

Suivi de la communauté phytoplanktonique du plan d'eau de Gaschet

Année 2017

Christophe Laplace-Treyture

Irstea
Unité de Recherche Écosystèmes Aquatiques et
Changements Globaux - EABX
50, avenue de Verdun
F-33612 Cestas cedex



Irstea, Groupement de Bordeaux
Unité de Recherche Écosystèmes Aquatiques et Changements Globaux
50, avenue de Verdun, 33612 CESTAS CEDEX
Tel : 05.57.89.08.00 – Fax : 05.57.89.08.01

LAPLACE-TREYTURE C., 2018. Suivi de la communauté phytoplanctonique du plan d'eau de Gaschet – Année 2017. Irstea, Groupement de Bordeaux, Unité de Recherche Écosystèmes Aquatiques et Changements Globaux. Rapport, 24 p.

Résumé : La retenue de Gaschet, localisée en Guadeloupe, a fait l'objet d'une première année de surveillance de son état écologique en 2017. Cette surveillance, prévue sur une durée de trois ans, vise à tester la mise en place d'un protocole de surveillance de la communauté phytoplanctonique sur la retenue de Gaschet et à tester la mise en œuvre de l'Indice Phytoplanctonique Lacustre – IPLAC dans un contexte tropical.

En 2017, la surveillance a comporté un suivi de la qualité physico-chimique de ses eaux et sédiments décrit dans le rapport SCE (2018) ainsi qu'un suivi de l'élément phytoplancton. Les campagnes de terrain ont démarré au mois de septembre 2017 et ne couvrent donc qu'une petite partie de l'année.

Néanmoins il en ressort que la communauté algale est bien développée et diversifiée avec des richesses de plus de 50 taxons représentés majoritairement par les algues vertes puis les cyanobactéries et les diatomées.

Les biomasses algales totales sont plutôt élevées car supérieures à 10 mg/l, indiquant un plan d'eau productif. Les taxons les plus abondants sont des diatomées centriques et certaines algues vertes notamment *Dictyosphaerium pulchellum* et *Pediastrum simplex*. Seul *Staurostrum volans* (embranchement des Charophyta) très fréquent bien qu'assez peu abondant est un taxon non connu du territoire métropolitain mais fréquent en Amérique du Nord. Les cyanobactéries, bien qu'assez diversifiées, sont très peu abondantes sur la retenue de Gaschet.

Les moyennes des teneurs en chlorophylle-a et phéopigments sur cette période de 2017 sont respectivement de 11,7 et de 18,5 µg/l, mais ces résultats sont discordants avec les biomasses totales issues des comptages phytoplanctoniques. Cela est d'autant plus gênant que les mesures de chlorophylle-a sont nécessaires à la métrique MBA de l'indice IPLAC.

Les résultats de l'IPLAC ne peuvent être qu'indicatifs dans la mesure où les campagnes et les échantillons ne couvrent qu'une petite partie de l'année. Ceci étant la métrique MBA est calculable mais la présence de teneurs en chlorophylle-a couvrant la gamme d'état « mauvais » à mieux que la référence interrogent. La MCS donne un état « bon » et l'IPLAC est alors supérieur à 0,6 classant cette masse d'eau en état « bon ». A des fins de comparaison, la trophie a été évaluée selon le système de l'OCDE. Cependant avec la limite de quantification du phosphore beaucoup trop élevée et la répartition des campagnes, cette évaluation n'est qu'une indication. Elle place la retenue de Gaschet entre un état mésotrophe et eutrophe.

Les suivis des années ultérieures devraient contribuer à une meilleure appréciation de la possibilité de mise en œuvre de l'IPLAC sur cette retenue et à son évaluation d'état écologique.

Mots clefs : Gaschet, Guadeloupe, phytoplancton, état écologique, physico-chimie, communauté, IPLAC

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	5
1 Protocole de prélèvements et d'analyses.....	5
1.1 Station de prélèvement.....	6
1.2 Dates des campagnes.....	6
1.3 Prélèvements et analyses réalisés.....	7
2 Résultats phytoplanctoniques.....	8
2.1 Les richesses.....	8
2.2 Les biomasses.....	9
2.2.1 Chlorophylle-a.....	9
2.2.2 Biomasse totale et répartition par embranchements.....	10
3 Application de l'IPLAC.....	13
CONCLUSION.....	17
BIBLIOGRAPHIE.....	18
ANNEXES.....	19

LISTE DES FIGURES

Figure 1: localisation de la retenue de Gaschet en Guadeloupe.....	5
Figure 2: localisation du point de prélèvement sur la retenue de Gaschet.....	6
Figure 3: richesse taxonomique par embranchement des différents échantillons intégrés sur la zone euphotique de la retenue de Gaschet en 2017.....	8
Figure 4: évolution temporelle des chlorophylle-a et phéopigments ($\mu\text{g/l}$) des différents échantillons intégrés sur la zone euphotique sur la retenue de Gaschet en 2017.....	9
Figure 5: évolution temporelle des biomasses totales (mg/l) des différents échantillons intégrés sur la zone euphotique sur la retenue de Gaschet en 2017.....	11
Figure 6: répartition dans les embranchements algaux de la biomasse algale des échantillons prélevés sur la zone euphotique sur la retenue de Gaschet en 2017.....	12
Figure 7: distribution des taxons dénombrés selon qu'ils sont déterminés à l'espèce et qu'ils contribuent à l'indice (Contrib), ou ne contribuent pas (Non cotés), ou sont déterminés au genre (Genre) ou sont indéterminés (Ind). La courbe rouge représente le biovolume relatif des taxons contributifs sur l'ensemble des taxons.....	15
Figure 8: résultats de la Métrique de Composition Spécifique (MCS) par campagne sur la retenue de Gaschet en 2017. Les lignes en pointillés représentent les limites des différentes classes d'état (bleue : très bon/bon, verte : bon/moyen, jaune : moyen/médiocre, rouge : médiocre/mauvais).....	15
Figure 9: résultats de la Métrique de Biomasse Algale (MBA) sur la retenue de Gaschet en 2017. Les lignes en pointillés représentent les limites des différentes classes d'état (bleue : très bon/bon, verte : bon/moyen, jaune : moyen/médiocre, rouge : médiocre/mauvais).....	16

INTRODUCTION

La retenue de Gaschet, localisée en Guadeloupe, est inscrite en tant que masse d'eau artificielle au SDAGE 2016-2021. A ce titre une surveillance du site doit être mise en place en vue d'une évaluation de son état écologique pour les années à venir. Cette surveillance doit comporter le suivi de la qualité physico-chimique des eaux mais aussi le suivi des éléments de qualité biologique requis par la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE, 2000). Cela comprend alors l'élément phytoplancton.

Or jusqu'à présent, Gaschet n'a pas fait l'objet de suivi des communautés phytoplanctoniques présentes. De plus le protocole défini en métropole pour le suivi de cet élément biologique dans le cadre de la DCE n'a pas été élaboré pour ce type de plan d'eau tropicaux mais pour des plans d'eau avec un climat nettement différent de celui rencontré en Guadeloupe et tenant compte des quatre saisons habituellement rencontrées en métropole.

Ainsi, cette étude, d'une durée de trois ans, élaborée en partenariat entre l'Office de l'Eau de Guadeloupe et Irstea de Bordeaux, vise à tester la mise en place d'un protocole de surveillance de la communauté phytoplanctonique sur la retenue de Gaschet, à étudier cette communauté et à tester la mise en œuvre de l'Indice Phytoplanctonique Lacustre - IPLAC.

La première phase de travail de cette étude s'est déroulée au cours du deuxième semestre 2017 afin de tester la mise en œuvre des méthodes de prélèvement et d'analyser la communauté phytoplanctonique présente. Le présent rapport analyse cette première phase.

1 Protocole de prélèvements et d'analyses

La retenue de Gaschet, d'une superficie de 100 ha environ, se situe au nord de Grande-Terre en Guadeloupe comme l'indique la figure 1. Elle est localisée à une altitude de 5 à 10 m et présente une profondeur moyenne de 5 m.

