

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

Année 2018

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 Ecosystèmes 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., 2019. Suivi de la communauté phytoplanctonique du plan d'eau de Gaschet - Année 2018. Irstea, Groupement de Bordeaux, Unité de Recherche Écosystèmes Aquatiques et Changements Globaux. Rapport, 30 p.

Résumé : La retenue de Gaschet, localisée en Guadeloupe, a fait l'objet d'une deuxième année de surveillance de son état écologique en 2018. 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 2018, la surveillance a comporté un suivi de la qualité physico-chimique de ses eaux ainsi qu'un suivi de l'élément phytoplancton. Cinq campagnes de terrain ont été réalisées entre février et décembre 2018 à raison d'une campagne tous les deux mois. La campagne de septembre-octobre n'a pas pu être réalisée du fait du développement de la jacinthe d'eau sur la retenue limitant les accès au plan d'eau.

Néanmoins il en ressort que la communauté algale est bien développée et diversifiée avec des richesses de plus de 40 taxons représentés majoritairement par les algues vertes puis les cyanobactéries et les diatomées.

Les biomasses algales totales au cours de l'année sont assez élevées, indiquant un plan d'eau productif notamment sur la période de 1ère transition et de saison des pluies. En saison sèche et lors de la 2ème transition, les biomasses sont nettement plus faibles. Les taxons les plus abondants appartiennent au groupe des algues vertes notamment *Pediastrum simplex* et *Dictyosphaerium pulchellum*. L'espèce *Staurastrum volans* a été retrouvée cette année de février à juillet dans des quantités assez faibles. Les diatomées sont moins abondantes que les algues vertes mais sont néanmoins présentes toute l'année. *Cyclotella comensis* est la plus abondante et *Staurosira venter* est la plus fréquente avec le genre *Nitzschia*.

Les cyanobactéries présentent une richesse assez élevée mais sont très peu abondantes sur la retenue de Gaschet. Ce sont surtout des taxons, coloniaux de petites tailles, des genres *Cyanogranis*, *Aphanothecae* ou *Aphanocapsa* qui sont les plus fréquents.

Les résultats de chlorophylle-a et de phéopigments sont discordants avec les résultats de biomasses totales issues des comptages phytoplanctoniques comme c'était déjà le cas avec les données de 2017. Cela est toujours problématique d'autant que les mesures de chlorophylle-a sont nécessaires à la métrique MBA. Des modifications dans le protocole de préparation de l'échantillon pour le dosage de chlorophylle ont été testées en fin d'année et semblent réduire ce biais. Les données de 2019, avec filtration systématique sur le terrain permettront peut-être d'améliorer les résultats d'analyse et leur comparabilité.

La mise en œuvre de l'IPLAC et ses résultats ne peuvent être qu'indicatifs du fait de la faible représentativité des données de chlorophylle-a. La métrique MCS donne un état « bon » à la retenue de Gaschet et la métrique MBA, néanmoins calculable classe la retenue en état « très bon » mais la présence de teneurs en chlorophylle-a très proches de zéro pose question. Le calcul de l'IPLAC sur l'année 2018 donne alors un résultat supérieur à 0,6 classant cette masse d'eau en état « bon ». La trophie évaluée selon le système de l'OCDE place la retenue de Gaschet entre un état mésotrophe et eutrophe. Cependant avec la limite de quantification du phosphore beaucoup trop élevée et la représentativité des teneurs en chlorophylle, cette évaluation n'est qu'une indication.

