à des milieux stagnants peu profonds.

NOM LATIN	NOM VERNACULAIRE	TYPE	CODE
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	plantain d'eau	HELO	ALIPLA
<i>Apium nodiflorum</i>	ache noueuse	HELO	APINOD
<i>Carex pseudocyperus</i>	laïche faux souchet	HELO	CARPSE
<i>Chara vulgaris</i>	chara	HYDR	CHAVUL
<i>Groenlandia densa</i>	potamot dense	HYDR	GRODEN
<i>Juncus bufonius</i>	jonc des crapauds	HELO (HYDR)	JUNBUF
<i>Juncus conglomeratus</i>	jonc aggloméré	HELO	JUNCON
<i>Juncus effusus</i>	jonc épars	HELO	JUNEFF
<i>Juncus subnodulosus</i>	jonc à tépales obtus	HELO	JUNOBT
<i>Juncus articulatus</i>	jonc à fruits luisants	HELO	JUNART
<i>Lycopus europeus</i>	lycope d'Europe	HELO	LYCEUR
<i>Lysimachia vulgaris</i>	lysimaque	HELO	LYSVUL
<i>Lythrum salicaria</i>	salicaire	HELO	LYTSAL
<i>Mentha aquatica</i>	menthe aquatique	HELO	MENAQU
<i>Myosotis scorpioides</i>	myosotis des marais	HELO	MYOSCO
<i>Myriophyllum spicatum</i>	myriophylle en épis	HYDR	MYRSPI
<i>Najas marina</i>	grande naïade	HYDR	NAJMAR
<i>Nasturtium officinale</i>	cresson de fontaine	HELO	NASOFF
<i>Potamogeton lucens</i>	potamot luisant	HYDR	POTLUC
<i>Potamogeton nodosus</i>	potamot noueux	HYDR	POTNOD
<i>Potamogeton natans</i>	potamot nageant	HYDR	POTNAT
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	potamot de Berchtold	HELO	POTBER
<i>Rorippa amphibia</i>	rorippe amphibie	HELO	RORAMP
<i>Sparganium erectum</i>	rubanier dressé	HELO	SPAERE
<i>Typha latifolia</i>	massette à large feuille	HELO	TYPLAT
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	mouron aquatique	HELO (HYDR)	VERANA

Tableau 5 : liste des macrophytes observés

### 3.2.2 Caractéristiques de colonisation

Le tableau 6 présente les nombres de secteurs colonisés et les indices d'occupation de chacune des espèces observées. L'ensemble des données recueillies sur le terrain, comme l'abondance par secteur de chaque espèce et les données calculées d'abondance totale et moyenne, figurent en Annexe 4.

Seules trois espèces ont été notées sur l'ensemble des quatorze secteurs différenciés : le jonc des crapauds et le mouron aquatique, que nous avons déjà cité pour leur capacité à prendre simultanément les deux types écologiques (hélrophyte et hydrophyte), et le potamot luisant, espèce aux grandes feuilles flottantes, présente en bordure des eaux mais aussi plus au large.

Les autres espèces sont diversement présentes et six d'entre elles n'ont été observées que sur un seul secteur : c'est par exemple le cas de la macroalgue *Chara vulgaris*, mais aussi du potamot noueux, du lycophe, de la lysimaque et du jonc aggloméré.

D'autres, en revanche sont assez largement distribuées sur le périmètre du plan d'eau. C'est par exemple le cas de la laïche faux souchet, de l'ache noueuse, de la grande naïade et du myosotis des marais.