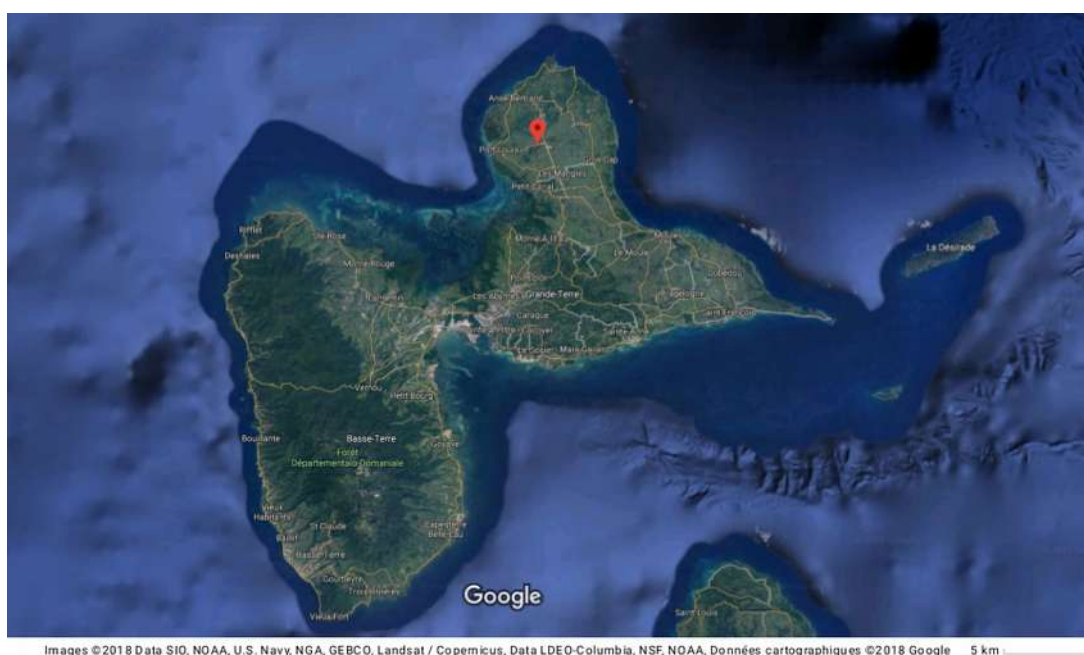


Figure 1: localisation de la retenue de Gaschet en Guadeloupe

Cette retenue a été aménagée au début des années 1990 sur le cours de la Ravine Gaschet, mais elle reçoit des eaux acheminées par canalisation depuis Basse-Terre, afin de servir de réservoir d'eau à des fins agricoles. Le plan d'eau sert aussi à la production électrique grâce à l'installation d'une station hydroélectrique.

1.1 Station de prélèvement

La station de mesures et de prélèvements retenue, fait référence au point de plus grande profondeur de la retenue. Ce point a été choisi car il permet d'obtenir une bonne représentativité de toute la colonne d'eau et est aussi le point de suivi préconisé dans les suivis DCE (Laplace-Treyture et al., 2009). Le point de prélèvement se situe alors au sud de la retenue à proximité du barrage (figure 9). Ses coordonnées sont **16°24'48,30" N** et **61°29'29,28" E**.

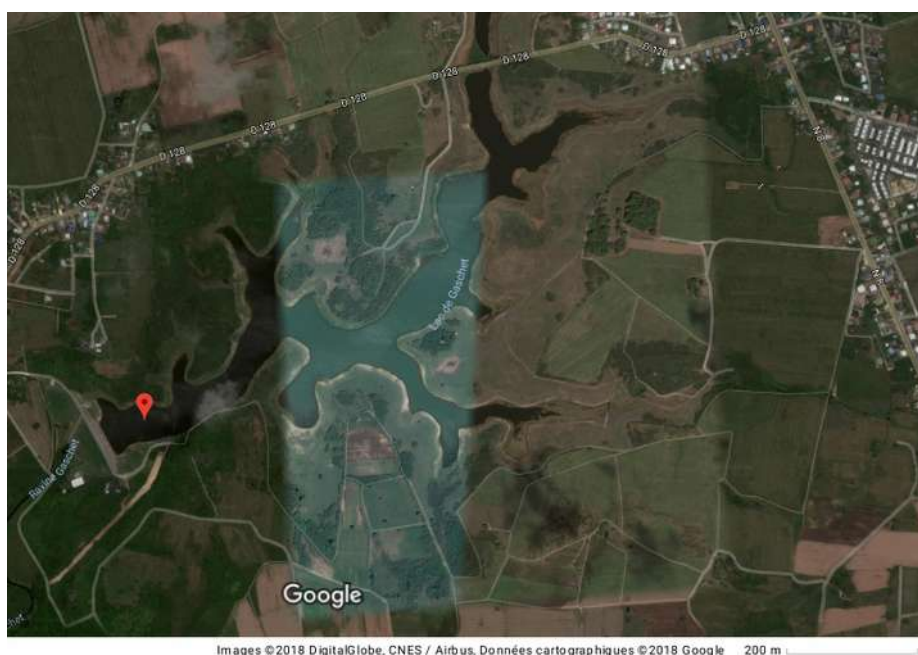


Figure 2: localisation du point de prélèvement sur la retenue de Gaschet

1.2 Dates des campagnes

Les dates de campagne ont été définies en concertation entre OIEau de Guadeloupe, Irstea et CREOCEAN, bureau d'étude en charge des prélèvements et des analyses de terrain.

En 2017, les prélèvements et les mesures de terrain ont été réalisées au cours de quatre campagnes réparties uniquement sur le dernier semestre de l'année car la mise en œuvre de l'étude n'a pas permis de débuter plus tôt dans l'année.

Une campagne par mois a ainsi été réalisée entre septembre et décembre 2017 aux dates suivantes :

- 26 septembre ;
- 23 octobre ;
- 20 novembre et ;
- 18 décembre.

1.3 Prélèvements et analyses réalisés

Au cours des quatre campagnes, divers paramètres ont été mesurés, soit directement sur le terrain soit par la suite au laboratoire.

L'ensemble des mesures de terrain (comprenant la mesure de transparence, de pH, d'oxygène dissous,...) est consigné dans les compte-rendus de mission réalisés par CREOCEAN à l'issue de chacune des campagnes.

Des échantillons d'eau ont été récupérés sur la colonne d'eau de la zone euphotique, calculée lors de chacune des campagnes à l'aide de la mesure faite au disque de Secchi, au moyen d'une bouteille Niskin. La transparence, et donc la zone euphotique, étant assez réduite les prélèvements ont été réalisés tous les 50 cm afin de constituer un échantillon le plus représentatif possible de la zone euphotique.

Sur ces échantillons d'eau différentes analyses chimiques ont pu être faites. Ces analyses comprennent notamment la détermination des concentrations en matières en suspension (MES), des teneurs en silice, en carbone organique total, en phosphore (orthophosphates et phosphore total), en azote (ammoniacal et Kjeldahl), en nitrates et nitrites mais aussi en chlorophylle-a et phéopigments. Toutes les analyses chimiques ont été réalisées par l'Institut Pasteur de Guadeloupe (voir les compte-rendus de mission de CREOCEAN pour le détail des résultats d'analyses).

Lors de chaque campagne un autre échantillon d'eau, provenant de la zone euphotique, a été prélevé afin de permettre l'étude de la communauté phytoplanctonique présente. Des échantillons de 200 à 250 ml, directement fixés au lugol, ont ainsi été recueillis pour l'analyse du phytoplancton. Cette dernière se fait en suivant la norme guide pour le dénombrement du phytoplancton par microscope inversé d'Utermöhl, norme NF EN 15204, (2006) et ceci pour 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 abondance (nombre de cellules par millilitre) et en biomasse (milligramme par litre). Cette méthode permet l'analyse qualitative (liste des espèces ou genres rencontrés) et quantitative des peuplements phytoplanctoniques. Les échantillons sont comptés à l'aide du logiciel de comptage du phytoplancton - PHYTOBS v3 (Laplace-Treyture et al., 2017) permettant le calcul de l'abondance et du biovolume/biomasse de chaque espèce ainsi que l'export des données. Ce logiciel est conforme à la norme citée ci-dessus et respecte le protocole standardisé d'échantillonnage et de dénombrement du phytoplancton dans les plans d'eau (Laplace-Treyture et al., 2009) élaboré pour la mise en œuvre de la DCE.

En complément, un échantillon d'eau prélevé au filet à plancton de 30 µm de maille sur la zone euphotique a aussi été réalisé. Cet échantillon, non fixé, facilite la détermination des différents taxons (espèces, genres,...) présents et permet la prise de photographies sur l'état frais.

2 Résultats phytoplanctoniques

L'ensemble des résultats obtenus lors des comptages de phytoplancton est rassemblé dans le tableau de l'annexe 1. Quelques rares taxons n'ont pas pu être identifiés (car en mauvais état ou ne présentant pas les critères nécessaires à l'identification) ils sont donc déterminés à un niveau supérieur au genre.

2.1 Les richesses

La richesse taxonomique, ou nombre de taxons présent, est le premier niveau d'analyse de la communauté algale. Cette richesse élaborée par campagne est illustrée dans la figure 3.