L'analyses cumulées des données des trois années de suivis de cette étude 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.....	6
1 Protocole de prélèvements et d'analyses.....	6
1.1 Station de prélèvement.....	7
1.2 Dates des campagnes.....	7
1.3 Prélèvements et analyses réalisés.....	8
2 Résultats phytoplanktoniques.....	9
2.1 Les richesses.....	9
2.2 Les biomasses.....	10
2.2.1 Chlorophylle-a.....	10
2.2.2 Biomasse totale et répartition par embranchements.....	11
3 Application de l'IPLAC.....	14
CONCLUSION.....	17
BIBLIOGRAPHIE.....	18
ANNEXES.....	19

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : localisation de la retenue de Gaschet en Guadeloupe.....	6
Figure 2 : localisation du point de prélèvement sur la retenue de Gaschet.....	7
Figure 3: richesse taxonomique par embranchement des différents échantillons intégrés sur la zone euphotique de la retenue de Gaschet en 2018.....	9
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 2018.....	10
Figure 5: évolution temporelle des biomasses totales (mg/l) des différents échantillons intégrés sur la zone euphotique sur la retenue de Gaschet en 2018.....	12
Figure 6: répartition dans les embranchements algaux de la biomasse algale des échantillons prélevés sur la zone euphotique sur la retenue de Gaschet en 2018.....	13
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.....	16
Figure 8: résultats de la Métrique de Composition Spécifique (MCS) par campagne sur la retenue de Gaschet en 2018. 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
Figure 9: résultats de la Métrique de Biomasse Algale (MBA) sur la retenue de Gaschet en 2018. 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).....	17

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 Phytoplancton Lacustre – IPLAC.

Le présent rapport correspond à la deuxième phase de travail de cette étude qui s'est déroulée sur l'année 2018. Il fait état des différentes campagnes et échantillons collectés sur l'année et en analyse les résultats.

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 2). Ses coordonnées sont **16°24'48,30" N et 61°29'29,28" O**. Fin 2018 pour la campagne de décembre, en raison du développement de la jacinthe d'eau ce point a dû être éloigné du barrage de quelques mètres. Ses nouvelles coordonnées sont **16°24'48,00" N et 61°29'27,00" O**.

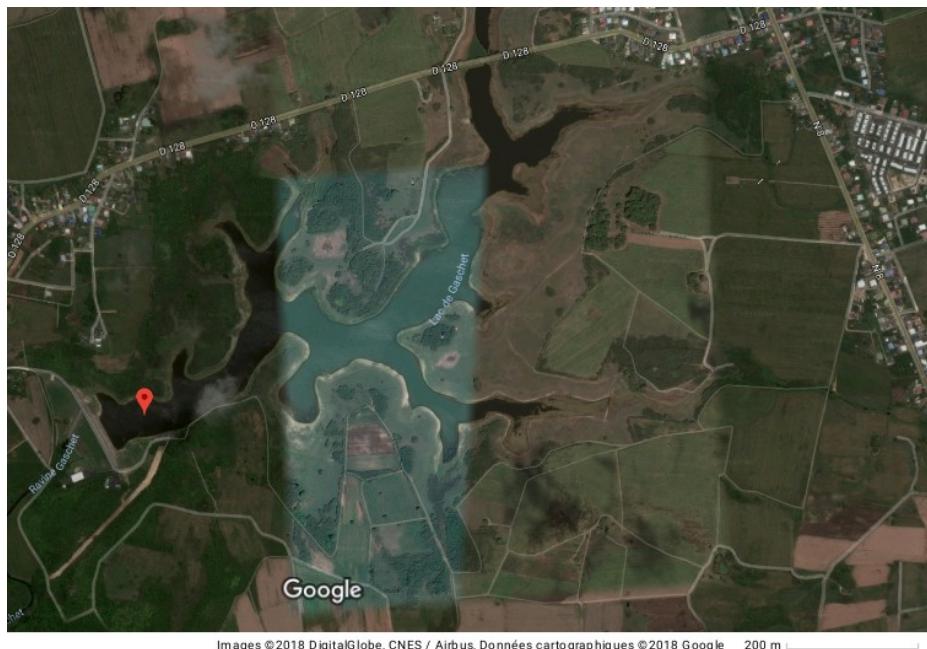


Figure 2 : localisation du point de prélèvement sur la retenue de Gaschet

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 comme en 2017.