NOM VERNACULAIRE	PRES	INDOC
ache noueuse	11	1,71
chara	1	0,14
cresson	4	0,57
grande naïade	11	2,21
jonc à fruits luisants	2	0,14
jonc à tépales obtus	2	0,21
jonc aggloméré	1	0,07
jonc des crapauds	14	2,50
jonc épars	4	0,57
laïche faux souchet	10	1,00
lycophe d'Europe	1	0,07
lysimaque	1	0,07
massette à large feuille	3	0,36
menthe aquatique	9	1,64
mouron aquatique	14	3,21
myosotis des marais	10	1,57
myriophylle en épis	3	0,36
plantain d'eau	3	0,29
potamot de Berchtold	2	0,21
potamot dense	3	0,21
potamot luisant	14	3,00
potamot nageant	8	1,14
potamot noueux	1	0,07
rorippe amphibie	6	1,07
rubanier érigé	1	0,14
salicaire	2	0,21

Tableau 6 : caractéristiques de colonisation des macrophytes  
(PRES : nombre de secteurs où l'espèce est présente ; INDOC : indice d'occupation)

Si l'on examine les valeurs de l'indice d'occupation, qui intègre l'abondance moyenne de la plante et sa fréquence sur le périmètre du plan d'eau, on retrouve globalement le même classement des espèces. Celles qui présentent les valeurs les plus élevées sont le mouron aquatique, le potamot luisant, avec des indices dépassant 3 sur 5 et le jonc des crapauds avec un indice de 2,5. Sept espèces ont des indices d'occupation inférieurs ou égaux à 0,14 et parmi elles se trouvent trois des espèces de joncs observées.

Notons que cet indice ne donne pas les mêmes informations que la seule fréquence. En effet, certaines espèces se développent généralement en pieds isolés (abondance de 1) alors que d'autres sont fréquemment présentes en herbiers plus ou moins importants correspondant à des abondances de 2 ou 3.

C'est par exemple le cas de la laïche faux souchet, présente dans 10 secteurs sur 13 avec une abondance de 1 (et donc un indice de 1,00) ou du myosotis des marais, présent

dans le même nombre de secteurs mais dont l'indice d'occupation est de 1,57. De même, la menthe aquatique, présente seulement dans 9 secteurs a un indice de 1,64.

### 3.2.3 Colonisation végétale en pleine eau

La reconnaissance sur le plan lui-même a permis de lister les espèces se développant en pleine eau et de repérer approximativement les zones d'herbiers denses ou plus diffus (Figure 9).

Hormis le centre du plan d'eau où des herbiers épars de potamot luisant colonisent les fonds jusqu'à plus de 2 m de profondeur, l'anse Est est assez colonisée par le même potamot et la grande naïade, cette seconde espèce se localisant en herbiers denses plutôt vers les rives des secteurs 13 et 14. De même la partie de plan d'eau à l'ouest immédiat de la baignade (secteur 1) est fortement colonisée par des herbiers très denses de potamot luisant.