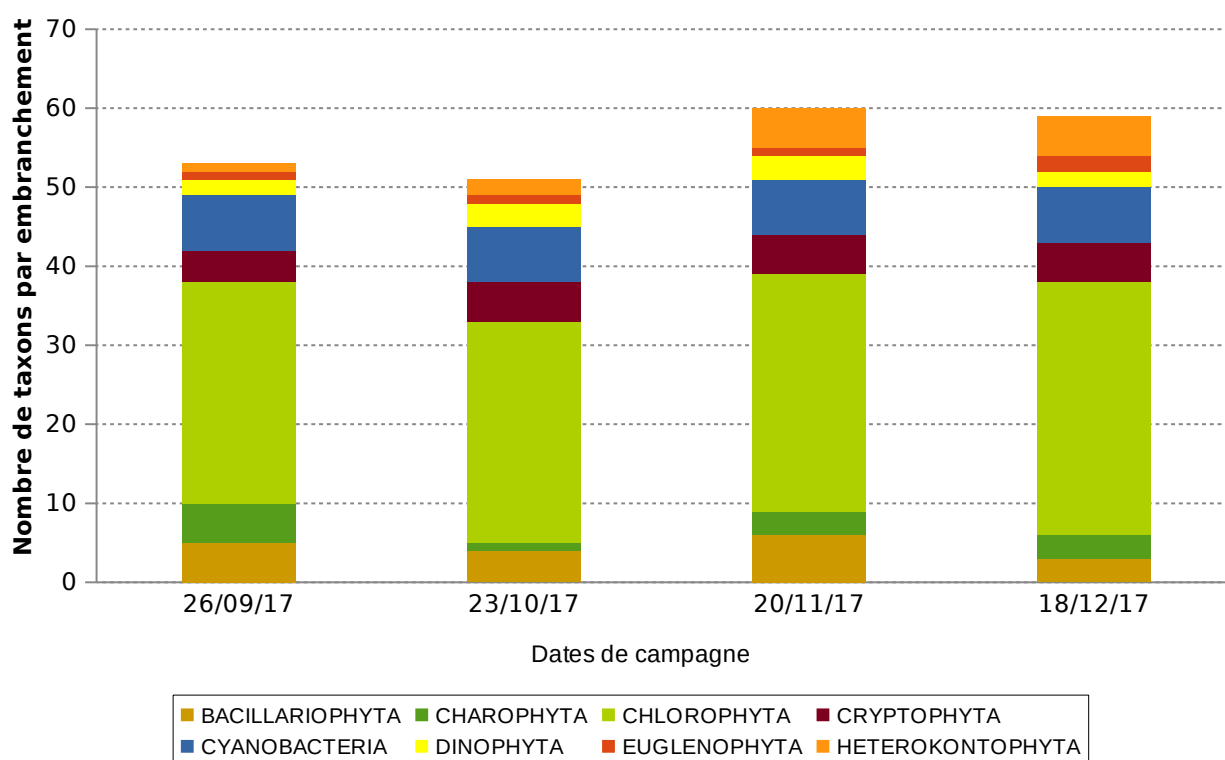


Figure 3: richesse taxonomique par embranchement des différents échantillons intégrés sur la zone euphotique de la retenue de Gaschet en 2017

Les richesses fluctuent au cours des différentes campagne de 51 à 60 taxons mais ces fluctuations ne sont pas significatives. Ces valeurs restent relativement élevées illustrant des communautés phytoplanctoniques bien diversifiées au cours des 4 campagnes.

En regardant le détail de la distribution de ces richesses dans les différents embranchements algaux on observe, tout d'abord, que les algues vertes (Charophyta et Chlorophyta) sont les plus nombreuses avec 29 à 35 taxons présents au cours des différentes campagnes. Ensuite viennent les cyanobactéries (Cyanobacteria) avec 7 taxons présents lors de chaque campagne puis les diatomées (Bacillariophyta) avec une présence de 3 à 6 taxons différents par campagne.

Les autres embranchements sont un peu moins diversifiés sur la retenue de Gaschet avec des richesses de 1 à 5 taxons maximum. Dans l'ensemble, ces richesses par embranchement n'évoluent que très peu d'une campagne à l'autre illustrant des communautés algales assez stables au cours de cette période de septembre à décembre 2017.

2.2 Les biomasses

Il est également intéressant d'analyser les résultats en termes de biomasse algale. Cette dernière peut être mesurée par l'analyse au laboratoire de la teneur en chlorophylle-a ou par le comptage de l'échantillon de phytoplancton au microscope. Ce dernier permet d'exprimer le résultat du dénombrement en milligramme par litre de telle ou telle espèce du phytoplancton assurant une expression de la biomasse totale, par la somme des différents taxons, et sa répartition au sein des différents embranchements algaux.

2.2.1 Chlorophylle-a

Les chlorophylle-a mesurées en laboratoire sont normalement une bonne vision de la biomasse algale totale présente. Les échantillons d'eau pour l'analyse des chlorophylles sont, ici, filtrés à leur arrivée au laboratoire (Institut Pasteur de Guadeloupe - IPG) puis mis en analyse dans la journée d'échantillonnage. Les résultats sont alors fournis en quantité de chlorophylle-a active et de phéopigments. Ces derniers représentent la partie dégradée de la chlorophylle-a (cellules algales sénescents) alors que la chlorophylle-a représente les cellules vivantes. La figure 2 illustre les résultats obtenus en 2017 sur la retenue.

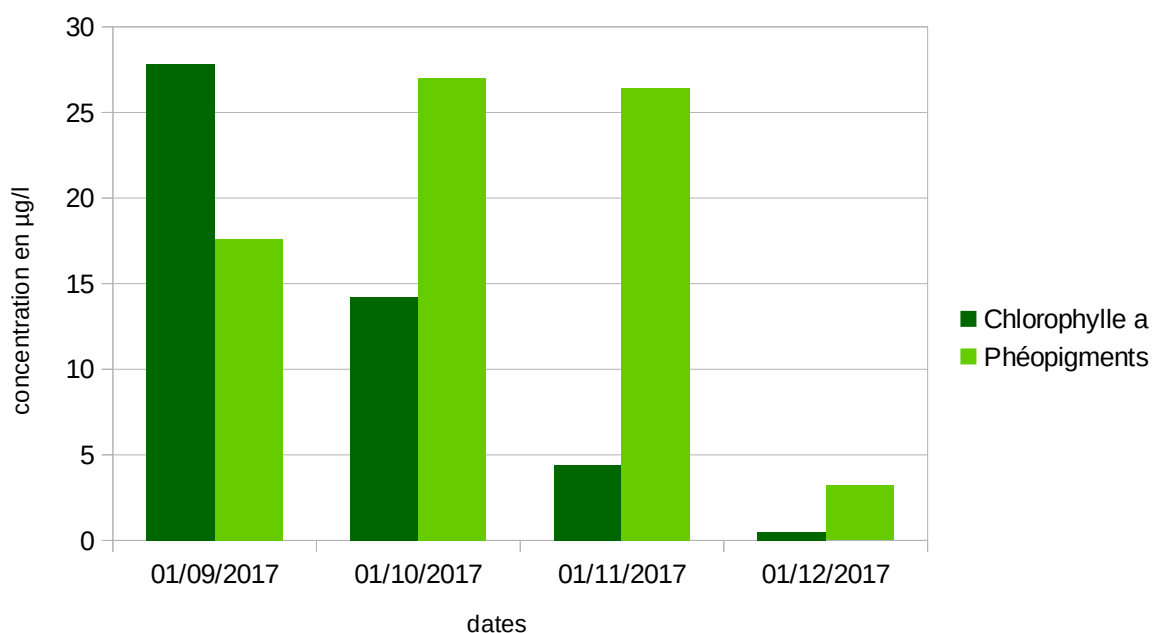


Figure 4: évolution temporelle des chlorophylle-a et phéopigments ($\mu\text{g/l}$) des différents échantillons intégrés sur la zone euphotique sur la retenue de Gaschet en 2017

En premier lieu, on observe que les concentrations en phéopigments sont, pour 3 campagnes sur 4, supérieures à celles de chlorophylle-a. Cela est assez inhabituel. En général, elles représentent une petite fraction de la chlorophylle-a. Sur 2017, la part de cellules algales dégradées ou mortes est alors extrêmement importante lors des campagnes d'octobre à décembre dénotant une communauté algale en phase de sénescence sur cette période comme le confirme le calcul de la vitalité du tableau 1 (vitalité < 1).

Tableau 1 : mesure de la vitalité (ratio chlorophylle-a sur phéopigments) de la communauté algale lors des différentes campagnes de 2017

	26/09/2017	23/10/2017	20/11/2017	18/12/2017
vitalité	1,58	0,53	0,17	0,16

Les moyennes des concentrations sont de 11,7 et de 18,5 µg/l pour respectivement la chlorophylle-a et les phéopigments. La production phytoplanctonique de la retenue de Gaschet exprimée par la chlorophylle-a est ainsi moyenne. Les concentrations en chlorophylle-a décroissent fortement de 27,8 µg/l en septembre à moins de 0,5 µg/l en décembre tandis que celles des phéopigments sont plus élevées en octobre et novembre (27 et 26,4 µg/l) et minimales en décembre (3,2 µg/l). Au vu du site, il paraît impensable que la concentration en chlorophylle-a puisse être proche de 0 µg/l lors de certaines campagnes. Cela est d'ailleurs en contradiction avec l'expression de la biomasse totale issue des comptages phytoplanctoniques ci-dessous.

2.2.2 Biomasse totale et répartition par embranchements

Les biomasses algales totales obtenues par les comptages microscopiques lors de chacune des campagnes sont représentées graphiquement dans la figure 5. Il faut tout d'abord noter que la biomasse moyenne sur Gaschet est de 13,8 mg/l avec un maximum de 22,9 mg/l et un minimum de 9,8 mg/l pour respectivement les campagnes de septembre et d'octobre. La biomasse du mois de septembre est alors près de 2 fois supérieure à celles des autres mois étudiés qui se situent toutes autour de 10 mg/l. La communauté algale de la retenue de Gaschet peut alors être considérée comme assez productive.