En 2018, les prélèvements et les mesures de terrain étaient prévues sur six campagnes réparties sur l'année à raison de une campagne tous les deux mois. Cependant les forts développements de

la jacinthe d'eau sur le plan d'eau ont empêchés la réalisation de la campagne d'octobre. La campagne de décembre a pu être réalisée après adaptation du point de prélèvement (voir ci-dessus). Ce dernier a été éloigné du barrage afin de sortir de la zone couverte par la jacinthe.

Cinq campagnes ont ainsi été réalisées entre janvier et décembre 2018 aux dates suivantes :

- 26 février ;
- 24 avril ;
- 2 juillet ;
- 27 août et ;
- 10 décembre.

1.3 Prélèvements et analyses réalisés

Au cours des cinq 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 maximum 200 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.

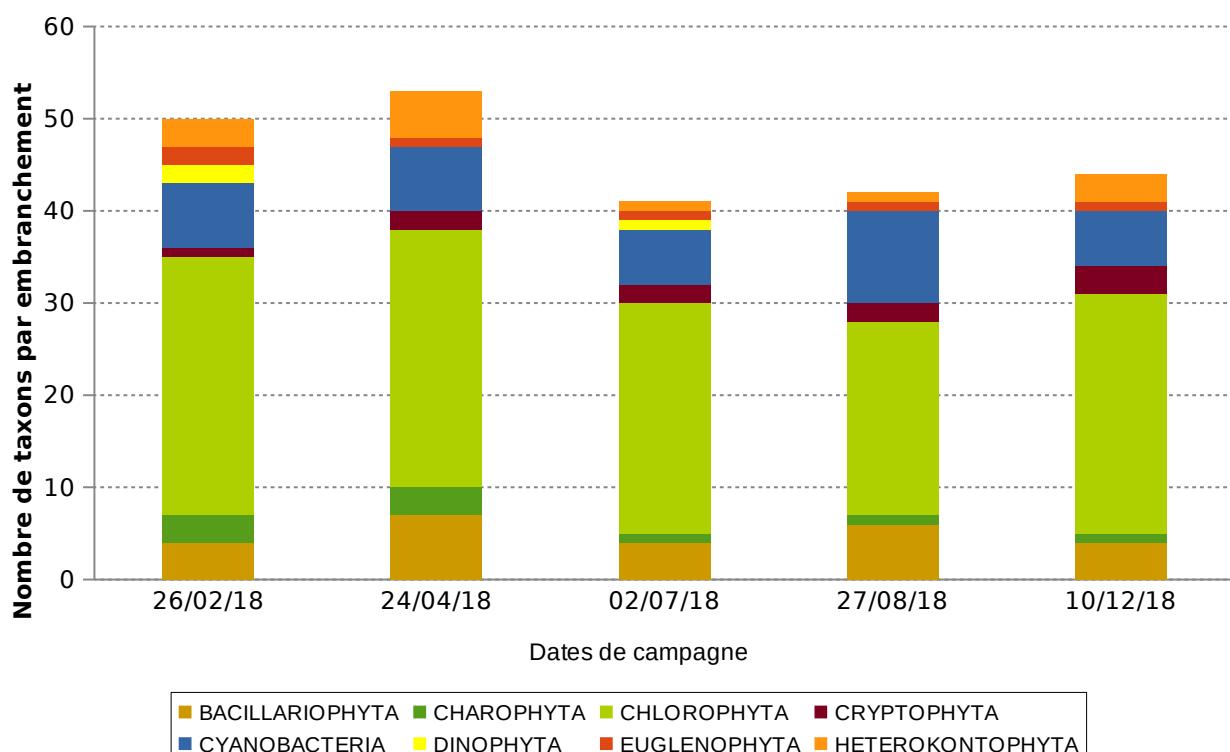


Figure 3: richesse taxonomique par embranchement des différents échantillons intégrés sur la zone euphotique de la retenue de Gaschet en 2018

Les richesses fluctuent au cours des différentes campagnes de 41 à 53 taxons ce qui est légèrement plus faible qu'en 2017 (jusqu'à 60 taxons). Ces valeurs restent relativement élevées illustrant des communautés phytoplanctoniques diversifiées au cours des 5 campagnes de l'année.