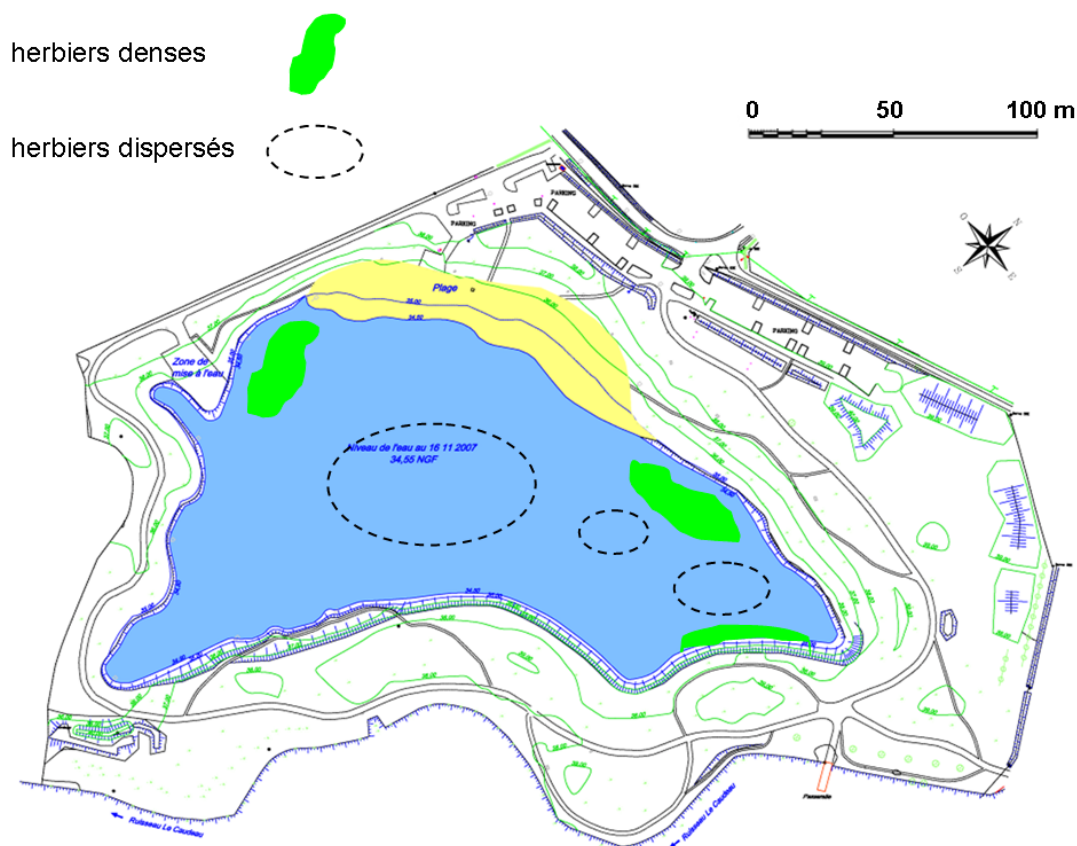


Figure 9: localisation des zones d'herbiers d'hydrophytes

### 3.2.4 Evolutions possibles de cette colonisation végétale

Les dynamiques de colonisation de chacune des espèces à partir des seules observations de la campagne de l'été 2008 sont relativement difficiles à prévoir ; il suffit, par exemple de noter que parmi les trois espèces observées au printemps 2007, chara n'a montré aucune dynamique d'extension perceptible, que le cresson de fontaine est présent dans quatre secteurs sur quatorze alors que le mouron, un peu plus d'un an plus tard, est présent dans tous les secteurs.

Les connaissances disponibles sur l'écologie de ces espèces permettent toutefois d'envisager de présenter quelques hypothèses. Certaines de ces espèces sont déjà connues comme susceptibles de colonisation relativement rapide de biotopes ou de milieux dans leur ensemble.

C'est par exemple le cas de la grande naïade, espèce qui montre depuis quelques années une dynamique d'extension importante de nombreux plans d'eau, apparemment dans une partie notable du territoire métropolitain : cette espèce présente de plus la particularité assez gênante pour les baigneurs d'être piquante par de courtes épines sur ses feuilles et ses tiges ; une limite à cette extension pourrait être le fait qu'elle se développe rarement à des profondeurs supérieures à 1,5 m.

Le myriophylle en épi est lui aussi capable de développements sur de grandes superficies et il est moins gêné par la profondeur des eaux : il est actuellement peu présent dans le plan d'eau, observé sur 3 secteurs avec un indice relativement faible.

Le potamot luisant est rarement capable de colonisations importantes mais son extension actuelle, particulièrement en pleine eau, doit amener à être vigilant sur son extension. Lors de la campagne d'août 2008, la profondeur maximale d'implantation de ces hydrophytes atteignait 2,4 m, ce qui peut laisser craindre une grande surface potentiellement colonisable dans le plan d'eau.

Notons que lors de cette campagne la zone dite "euphotique", c'est-à-dire permettant en théorie le développement de producteurs primaires était de l'ordre de 2 m (elle correspond à 2,5 fois la valeur de transparence mesurée au disque de Secchi). L'installation du potamot luisant jusqu'à 2,4 m laisserait donc penser que la transparence des eaux est plus importante au printemps ou en début d'été, périodes de développement des macrophytes les plus favorables.

Parmi les héliophytes observés, la forte présence de certaines espèces nous semble plus correspondre à des conséquences immédiates, de durées probablement limitées, de la création du plan d'eau. En effet, il n'est pas évident que des espèces comme le mouron ou le jonc des crapauds se maintiennent dans les années à venir : elles ont pu profiter de l'absence de compétition interspécifique dans le plan d'eau à sa création mais ne sont généralement pas très compétitives. Il est également possible que d'autres espèces régressent, voire disparaissent, de manière imprévisible.