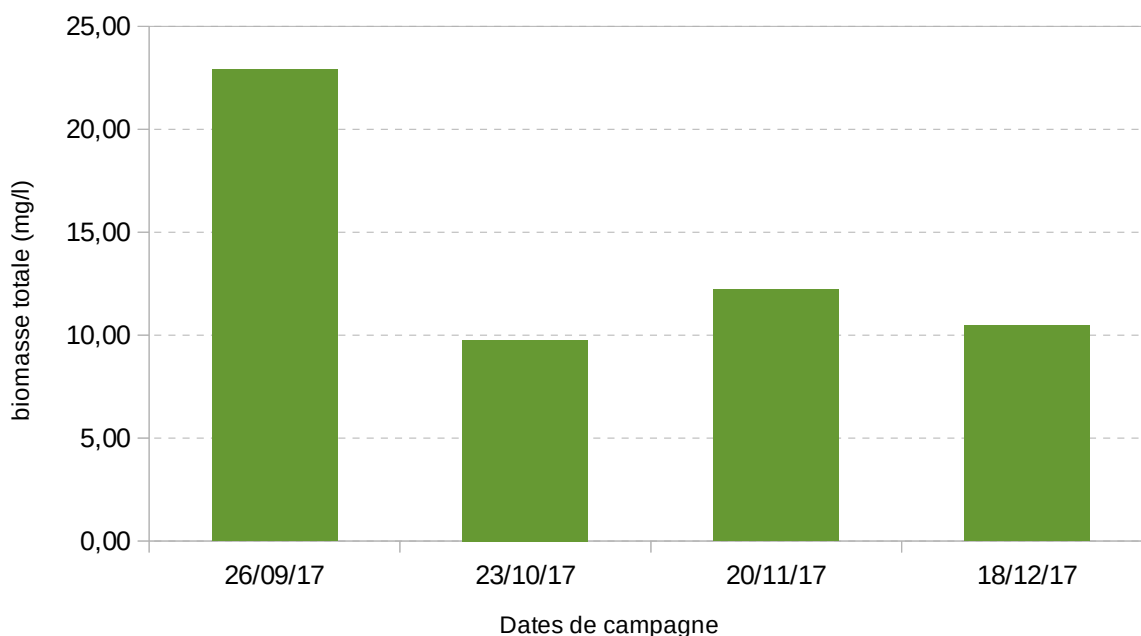


Figure 5: évolution temporelle des biomasses totales (mg/l) des différents échantillons intégrés sur la zone euphotique sur la retenue de Gaschet en 2017

Cependant, les résultats de biomasse totale ne s'avèrent pas en accord avec les résultats des mesures de chlorophylle-a faites au laboratoire de l'Institut Pasteur de Guadeloupe (IPG). Ces deux expressions suivent normalement les mêmes tendances or ici alors que les biomasses algales se maintiennent autour de 10 mg/l d'octobre à décembre, les teneurs en chlorophylles-a s'effondrent jusqu'à moins de 0,5 µg/l en décembre. Les communautés algales, exprimées en biomasse algale, ne semblent pas en sénescence ou se réduire au cours des quatre mois étudiés contrairement aux teneurs en chlorophylle-a.

Les causes de cette discordance ne sont pas évidentes. Des problèmes de conservation des échantillons d'eau avant analyses des chlorophylle-a ou bien des problèmes analytiques à l'IPG peuvent en être la cause. Côté échantillon de phytoplancton, les dénombrements peuvent être sur-évalués par le comptage d'individus algaux « morts », inactifs en termes de production chlorophyllienne.

Cependant des vérifications ont été réalisées et aucune de ces causes ne se vérifient. L'étude des données de 2018 apportera peut-être quelques éléments de réponse.

A une échelle d'analyse plus fine, utilisant les embranchements algaux, la figure 6, montre que les peuplements algaux se répartissent plus abondamment dans certains groupes d'algues. Les diatomées (Bacillariophyta), les algues vertes (Charophyta et Chlorophyta) puis les cryptophytes (Cryptophyta) sont les plus abondants mais présentent des évolutions différentes au cours du temps.

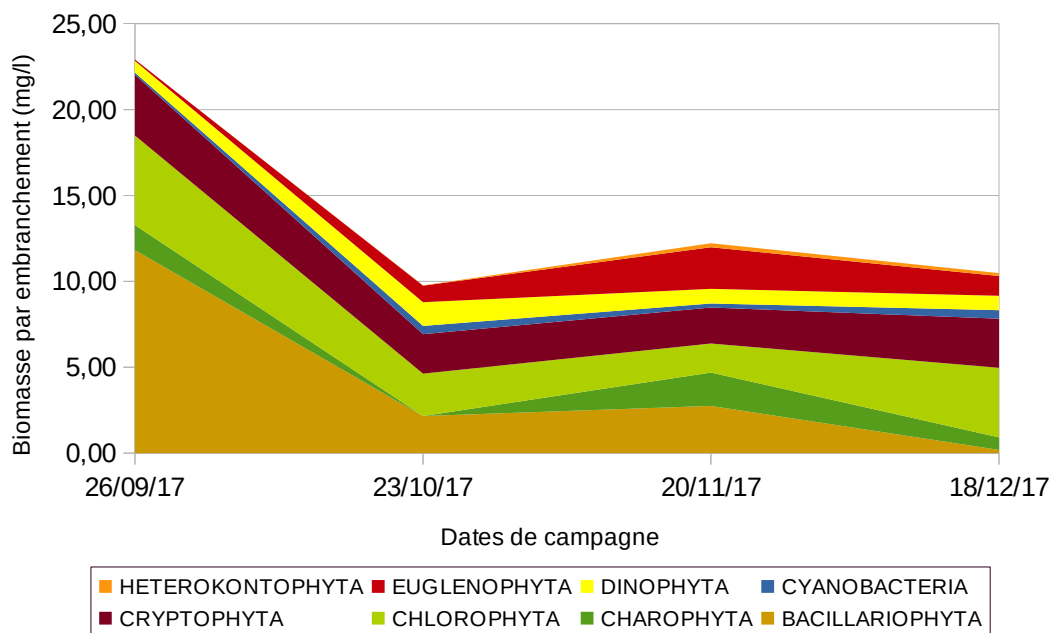


Figure 6: répartition dans les embranchements algaux de la biomasse algale des échantillons prélevés sur la zone euphotique sur la retenue de Gaschet en 2017

La biomasse des diatomées très présentes en septembre, avec notamment des espèces centrées comme *Stephanodiscus Ehrenberg* qui représente 10,4 mg/l se réduit fortement au cours des campagnes suivantes pour n'être plus que de 0,18 mg/l en décembre. Inversement sur cette même période, les euglenophycées (Euglenophyta) très peu présentes en septembre deviennent plus abondantes en fin d'année avec jusqu'à 2,4 mg/l en novembre. Les autres embranchements ont des biomasses dans l'ensemble plus stable au cours de ces 4 campagnes.

Les algues vertes, deuxième groupe le plus dominant après les diatomées, sont essentiellement représentées par les espèces *Dictyosphaerium pulchellum*¹ Wood (jusqu'à 10,2 % de l'échantillon ou 1,07 mg/l en décembre) et *Pediastrum simplex*² Meyen (jusqu'à 10,2 % ou 2,3 mg/l en septembre) et dans une moindre mesure par les espèces *Tetraedron minimum* (Braun) Hansgirg, *Chlorotetraedron incus* (Teiling) Komárek & Kováčik et *Oocystis lacustris* Chodat. Toujours dans les algues vertes, l'embranchement des Charophyta est très peu abondant. Il est surtout représenté par *Staurastrum volans* W. & G.S. West (jusqu'à 5,1 % de l'échantillon) et le genre *Cosmarium* Corda. Ce dernier pouvant occuper jusqu'à 10,7 % de l'échantillon en novembre soit 1,3 mg/l. Il faut noter que *Staurastrum volans* est un taxon non connu du territoire métropolitain mais fréquent en Amérique du Nord.

¹*Dictyosphaerium pulchellum* s'appelle maintenant *Mucidosphaerium pulchellum* (Wood) Bock, Proschold & Krienitz.

²*Pediastrum simplex* s'appelle maintenant *Monactinus simplex* (Meyen) Corda.

Les biomasses des cryptophycées (Cryptophyta) sont relativement stable au cours du temps comme le montre la figure 6 avec une valeur de 2,1 à 3,5 mg/l. L'espèce *Cryptomonas marssonii* Skuja est dominante dans ce groupe algal, occupant jusqu'à 16,3 % de l'échantillon en octobre 2017.

Enfin les cyanobactéries sont extrêmement peu abondantes sur la retenue de Gaschet avec seulement 0,5 mg/l maximum. Des espèces coloniales de petites tailles composent ce groupe. Il s'agit de *Cyanogranis libera* Hindak (max 0,2 mg/l), de plusieurs espèces d'*Aphanocapsa* Nägeli et de *Chroococcus* Nägeli.

Globalement, sur l'ensemble des espèces identifiées et quantifiées sur la retenue de Gaschet seule *Staurastrum volans* n'est pas commune au territoire métropolitain. Tous les autres taxons se retrouvent plus ou moins abondamment en France métropolitaine.

In fine, on peut dire que la communauté algale de cette retenue est bien diversifiée et plutôt équilibrée au sein des différents groupes algaux. La biomasse totale correspondante est modérée à élevée.