En regardant le détail de la distribution de ces richesses dans les différents embranchements algues on observe, tout d'abord, que les algues vertes, Chlorophyta (et dans une moindre mesure Charophyta) sont les plus nombreuses avec 21 à 28 taxons (contre 29 à 35 taxons sur la fin 2017) présents au cours des différentes campagnes. Ensuite viennent les cyanobactéries (Cyanobacteria) avec 6 à 10 taxons présents lors de chaque campagne puis les diatomées (Bacillariophyta) avec une présence de 4 à 7 taxons différents par campagne. Ces deux derniers groupes présentent des richesses similaires à celles de 2017.

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 année 2018. En comparant avec 2017, elles s'avèrent relativement stables et comparables bien que légèrement moins diversifiées pour les algues vertes.

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 et 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 algues.

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 sénescentes) alors que la chlorophylle-a représente les cellules vivantes. La figure 4 illustre les résultats obtenus en 2018 sur la retenue.

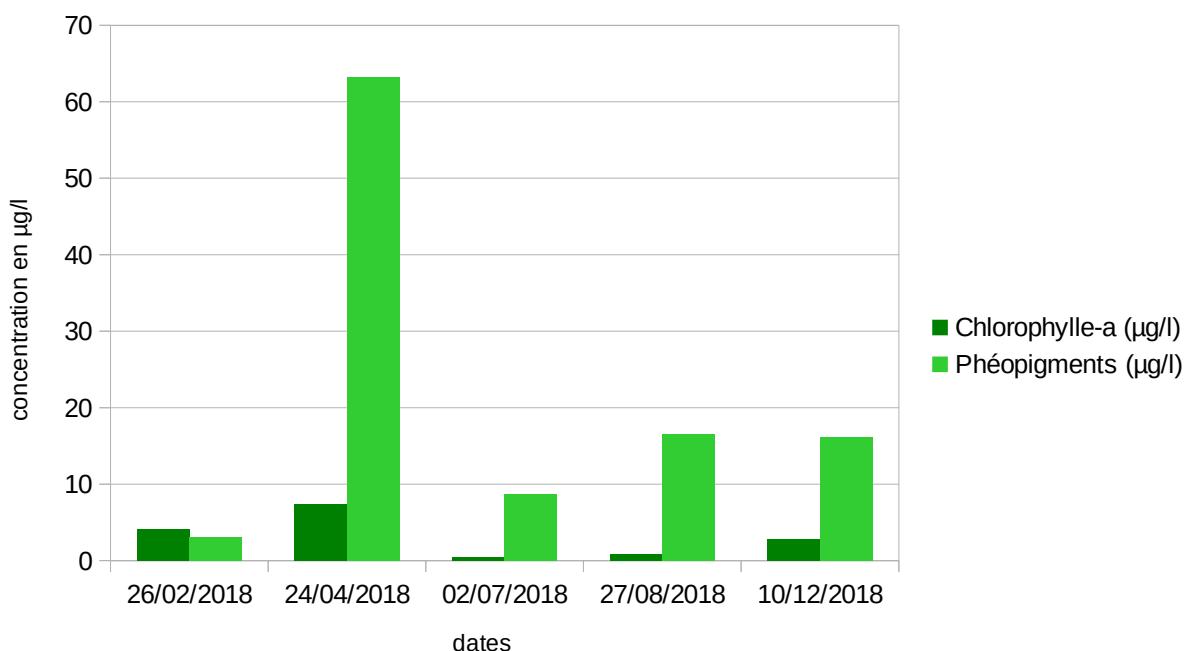


Figure 4: évolution temporelle des chlorophylle-a et phéopigments ($\mu\text{g/l}$) des différents échantillons intégrés sur la zone euphotique sur la retenue de Gaschet en 2018

En premier lieu, on observe que les concentrations en phéopigments sont, pour 4 campagnes sur 5, largement supérieures à celles de chlorophylle-a comme cela avait été observé en 2017. Cela est assez inhabituel voire inquiétant. En général, elles représentent une petite fraction de la chlorophylle-a. Sur 2018, la part de cellules algales dégradées ou mortes est alors extrêmement importante lors des campagnes d'avril à décembre et dénoterait une communauté algale en phase de sénescence sur cette période comme le confirme le calcul de la vitalité du tableau 1 (vitalité bien inférieure à 1).