En revanche, d'autres espèces comme le rubanier dressé et la massette à feuilles larges, encore peu présentes (respectivement sur 1 et 3 secteurs, avec des indices assez faibles) peuvent progressivement s'installer sur les rives, colonisant les eaux jusqu'à des profondeurs ne dépassant généralement pas 0,5 m mais en herbiers quelquefois denses et monospécifiques ce qui peut amener à la disparition concomitante d'autres espèces des rives.

## 4 CONCLUSION

Les mesures réalisées dans le cadre du suivi 2008 du plan d'eau de loisirs de Pombonne montrent des résultats très satisfaisants : la qualité physico-chimique de l'eau et la qualité biologique du milieu apparaissent plutôt bonnes ce qui correspond à un état mésotrophe.

Les teneurs en nutriments sont modérées dans leur ensemble sur l'intégralité de la période de végétation, mai à octobre. Le phosphore reste très nettement le facteur limitant la production primaire planctonique. Loin de la valeur seuil de 50 mg/l pour les eaux potables, les teneurs en nitrates ne dépassent pas 2,8mg/l.

La remise en suspension de matières minérales semble se produire durant la période estivale illustrant l'impact des activités de loisirs et pourrait nuire au développement écologique du plan d'eau.

Malgré une augmentation sensible au cours de l'été au delà de 10 µg/l, les valeurs des pigments chlorophylliens se maintiennent dans l'ensemble à un niveau faible pour ce type de milieu.

La composition du phytoplancton montre une prédominance des Chrysophyceae au cours du printemps, indicatif d'une eau de bonne qualité qui se diversifie au cours de la période estivale pour couvrir l'ensemble des groupes algaux, les algues vertes majoritairement. Les cyanobactéries sont très peu présentes. Dans ce suivi, elles n'apparaissent qu'en fin de saison estivale avec la présence d'un seul genre ne produisant pas de toxines algales. Néanmoins l'apparition dans les analyses de la DDASS du genre *Oscillatoria*, dont certaines espèces sont potentiellement toxiques, entraîne la nécessité d'une vigilance accrue sur le site en période estivale de forte affluence touristique. Les biomasses algales évaluées par le nombre total de cellules par millilitre restent cependant très faibles.

La première campagne d'observation des macrophytes a permis de dresser une première liste des espèces présentes et d'évaluer la colonisation des rives et de la pleine eau. La diversité végétale est relativement bonne pour un milieu de création aussi récente mais des évolutions rapides (régressions ou invasions) peuvent s'y produire.

Un suivi des espèces semble donc souhaitable pour permettre la mise en place d'actions de régulation si la colonisation de la pleine eau par des hydrophytes venait gêner la baignade ou si les rives se couvraient trop rapidement d'hélophytes à forte dynamique d'extension. Une campagne annuelle peut suffire pour évaluer ces dynamiques végétales. Pour permettre une meilleure évaluation, la cartographie des herbiers pourrait être réalisée avec un repérage GPS permettant des mesures des surfaces colonisées par les hydrophytes et les hélophytes. Enfin des prises d'informations complémentaires concernant les profondeurs maximales de colonisation par les différentes espèces d'hydrophytes présentes en pleine eau pourraient aider à la prévision des développements végétaux. Ce suivi pourrait être réalisé par les services techniques de la ville de Bergerac sous réserve d'une formation rapide sur l'identification des principales espèces présentes.

D'une manière générale, par sa profondeur et son temps de séjour réduits, le plan d'eau de Pombonne se range dans les milieux à faible inertie, et donc très sensibles à toute perturbation écologique, sur lequel les suivis de la dynamique du phytoplancton et plus particulièrement des cyanobactéries et des cyanotoxines s'avèrent essentiels pour assurer la compatibilité de sa qualité biologique avec les usages qui y sont développés.