3 Application de l'IPLAC

L'indice d'évaluation d'état écologique des plans d'eau, Indice Phytoplancton Lacustre - IPLAC (Feret et Laplace-Treyture, 2013), (Laplace-Treyture et Feret, 2016) a été développé à partir de données issues du territoire métropolitain. Il n'est donc pas adapté aux lacs des DOM TOM, a priori, auquel appartient la retenue de Gaschet. Son application sans réflexion préalable pourrait conduire à des résultats inexploitablement notamment car les campagnes de 2017 ne sont pas régulièrement réparties sur l'année.

Néanmoins l'application de la méthode de calcul peut être intéressante à réaliser afin de visualiser le nombre de taxons contributifs à l'indice qui se rencontrent dans la retenue, d'analyser la composition spécifique au travers de la Métrique de Composition Spécifique (MCS), de voir comment se répartissent les données de chlorophylle-a dans la Métrique de Biomasse Algale (MBA) et de comparer les résultats avec l'évaluation de l'état de trophie qu'on peut faire sur un lac isolé en suivant le système d'évaluation de l'Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE, 1982).

Les critères de classification de l'OCDE, tableau 2, sont construits sur les moyennes annuelles de quatre paramètres (Secchi, azote total, chlorophylle-a et phosphore total) et le maximum de chlorophylle-a. Cependant, comme pour l'IPLAC, les campagnes de terrain de l'année 2017 ne recouvrent qu'une petite partie de l'année. L'évaluation de l'état de trophie par ce système ne sera alors qu'une estimation à considérer avec précaution.

Tableau 2 : système de classification trophique des eaux selon l'O.C.D.E. (1982) sans valeurs limites basé sur les valeurs moyennes annuelles. Valeur moyenne [étendue de 2 écarts-type]

Etat trophique	Secchi (m)	Azote total (mg/m3)	Chl a (mg/m3)	Chl a (max) (mg/m3)	Phosphore total (mg/m3)
Oligotrophe	9,9 [3,6 - 27,5]	661 [208,0 - 2 103,0]	1,7 [0,4 - 7,1]	4,2 [1,5 - 13,0]	8,0 [2,9 - 22,1]
Mésotrophe	4,2 [1,4 - 13,0]	753 [313,0 - 1 816,0]	4,7 [1,9 - 11,6]	16,1 [4,9 - 52,5]	26,7 [7,9 - 90, 8]
Eutrophe	2,45 [0,9 - 6,7]	1 875 [395 - 8 913,0]	14,3 [3,1 - 66,0]	42,6 [6,7 - 270,0]	84,4 [16,8 - 424]

Tableau 3 : Etat trophique de la retenue de Gaschet en 2017 selon les critères de l'O.C.D.E. (1982)

Indicateur	Secchi (moyenne annuelle) (m)	Azote total (moyenne annuelle) (mg/m3)	Chl a (moyenne annuelle) (mg/m3)	Chl a (max) (mg/m3)	PT (moyenne annuelle) (mg/m3)	Etat trophique
année 2017	0,96	<842*	11,7	27,8	<55**	« entre méso. et eutrophe »

* La moyenne comprenant des valeurs de nitrate et de nitrite « inférieure au seuil de quantification », la valeur vraie est donc inférieure à cette valeur. Ce n'est donc qu'une indication.

** La moyenne étant composée de valeurs « inférieure au seuil de quantification », la valeur vraie est donc inférieure à cette valeur. Ce n'est donc qu'une indication.

Sur 2017, les moyennes en azote total et en phosphore total comprennent des valeurs inférieures aux limites de quantification des méthodes d'analyse de l'Institut Pasteur de Guadeloupe (IPG). Voir pour cela le rapport SCE (2018). Les moyennes calculées ici sont alors erronées, les vraies valeurs devant être inférieures à celles inscrites dans le tableau 3.

L'application du système d'évaluation de la trophie par l'OCDE n'est donc qu'une estimation « haute » (puisque les moyennes devraient être en réalité plus faibles pour l'azote total et le phosphore total). Sur 2017, le plan d'eau de Gaschet se classe entre un état trophique mésotrophe et eutrophe. Il est important de noter que pour obtenir une évaluation fine de l'état de trophie de cette retenue, les dosages du phosphore devront bénéficier, à l'avenir, d'un seuil analytique de l'ordre de 5 à 10 µg/l au lieu de 48 µg/l.

L'application de la méthode de calcul de l'IPLAC sur la retenue de Gaschet permet de mettre en évidence la présence de plus de 41 % de contributifs, un pourcentage de taxons déterminés au genre inférieur à 20 % et d'indéterminés inférieur à 4 % comme le montre la figure 7.

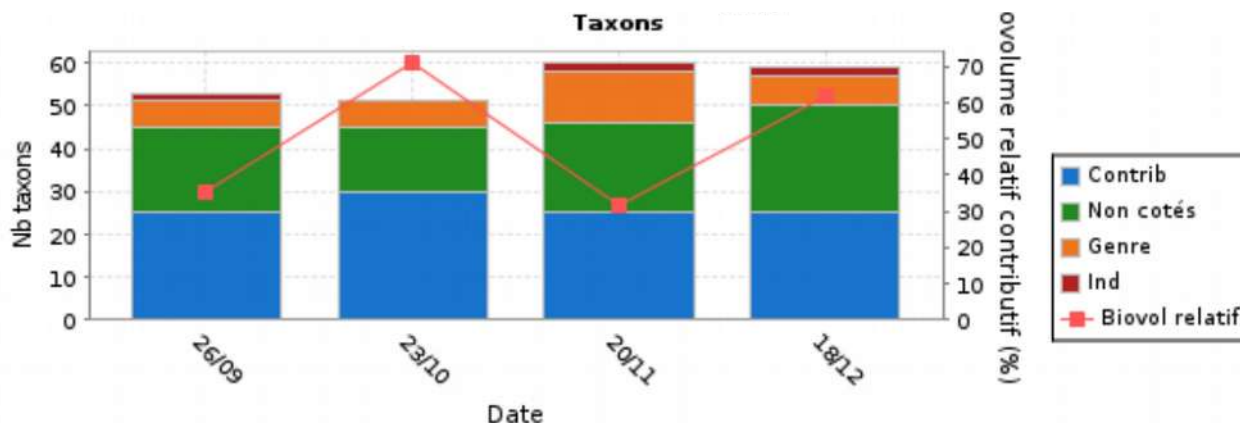


Figure 7: distribution des taxons dénombrés selon qu'ils sont déterminés à l'espèce et qu'ils contribuent à l'indice (Contrib), ou ne contribuent pas (Non cotés), ou sont déterminés au genre (Genre) ou sont indéterminés (Ind). La courbe rouge représente le biovolume relatif des taxons contributifs sur l'ensemble des taxons

Les communautés algales rencontrées sur cette partie de l'année 2017 ne sont donc pas très différentes de celles de métropole. La part de taxons déterminés au genre est inférieure aux 30 % recommandés et les indéterminés représentent moins de 10 % (valeur maximale tolérée). Le biovolume relatif des taxons contributifs sur l'ensemble des taxons dénombrés est supérieur à 30 % au cours des quatre campagnes ce qui est dans la moyenne de ce que nous rencontrons pour des plans d'eau de métropole.

La figure 8 illustre les résultats des MCS de chacune des campagnes. Toutes les campagnes sont classées en mieux que « moyen » : celles de septembre et de décembre en « bon » et celles d'octobre et de novembre en « très bon ». La métrique MCS classe alors la retenue de Gaschet en 2017 en « bon ».

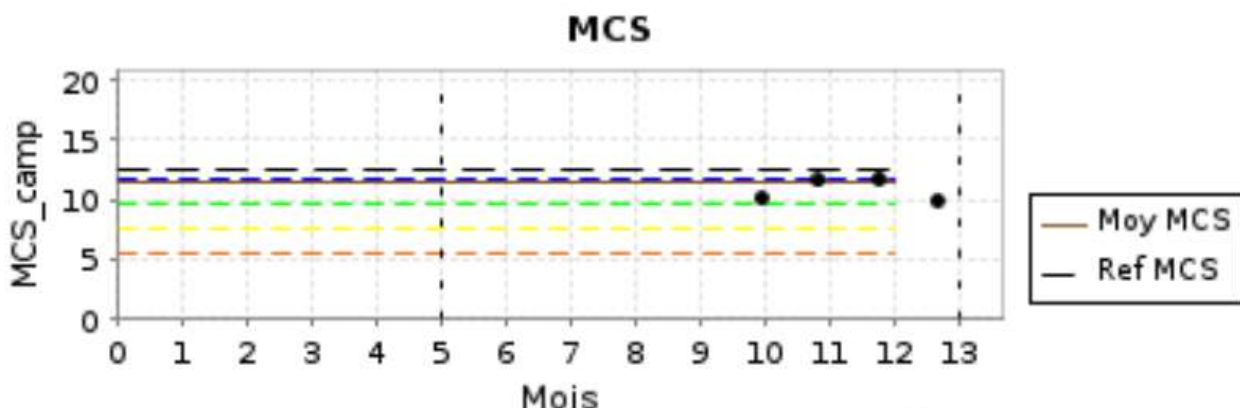


Figure 8: résultats de la Métrique de Composition Spécifique (MCS) par campagne sur la retenue de Gaschet en 2017. Les lignes en pointillés représentent les limites des différentes classes d'état (bleue : très bon/bon, verte : bon/moyen, jaune : moyen/médiocre, rouge : médiocre/mauvais)

En ce qui concerne la chlorophylle-a et la Métrique de Biomasse Algale (MBA), la figure 9 montre la position des différentes campagnes de 2017 par rapport aux limites de classe d'état. À l'instar des résultats de chlorophylle-a, les campagnes se répartissent de manière très hétérogène. La

campagne de septembre est positionnée en état « mauvais », celle d'octobre en « bon », celle de novembre en « très bon » et celle de décembre encore mieux que la référence théorique (pointillés noirs) du plan d'eau. Cela est une fois de plus très surprenant et dénote des problèmes dans les mesures des teneurs en chlorophylle-a car il est très peu probable que les résultats puissent s'étaler ainsi sur l'ensemble des classes d'état avec même un résultat (en décembre) proche de 0 µg/l. Ce point devra être clarifié avec les données de 2018 et 2019.