Cependant une contre mesure a été réalisée lors de la campagne de décembre. Un deuxième échantillon sur filtre (car filtration directe de l'échantillon d'eau sur le terrain) a été fourni à l'IPG en même temps que l'échantillon normal du 10/12/2018. Les résultats sont de 7,8 $\mu\text{g/l}$ de chlorophylle-a et 5 $\mu\text{g/l}$ de phéopigments. Ce qui est bien différent des 2,8 $\mu\text{g/l}$ de chlorophylle-a et 16,2 $\mu\text{g/l}$ de phéopigments obtenus sur l'échantillon normal à cette même date. L'impact de la phase de transport avant analyse de l'échantillon d'eau brute aurait donc un effet significatif sur la qualité des résultats. Afin de confirmer ou d'infirmer ce point, les analyses de 2019 devraient être réalisées avec filtration sur le terrain et transfert en glacière du tube contenant le filtre. Les analyses étant toujours réalisées dès l'arrivée en laboratoire pour limiter autant que possible la dégradation de l'échantillon.

Tableau 1 : mesure de la vitalité (ratio chlorophylle-a sur phéopigments) de la communauté algale lors des différentes campagnes de 2018

	26/02/2018	24/04/2018	02/07/2018	27/08/2018	10/12/2018
vitalité	1,32	0,12	0,06	0,05	0,17

Ceci laisse penser que les résultats de chlorophylle-a de 2018 sont à prendre avec beaucoup de précautions. En effet les moyennes des concentrations sont de 3,4 et de 21,5 µg/l pour respectivement la chlorophylle-a et les phéopigments. La production phytoplanctonique de la retenue de Gaschet exprimée par la chlorophylle-a serait ainsi très faible. Au vu du site, il paraît impensable que la concentration en chlorophylle-a puisse être proche de 0 µg/l lors de certaines campagnes, notamment estivales (juillet et août). Cela est d'ailleurs en contradiction avec l'expression de la biomasse totale issue des comptages phytoplanctoniques ci-dessous.

Les mesures de ces paramètres essentiels à la compréhension de la communauté algale et au calcul de l'indice IPLAC devront dans les années suivantes être améliorées.

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 11,9 mg/l (contre 13,8 mg/l sur la fin de l'année 2017) avec un maximum de 19,2 mg/l et un minimum de 3,9 mg/l pour respectivement les campagnes de juillet et décembre. Les biomasses évoluent de manière assez classique, avec une courbe en cloche, faible concentration en février et décembre et forte au cœur de la saison estivale. Les périodes de 1ère transition et de saison des pluies (Annexe 2) sont les plus propices aux développements du phytoplancton. Les biomasses des mois d'avril et de juillet sont alors plus de 2 fois supérieures à celles des mois de février et décembre. La communauté algale de la retenue de Gaschet peut alors être considérée comme assez productive.