## BIBLIOGRAPHIE

- Afssa, afsset, 2006. Evaluation des risques liés à la présence de cyanobactéries et leurs toxines dans les eaux destinées à l'alimentation, à la baignade et autres activités récréatives. Rapport Afssa, 227 p.
- Barbe, J., Lafont, M., Mallet, L., Mouthon, J., Philippe, M., Vey, V., 2003. Actualisation de la méthode de diagnose rapide des plans d'eau. Analyse critique des indices de qualité des lacs et propositions d'indices de fonctionnement de l'écosystème lacustre. Rapport Cemagref - Lyon, Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, 109 p.
- Dutartre A., Delarche A., Dulong J., 1989. Végétation aquatique des lacs et étangs landais. Proposition d'un plan de gestion. Cemagref, Groupement de Bordeaux, Division Qualité des Eaux, GERE. Etude N° 38, 121 pages.
- NF EN 15204, 2006. Qualité de l'eau - Norme guide pour le dénombrement du phytoplancton par microscopie inversée (méthode Utermöhl). Décembre 2006, 39 p.
- OCDE, 1982. Eutrophisation des eaux : méthodes de surveillance, d'évaluation et de lutte. OCDE. Paris, 164 p.
- OMS, 2004. Guidelines for drinking water quality. Third edition. Volume 1 recommandations. Geneva, 515 p.



# ANNEXES

*Annexe 1 : Résultats d'analyse de la physico-chimie réalisée sur le terrain*

*Annexe 2 : Détails des comptages phytoplanctoniques aux différentes dates en nombre de cellules par millilitre*

*Annexe 3 : Résultats des recherches de cyanobactéries dans les eaux du plan d'eau de Pombonne (DDASS 24).*

*Annexe 4 : Abondances des macrophytes par secteurs de rive, calculs des abondances totales (ABDT), des abondances moyennes (ABDM), de la fréquence (FREQ) et de l'indice d'occupation (INDOC)*

*Annexe 1 : Résultats d'analyse de la physico-chimie réalisée sur le terrain et au laboratoire*

date	heure	Température de l'air °C	Température de l'eau °C	pH	conductivité à 25°C µS/cm	Oxygène dissous mg/l
27/05/2008	11h	19	18,2	7,52	413	8,75
11/08/2008	11h10	22	24,7	7,82	408	13,1
24/09/2008	14h05	23	19,9	7,91	425	11,2

date	TAC (°F)	Silice mg/l (SiO <sub>2</sub> )	Indice permanganate mg/l (O <sub>2</sub> )	MES mg/l	Matières volatiles mg/l	Azote ammoniacal mg/l (en N)	Nitrate mg/l (en NO <sub>3</sub> )	Nitrates mg/l (en N)	Nitrites mg/l (en N)
27/05/2008	19,8	5,7	1,75	5			2,816	0,64	0,018
11/08/2008	19,3	7,4	1,45	22	5	0,07	2,2	0,5	0,015
24/09/2008	19,7	6,47	1,5	31	2	0,04	1,85	0,42	0,008

date	Azote organique mg/l (en N)	Azote Kjeldahl mg/l (en N)	Orthophosphates mg/l (en P)	Phosphore total mg/l (en P)	Chlorophylle a µg/l	Phéopigments µg/l
27/05/2008		0,7	0,006	0,02	3,1	0,9
11/08/2008	0,28	0,35	0,019	0,1	12,4	0,1
24/09/2008	0,46	0,5	0,01	0,03	4,4	0,7

*Les valeurs en rouges indiquent des mesures inférieures au seuil de détection*

Annexe 2 : Détails des comptages phytoplanctoniques aux différentes dates en nombre de cellules par millilitre