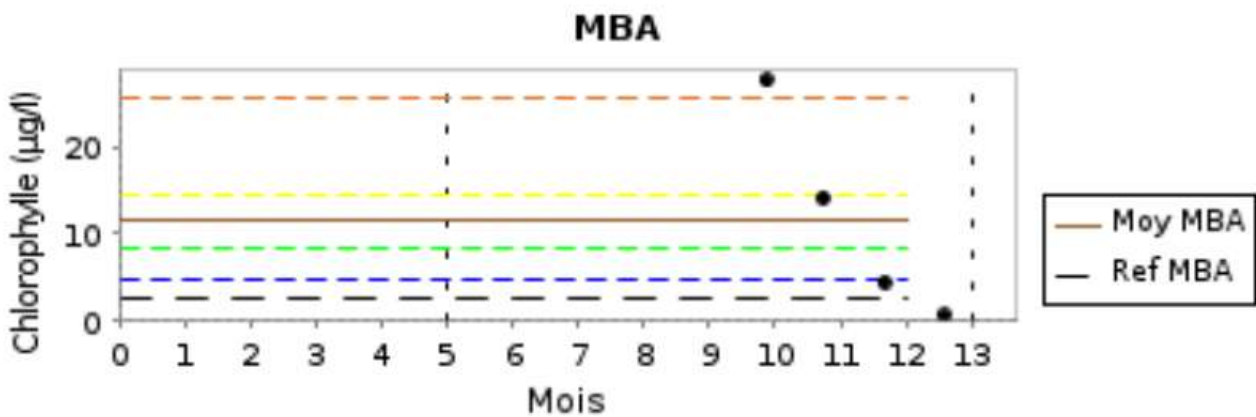


Figure 9: résultats de la Métrique de Biomasse Algale (MBA) sur la retenue de Gaschet en 2017. Les lignes en pointillés représentent les limites des différentes classes d'état (bleue : très bon/bon, verte : bon/moyen, jaune : moyen/médiocre, rouge : médiocre/mauvais)

L'IPLAC calculé, ou plutôt estimé, avec les données de ces deux métriques en 2017 donne un résultat de 0,682 soit un classement en « bon » état.

Lorsque les campagnes couvriront l'ensemble d'une année, en 2018 et en 2019, l'indice pourra alors être calculé de manière plus certaine. La critique de sa mise en œuvre dans une retenue tropicale pourra être plus complète.

CONCLUSION

La retenue de Gaschet, localisée en Guadeloupe et inscrite en tant que masse d'eau artificielle au SDAGE 2016-2021, a fait l'objet d'une première année de surveillance de son état écologique en 2017. Cette surveillance, prévue sur une durée de trois ans, vise à tester la mise en place d'un protocole de surveillance de la communauté phytoplanctonique sur la retenue de Gaschet, à étudier cette communauté et à tester la mise en œuvre de l'Indice Phytoplanctonique Lacustre – IPLAC dans un contexte tropical.

En 2017, elle a comporté un suivi de la qualité physico-chimique de ses eaux et sédiments ainsi qu'un suivi de l'élément phytoplancton. Les campagnes de terrain n'ayant pu démarrer qu'au mois de septembre 2017, ne couvrent qu'une petite partie de l'année. Néanmoins il en ressort que la communauté algale est bien développée et diversifiée avec des richesses de plus de 50 taxons. Les algues vertes dominent largement en nombre de taxons présents mais les cyanobactéries et les diatomées sont bien représentées.

Les biomasses algales totales au cours des quatre campagnes sont plutôt élevées car supérieures à 10 mg/l, indiquant un plan d'eau productif. Les taxons les plus abondants sont des diatomées centriques et certaines algues vertes notamment *Dictyosphaerium pulchellum* et *Pediastrum simplex*. *Staurastrum volans* (embranchement des Charophyta) est très fréquent bien qu'assez peu abondant. Il faut noter aussi que c'est un taxon non connu du territoire métropolitain mais fréquent en Amérique du Nord. Il ne contribue donc pas à l'indice IPLAC développé sur le territoire métropolitain. Les cyanobactéries, bien qu'assez diversifiées, sont très peu abondantes sur la retenue de Gaschet.

Les moyennes des teneurs en chlorophylle-a et phéopigments sur cette période de 2017 sont respectivement de 11,7 et de 18,5 µg/l. Les teneurs en phéopigments sont très élevées et dans un certain nombre de cas supérieures à celles en chlorophylle-a, ce qui est très surprenant et atypique. Ces résultats sont aussi discordants avec les biomasses totales issues des comptages phytoplanctoniques. Cela est d'autant plus gênant que les mesures de chlorophylle-a sont nécessaires à la métrique MBA. Les données des années 2018 et 2019 permettront peut-être d'expliquer et de clarifier ce phénomène.

La mise en œuvre de l'IPLAC et ses résultats ne peuvent être qu'indicatifs dans la mesure où les campagnes et les échantillons ne couvrent qu'une petite partie de l'année. Ceci étant la métrique MBA est calculable mais la présence de teneurs en chlorophylle-a couvrant la gamme d'état « mauvais » à mieux que la référence interrogent. Pour la même période la MCS donne un état « bon » à la retenue de Gaschet et l'IPLAC est alors supérieur à 0,6 classant cette masse d'eau en état « bon ». A des fins de comparaison, la trophie a été évaluée selon le système de l'OCDE. Cependant avec la limite de quantification du phosphore beaucoup trop élevée et la répartition des campagnes, cette évaluation n'est qu'une indication. Elle place la retenue de Gaschet entre un état mésotrophe et eutrophe.

D'autres campagnes de mesures seront nécessaires, notamment afin de couvrir au moins une année dans son ensemble et lisser un peu les variations interannuelles.

BIBLIOGRAPHIE

- Feret, T., Laplace-Treyture, C., 2013. IPLAC : l'indice Phytoplancton Lacustre : Méthode de développement, description et application nationale 2012. Rapport final. Irstea.
- Laplace-Treyture, C., Barbe, J., Dutartre, A., Druart, J.C., Rimet, F., Anneville, O., 2009. Protocole standardisé d'échantillonnage, de conservation, d'observation et de dénombrement du phytoplancton en plan d'eau pour la mise en œuvre de la DCE : version 3.3.1.
- Laplace-Treyture, C., Feret, T., 2016. Performance of the Phytoplankton Index for Lakes (IPLAC): A multimetric phytoplankton index to assess the ecological status of water bodies in France. *Ecol. Indic.* 69, 686–698. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.05.025>
- Laplace-Treyture, C., Hadoux, E., Plaire, M., Dubertrand, A., Esmieu, P., 2017. PHYTOBS v3.0 : Outil de comptage du phytoplancton en laboratoire et de calcul de l'IPLAC. Version 3.0. Application JAVA.
- NF-EN 15204, 2006. Qualité de l'eau - Norme guide pour le dénombrement du phytoplancton par microscopie inversée (méthode Utermöhl). [Water quality. Guidance standard on the enumeration of phytoplankton using inverted microscopy (Utermöhl technique)]. AFNOR.
- OCDE, 1982. Eutrophisation des eaux: méthode de surveillance, d'évaluation et de lutte. OCDE Paris.
- SCE, 2018. Programme de surveillance de la retenue d'eau de Gaschet – année 2017. Lot n°1 : prélèvements et analyses physico-chimiques et hydrobiologiques. Rapport final.