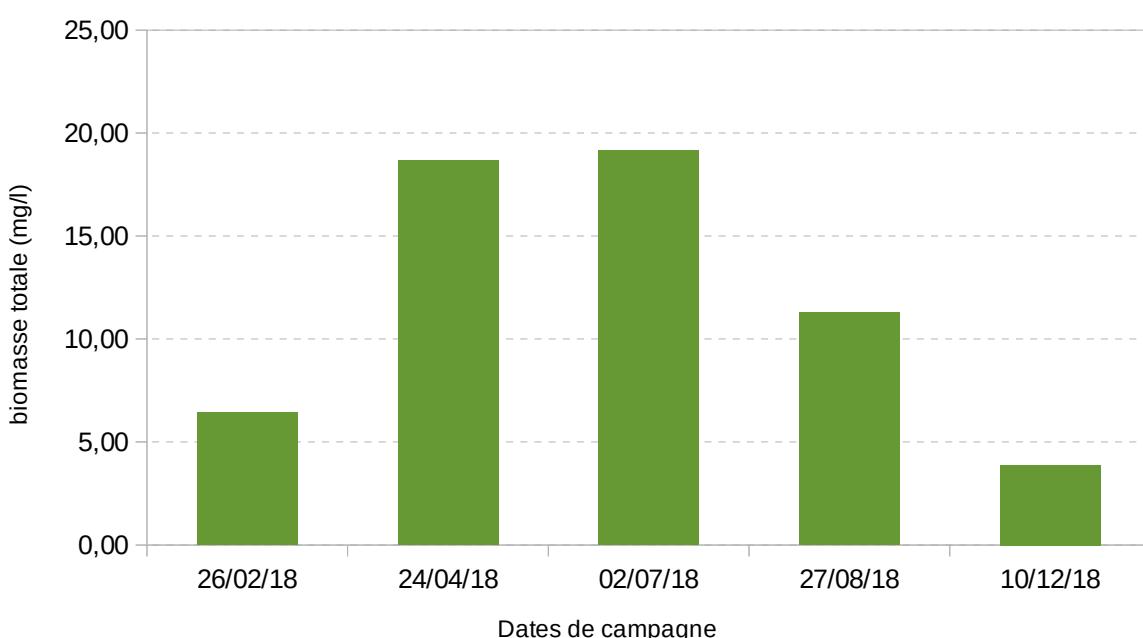


Figure 5: évolution temporelle des biomasses totales (mg/l) des différents échantillons intégrés sur la zone euphotique sur la retenue de Gaschet en 2018

De manière globale, le phytoplancton se développe abondamment sur la saison des pluies et un peu avant. En saison sèche la production est la plus faible.

Comme évoqué précédemment, 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, les distributions sont très différentes. Les communautés algales, exprimées en biomasse algale, ne semblent pas en sénescence ou se réduire en début de saison des pluies contrairement aux teneurs en chlorophylle-a.

Les causes de cette discordance ne sont pas évidentes mais les tests réalisés en décembre semblent indiquer des problèmes de dégradation des échantillons d'eau avant analyses des chlorophylle-a à l'IPG.

A une échelle d'analyse plus fine, utilisant les embranchements algaux, la figure 6, montre que les peuplements algaux se répartissent majoritairement dans le groupe des algues vertes puis dans une moindre mesure dans celui des diatomées. Les algues vertes sont surtout représentées par l'embranchement des Chlorophyta, celui des Charophyta étant très peu présent. Elles contribuent fortement à l'évolution de la biomasse totale au cours de l'année.

Les diatomées (Bacillariophyta) sont présentes toute l'année mais en de faibles quantités, inférieures à 1,6 mg/l. Les cyanobactéries (Cyanobacteria) sont très peu présentes sur la retenue avec au maximum 0,2 mg/l. Les autres groupes algaux sont très peu abondants mais peuvent se rencontrer tout au long de l'année comme c'est le cas pour les cryptophycées (Cryptophyta) et les euglénophycées (Euglenophyta).