Classe	TAXA	Cf.	NOM	Auteur	27/05/2008		
					8	05/08/2008	01/10/2008
BACILLARIOPHYCEAE	CYM.SPX		<i>Cymbella sp.</i>	C.A. Agardh	56,8	4,5	
	NAV.SPX		<i>Navicula sp.</i>	Bory de Saint Vincent			53,5
	NIZ.SPX		<i>Nitzschia sp.</i>	Hassall	8,1		17,8
	DIATIND		<i>Diatomées pennées indéterminées</i>	(vide)	24,3		8,9
	ACD.MIN		<i>Achnanthydium minutissimum</i>	(Kütz.) Czarnecki	24,3		4,5
CHLOROPHYCEAE	CLL.VUL		<i>Chlorella vulgaris</i>	Beij.			236,5
	CRU.TET		<i>Crucigenia tetrapedia</i>	(Kirchn.) W.G.S. West			17,8
	MON.CON		<i>Monoraphidium contortum</i>	(Thur.) Kom.-Legn.		40,2	477,4
	NEW.COD		<i>Tetradesmus maior</i>	(vide)		258,8	26,8
	PHT.LEN		<i>Phacotus lenticularis</i>	(Ehr.) Stein			4,5
	SCE.ABO		<i>Scenedesmus abondans</i>	(Kirchner) Chodat	8,1	8,9	53,5
	SCE.COM		<i>Scenedesmus comunis</i>	E.H. Hegewald		26,8	44,6
	SCE.DIC		<i>Scenedesmus disciformis</i>	(Chodat) Fott & Komárek	64,9		
	SCE.ELL		<i>Scenedesmus ellipticus</i>	(W et G.S.West) Chodat			133,8
	KIR.OBE		<i>Kirchneriella obesa</i>	(W.West) Schmidle	113,6	477,4	709,4
	COE.AST		<i>Coelastrum astroideum</i>	De Notaris		2168,3	182,9
	SCE.CAA		<i>Scenedesmus caudato-aculeolatus</i>	Chodat		80,3	
	FRN.ARM		<i>Franceia armata</i>	(Lemm.) Kors.		26,8	
	TRO.SPX		<i>Trochiscia sp.</i>	Kützing		17,8	
	SCE.SUB		<i>Scenedesmus subspicatus</i>	Chodat		17,8	53,5
CRU.QUA		<i>Crucigenia quadrata</i>	Morren				
CHRYSOPHYCEAE	DIN.DIV		<i>Dinobryon divergens</i>	Imohf	190,6	116,0	
	DIN.AME		<i>Dinobryon sociale var. americanum</i>	(Brunth.) Bachm.	1176,2	40,2	
	CRYSOIN		<i>Chrysophycées indéterminées</i>	(vide)	32,4		
	KEP.RUB		<i>Kephyrion rubri-claustrii</i>	Conrad	28,4	13,4	111,5
	PSK.PSE		<i>Pseudokephyrion pseudospirale</i>	Bourrelly	12,2		
	DIN.SCH		<i>Dinobryon divergens var. schauinslandii</i>	(Lemmermann) Brunn		84,8	

	DIN.SPI	Cf.	<i>Dinobryon spirale</i>	Ivanoff			294,5
COSCIDISPHYCEAE	STE.SPX		<i>Stephanodiscus sp.</i>	Ehrenberg	16,2		
CRYPTOPHYCEAE	CRY.ERO		<i>Cryptomonas erosa</i>	Ehr.	4,1		
	CRY.MAR		<i>Cryptomonas marssonii</i>	Skuja			
	PLG.NAN		<i>Plagioselmis nannoplanctica</i>	(H. Skuja) G. Novarino, I.A.N. Lucas & S. Morrall		8,9	
CYANOPHYCEAE	PSE.SPX		<i>Pseudanabaena sp.</i>	Lauterborn			169,5
DINOPHYCEAE	CER.HIR		<i>Ceratium hirundinella</i>	(O.F.M.) Bergh.	4,1	4,5	
	GYM.SPX		<i>Gymnodinium sp.</i>	F. Stein			17,8
	PEP.CUN		<i>Peridiniopsis cunningtonii</i>	Lemm.		44,6	
	PER.SPX		<i>Peridinium sp.</i>	Ehrenberg			8,9
	PER.UMB		<i>Peridinium umbonatum</i>	Stein	8,1		
	PER.INC		<i>Peridinium inconspicuum</i>	Lemm.	12,2		
	PER.VOL		<i>Peridinium volzii</i>	Lemmermann			8,9
EUGLENOPHYCEAE	EUG.ACU		<i>Euglena acus</i>	Ehrenberg		8,9	
	EUG.SPX		<i>Euglena sp.</i>	Ehrenberg		22,3	13,4
	PHA.SPX		<i>Phacus sp.</i>	Dujardin			71,4
FRAGILARIOPHYCEAE	FRA.SPX		<i>Fragilaria sp.</i>	Lyngbye	4,1		
	DIA.SPX		<i>Diatoma sp.</i>	Bory de St Vincent	4,1	8,9	
	FRA.CRO		<i>Fragilaria crotonensis</i>	Kitton			22,3
XANTHOPHYCEAE	NEH.LUN		<i>Nephrodiella lunaris</i>	Pascher	4,1		
<b>Abondance totale pour chaque campagne</b>					<b>1796,8</b>	<b>3480,0</b>	<b>2743,9</b>