ANNEXES

Annexe 1 : résultat des comptages phytoplanctoniques de la retenue de Gaschet sur l'année 2017 exprimés en biomasse par taxon

Embranchement	Code taxon	Cf.	Nom taxon	Nom Auteur	Code Taxon Ref	26/09/17	23/10/17	20/11/17	18/12/17
BACILLARIOPHYTA	AULANG		<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	(Ehrenberg) Simonsen (O.M.) Simonsen	AULANG	13,12	0,45	9,00	
	CYCCOM		<i>Cyclotella comensis</i>	Grunow	CYCCOM		1 980,65	344,39	
	CYCSPX		<i>Cyclotella</i>	(Kützing) Brébisson	CYCSPX	104,23	101,42	514,53	
	INDCE5		<i>Diatomées centriques indéterminées <10 µm</i>	A remplir	INDCE5				49,02
	INDPE5		<i>Diatomées pennées indéterminées < 10 µm</i>	A remplir	INDPE5			9,94	
	NIZSPX		<i>Nitzschia</i>	Hassall	NIZSPX	1 268,90	78,40	49,71	118,84
	STESPX		<i>Stephanodiscus</i>	Ehrenberg	STESPX	10 362,70		1 826,95	
	URSERI		<i>Urosolenia eriensis</i>	F. E. Round & R.M. Crawford	URSERI	63,44			12,48
CHAROPHYTA	CLOPAR		<i>Closterium parvulum</i>	Nägeli	CLOPAR		0,70		
	COSORN	Cf.	<i>Cosmarium ornatum</i>	Ralfs	COSORN	343,66			
	COSSPX		<i>Cosmarium</i>	Corda	COSSPX			1 304,96	519,91
	COSTEN		<i>Cosmarium tenue</i>	Archer	COSTEN	32,02			62,98
	EUASPX		<i>Euastrum</i>	Ehrenberg	EUASPX			0,16	
	STATET		<i>Staurastrum tetracerum</i>	(Kützing) Ralfs	STATET	506,50			
	STAVOL		<i>Staurastrum volans</i>	W. & G.S. West	STAVOL	265,68		624,52	149,29
	STDSPX		<i>Staurodesmus</i>	Teil.	STDSPX	317,23			
CHLOROPHYTA	ACSHAN		<i>Actinastrum hantzschii</i>	Lagerheim	ACSHAN	107,18	50,56		
	AMKSPX		<i>Amphikrikos</i>	Korshikov	AMKSPX				8,91
	ANKFUS		<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	Corda	ANKFUS	123,72			
	ANYLAN		<i>Ankyra lanceolata</i>	(Korshikov) Fott	LANSPA		20,38	12,93	
	BOTBRA		<i>Botryococcus braunii</i>	Kützing	BOTBRA		1,74	2,96	1,74
	CHLSP5		<i>Chlamydomonas < 10 µm</i>	Ehrenberg	CHLSP5			2,98	3,57
	CHLSPX		<i>Chlamydomonas > 20 µm</i>	Ehrenberg	CHLSPX	41,88			
	CLLSPX		<i>Chlorella</i>	Beijerinck	CLLSPX	10,57			72,79
	CLTICU		<i>Chlorotetraedron incus</i>	(Teiling) Komárek & Kováčik	CLTICU		362,58		412,22
	COEREC		<i>Coelastrum reticulatum</i> var. <i>cubanum</i>	J. Komárek	COEREC			143,17	
	CRCPUL		<i>Crucigeniella pulchra</i>	(W. & G.S. West) J. Komárek	CRCAPI	31,72	82,31		

CRUTET		<i>Crucigenia tetrapedia</i>	(Kirchn.) W.G.S. West	CRUTET	20,39			160,43
DCHDEC		<i>Diplochlois decussata</i>	Korshikov	DCHDEC			2,72	2,17
DEDBIC		<i>Desmodesmus bicaudatus</i>	(Dedusenko) Tsarenko	DEDBIC			11,68	
DEDCOM		<i>Desmodesmus communis</i>	(Hegewald) Hegewald	DEDCOM			45,24	
DEDMAG	Cf.	<i>Desmodesmus magnus</i>	(Meyen) Tsarenko	DEDMAG	78,55			
		<i>Desmodesmus magnus</i>	(Meyen) Tsarenko	DEDMAG			48,47	38,62
DEDSPI		<i>Desmodesmus spinosus</i>	(Chodat) Hegewald	DEDSPI	80,36	8,23	3,48	8,32
DICPUL		<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	Wood	MUCPUL	919,05	649,11	143,17	1 069,54
DICSUB		<i>Dictyosphaerium subsolitarium</i>	Van Goor	DICSUB			11,93	
DIDFIN		<i>Didymocystis fina</i>	J. Komárek	PSDFIN		6,86	24,36	
DIHBAC		<i>Dichotomococcus bacillaris</i>	J. Komárek	DIHBAC	11,16			
INDCHO		<i>Chlorococcales indéterminées</i>	A remplir	INDCHO	75,45		137,95	98,93
KIROBE		<i>Kirchneriella obesa</i>	(W.West) Schmidle	KIROBE			106,88	
KIRSPX		<i>Kirchneriella</i>	Schmidle	KIRSPX			61,15	
LAGCIL		<i>Lagerheimia ciliata</i>	(Lagerheim) Chodat	LAGCIL		15,09		22,88
MONARC		<i>Monoraphidium arcuatum</i>	(Korshikov) Hindák	MONARC	1,28	8,33	2,11	2,53
MONCIR		<i>Monoraphidium circinale</i>	(Nyg.) Nygaard	MONCIR	9,44	20,82	35,73	24,14
MONCON		<i>Monoraphidium contortum</i>	(Thur.) J. Komárek-Legn.	MONCON	149,36	16,61		25,18
MONGRI		<i>Monoraphidium griffithii</i>	(Berk.) Legn.	MONGRI		45,67		536,48
MONMIN		<i>Monoraphidium minutum</i>	(Naegeli) Komárek-legn.	MONMIN	10,54	31,90	17,34	103,61
MONNAN		<i>Monoraphidium nanum</i>	(Ettl) Hindák	MONNAN			0,93	
NECWIL		<i>Nephrochlamys willeana</i>	(Printz) Korshikov	NECWIL	11,19	67,77	138,14	51,37
OOCLAC		<i>Oocystis lacustris</i>	Chodat	OOCLAC	140,11	119,45	316,17	291,30
OOC SOL		<i>Oocystis solitaria</i>	Wittr.	OOC SOL		102,89		77,99
PEDSIM		<i>Pediastrum simplex</i>	Meyen	MOTSIM	2 334,77	3,07	13,86	60,57
PEDTET		<i>Pediastrum tetras</i>	(Ehrenberg) Ralfs	SRITET	158,61	137,19		
PLKGEL		<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	G.M. Smith	PLKGEL	170,70			537,15
PRPBIL		<i>Parapediastrum biradiatum var. longecornutum</i>	(Gutwinski) Tsarenko	PRPBIL		262,23		
PSDFIN		<i>Pseudodidymocystis fina</i>	(Komárek) Hegewald & Deason	PSDFIN				35,35
PSDPLA		<i>Pseudodidymocystis planctonica</i>	(Korshikov) Hegewald & Deason	PSDPLA			11,56	13,81
RACPLA		<i>Radiococcus planktonicus</i>	J.W.G. Lund	RACPLA		27,05		

	SCEACM	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	(Lagerheim) Chodat	TEDLAG	280,97	121,51		
	SCEGDI	<i>Scenedesmus granulatus f. disciformis</i>	Hortobagyi	SCEGDI			37,28	22,28
	SCEHEL	<i>Scenedesmus helveticus</i>	Chodat	DEDARM			87,74	
	SCEJAV	<i>Scenedesmus javanensis</i>	Chodat	PECJAV	31,27	40,57		46,12
	SCEOBL	<i>Scenedesmus obliquus</i>	(Turpin) Kützing	TEDOBL		24,69		
	SCEPRC	<i>Scenedesmus producto-capitatus</i>	Schmula	SCEPRC	198,79			27,93
	SCEPSH	<i>Scenedesmus pseudo-helveticus</i>	Kirj.	SCEPSH	52,69			
	SCSEEP	<i>Scenedesmus sempervirens</i>	Chodat	DEDABU		12,54		
	SCSPX	<i>Scenedesmus</i>	Meyen	SCSPX				35,65
	SZOEXU	<i>Spermatozopsis exsultans</i>	Korshikov	SZOEXU	0,34	5,29	6,15	6,02
	TCHALT	<i>Tetrachlorella alternans</i>	(G.M. Smith) Korshikov	TCHALT			113,84	
	TEACAU	<i>Tetraedron caudatum</i>	(Corda) Ralfs	TEACAU	33,23			
	TEAMIN	<i>Tetraedron minimum</i>	(Braun) Hansgirg	TEAMIN	52,87	188,64	43,50	207,97
	TEATRI	<i>Tetraedron triangulare</i>	Korshikov	TEATRI		31,65		23,99
	TERHET	<i>Tetrastrum heteracanthum</i>	(Nordstedt) Chodat	TERHET	68,54		30,08	
	TERKOM	<i>Tetrastrum komarekii</i>	Hindák	TERKOM			78,30	31,19
CRYPTOPHYTA	CRYCUR	<i>Cryptomonas curvata</i>	Ehrenberg emend Penard	CRYCUR	404,84	131,31	166,54	398,11
	CRYERO	<i>Cryptomonas erosa</i>	Ehrenberg	CRYERO		444,11	140,81	757,37
	CRYMAR	<i>Cryptomonas marssonii</i>	Skuja	CRYMAR	2 673,75	1 587,50	1 416,82	1 426,05
	CRYOBO	<i>Cryptomonas obovata</i>	J. Czosnowski	CRYOBO	422,97			
	CRYOVA	<i>Cryptomonas ovata</i>	Ehrenberg	CRYOVA		102,60	260,25	
	PLGNAN	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i>	(H. Skuja) G. Novarino, I.A.N. Lucas & S. Morrall	PLGNAN	37,01	24,01	113,10	129,98
	RHDLAC	<i>Rhodomonas lacustris</i>	Pascher & Ruttner	RHDLAC				133,69
CYANOBACTERIA	APAELA	<i>Aphanocapsa elachista</i>	W. & G.S. West	APAELA	31,72	169,77		4,46
	APAHOL	<i>Aphanocapsa holsatica</i>	(Lemmermann) Cronberg & J. Komárek	APAHOL	29,08	18,13	6,84	4,46
	APAINC	<i>Aphanocapsa incerta</i>	(Lemmermann) Cronberg & J. Komárek	APAINC				67,59
	APOMIN	<i>Aphanothece minutissima</i>	(West) Komárková-Legnerová & Cronberg	ANTMIN	1,13			
	APOSPX	<i>Aphanothece</i>	Nägeli	APOSPX			43,50	
	CHRDIS	<i>Chroococcus dispersus</i>	(Keissler) Lemmermann	CHRDIS	19,11			
	CHRSPX	<i>Chroococcus</i>	Nägeli	CHRSPX		131,31		199,05