*Annexe 3 : Résultats des recherches de cyanobactéries dans les eaux du plan d'eau de Pombonne (DDASS 24).*

<b>date</b>	<b>08/07/2008</b>		<b>06/08/2008</b>		<b>18/08/2008</b>	
<b>heure</b>	<b>13h40</b>		<b>13h45</b>		<b>13h15</b>	
	<b>Cell./ml</b>	<b>présence (%)</b>	<b>Cell./ml</b>	<b>présence (%)</b>	<b>Cell./ml</b>	<b>présence (%)</b>
<i>Planktothrix</i>	630					
<i>Euglena</i>		>95				
<i>Oscillatoria</i>			10176			
<i>Euglena</i>				>80		X
<i>Gonyaulax</i>				X		X
<i>Ceratium</i>				X		
<i>Pseudanabaena</i>					360	
<i>Rhizosolenia</i>						X

Les croix indiquent la présence d'autres algues dans l'échantillon.

*Annexe 4 : Abondances des macrophytes par secteurs de rive, calculs des abondances totales (ABDT), des abondances moyennes (ABDM), de la fréquence (FREQ) et de l'indice d'occupation (INDOC)*

TAXON	SECTEURS														ABDT	ABDM	FREQ	INDOC
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
ALIPLA					2				1				1		4	1,3	0,21	0,29
APINOD	2	3	2	2			2	2	1	3		2	3	2	24	2,2	0,79	1,71
CARPSE		2	1	2	2	2	1	1			1		1	1	14	1,4	0,71	1,00
CHAVUL						2									2	2,0	0,07	0,14
GRODEN		1				1		1							3	1,0	0,21	0,21
JUNBUF	2	2	2	3	3	3	3	3	2	2	2	3	2	3	35	2,5	1,00	2,50
JUNCON	1														1	1,0	0,07	0,07
JUNEFF		2		2	2									2	8	2,0	0,29	0,57
JUNOBT	1			2											3	1,5	0,14	0,21
JUNART				1		1									2	1,0	0,14	0,14
LYCEUR		1													1	1,0	0,07	0,07
LYSVUL				1											1	1,0	0,07	0,07
LYTSAL			1		2										3	1,5	0,14	0,21
MENAQU	3	3	3		2		3		3	3		1	2		23	2,6	0,64	1,64
MYOSCO			1	3	3		2	2	3	2	2		2	2	22	2,2	0,71	1,57
MYRSPI	1				2					2					5	1,7	0,21	0,36
NAJMAR	2	3	3	3	3	3		2	3	3	3	3			31	2,8	0,79	2,21
NASOFF						2			2	2	2				8	2,0	0,29	0,57
POTLUC	5	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	4	42	3,0	1,00	3,00
POTNOD		1													1	1,0	0,07	0,07
POTNAT	3		2		2	2	2	2	2		1				16	2,0	0,57	1,14
POTBER		1										2			3	1,5	0,14	0,21
RORAMP									2	2	4	3	3	1	15	2,5	0,43	1,07
SPAERE			2												2	2,0	0,07	0,14
TYPLAT	1	3												1	5	1,7	0,21	0,36
VERANA	4	4	4	3	4	3	3	3	3	2	3	3	3	3	45	3,2	1,00	3,21