	CYGLIB		<i>Cyanogranis libera</i>	Hindák	CYGLIB	1,51	7,84	32,31	222,82
	PHOSPX		<i>Phormidium</i>	Kützing ex Gomont	PHOSPX			0,35	
	PLLLIM		<i>Planktolynghya limnetica</i>	(Lemmermann) Komarkova-Legnerova	PLLLIM		13,23	9,32	6,68
	PSELIM		<i>Pseudanabaena limnetica</i>	(Lemmermann) J. Komárek	PSELIM	52,87			
	PSESPX		<i>Pseudanabaena</i>	Lauterborn	PSESPX		147,48		
	RHALIN		<i>Rhabdoderma lineare</i>	Schmidle & Lauterborn em. Hollerbach	RHALIN			133,60	
	ROMELE		<i>Romeria elegans</i>	Woloszynska	ROMELE	0,91	5,88	3,73	1,78
DINOPHYTA	GYMCNE	Cf.	<i>Gymnodinium cnecoides</i>	T. M. Harris	GYMCNE	344,42			
			<i>Gymnodinium cnecoides</i>	T. M. Harris	GYMCNE		446,85	141,68	169,34
	GYMSPX		<i>Gymnodinium</i>	F. Stein	GYMSPX		63,70	161,57	
	PERUMB		<i>Peridinium umbonatum</i>	Stein	PERUMB	334,37	867,64	550,20	657,62
EUGLENOPHYTA	TRAVOC		<i>Trachelomonas volvocinopsis</i>	Svirenko	TRAVOC		955,44	2 423,50	1 013,83
	TRAVOL		<i>Trachelomonas volvocina</i>	Ehrenberg	TRAVOL	73,64			144,83
HETEROKONTOPHYTA	BITPHA		<i>Bitrichia phaseolus</i>	(Fott) Fott	BITPHA				8,17
	CETBEL		<i>Centrtractus belenophorus</i>	(Schmidle) Lemmermann	CETBEL			33,31	39,81
	CLNOBL		<i>Chlorallanthus oblongus</i>	Pascher	CLNOBL				74,31
	DINPET		<i>Dinobryon petiolatum</i>	T. Willén	DINFAC			6,52	38,99
	GOCSMI		<i>Goniochloris smithii</i>	(Bourrelly) Fott	GOCSMI		7,84		
	INDXAN		<i>Xanthophycées indéterminées</i>	Allorge ex Fritsch	INDXAN	0,00			
	MALSPX		<i>Mallomonas</i>	Perty	MALSPX			166,04	
	OCHSPX		<i>Ochromonas</i>	Wysotski	OCHSPX		19,60	12,43	7,43
SALSPX		<i>Salpingoeca</i>	H.J. Clark	SALSPX				12,61	
Total Résultat						22 909,56	9 770,60	12 211,02	10 479,63

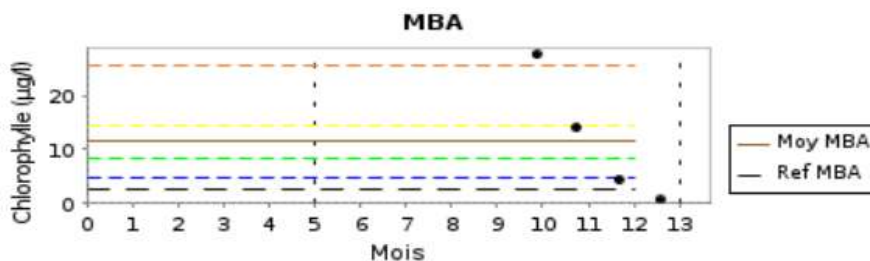
Annexe 2 : fiche de résultats synthétiques de l'IPLAC sur la retenue de Gaschet en 2017

GASCHET - Année 2017

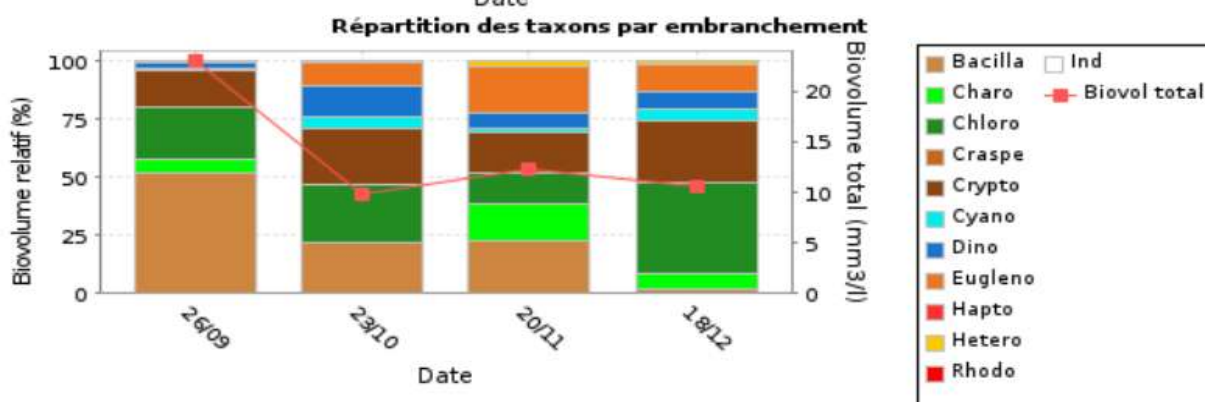
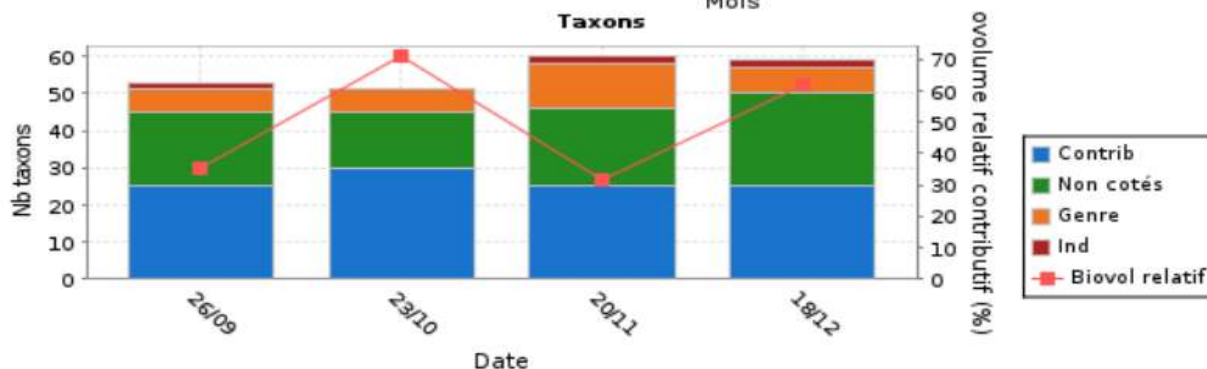
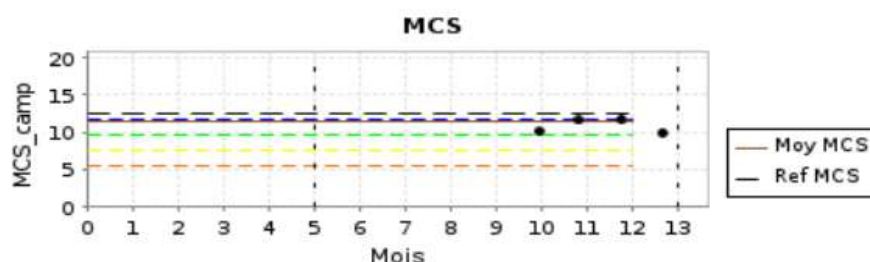
Altitude (m) : 7.5 m - Profondeur moyenne : 5 m
 Contraintes modifiées : Fin de période acceptée (31/12)



MBA	0.474
Classe MBA	M
Moyenne chloro (g/l)	11,725
Ref chloro (g/l)	2,583
Nb de campagnes	4
Campagnes utilisées	4



MCS	0.771
Classe MCS	G
MCS annuelle	11,402
Ref MCS	12,452
Nb de campagnes	4
Campagnes utilisées	4



IPLAC					
MBA	Classe MBA	MCS	Classe MCS	IPLAC	Classe IPLAC
0.474	M	0.771	G	0.682	G
Phytobs v3.0.0 - 21/03/2018					



Irstea – centre de Bordeaux
50 avenue de Verdun
33612 CESTAS Cedex
tél. +33 (0)5 57 89 08 00
fax +33 (0)5 57 89 08 01
www.irstea.fr