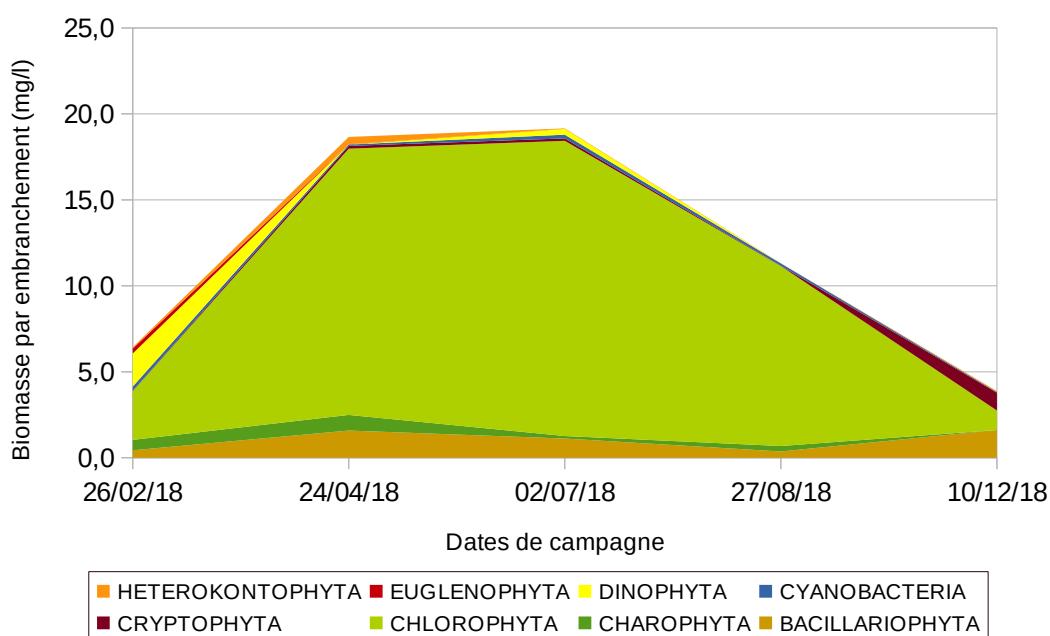


Figure 6: répartition dans les embranchements algaux de la biomasse algale des échantillons prélevés sur la zone euphotique sur la retenue de Gaschet en 2018

Les algues vertes dominent la communauté lors de presque toutes les campagnes par la présence abondante de *Pediastrum simplex* Meyen (ou *Monactinus simplex* (Meyen) Corda) d'avril à août

qui atteint jusqu'à 15,3 mg/l en juillet soit 80 % de l'échantillon. *Staurastrum tetracerum* (Kützing) Ralfs et *Chlorotetraedron incus* (Teiling) Komárek & Kováčik sont les plus abondantes en février avec respectivement 0,5 et 0,7 mg/l. En décembre, *Dictyosphaerium pulchellum* Wood est la plus abondante des espèces de ce groupe algal avec 0,4 mg/l, bien qu'il ne soit plus dominant. *Staurastrum volans* W. & G.S. West, seulement connue du continent américain, n'est présent que de février à juillet dans de très faibles proportions (moins de 1%) soit maximum 0,2 mg/l en avril. Enfin, *Cosmarium ornatum* Ralfs n'est rencontré qu'en avril mais avec une abondance de 0,6 mg/l.

Les diatomées dominent en décembre avec la forte abondance de *Cyclotella comensis* Grunow, petite diatomée centrique, qui représente 40 % de l'échantillon avec 1,6 mg/l. 26 % de la biomasse de cette campagne sont représentés par des cryptophycées avec le genre *Cryptomonas* et plus précisément les espèces *C. marssonii* Skuja et *C. erosa* Ehrenberg avec respectivement 0,6 et 0,4 mg/l. La diatomée *Staurosira venter* (Ehrenberg) Cleve & Moeller (ou *Fragilaria construens* f. *venter* (Ehrenberg) Grunow (Ehrenberg) Hustedt) est la plus fréquente avec le genre *Nitzschia* Hassall car retrouvée dans les échantillons de février à août avec des biomasses de 0,1 à 0,9 mg/l au cours de ces différentes campagnes.

Les dinophycées (Dinophyta) sont quasi absentes de la retenue sauf lors de la campagne faite pendant la saison sèche (février) pour laquelle elles occupent 30 % de la biomasse de l'échantillon soit 1,9 mg/l.

Enfin les cyanobactéries sont extrêmement peu abondantes sur la retenue de Gaschet avec des proportions ne dépassant pas 1 %. Des espèces coloniales de petite taille composent ce groupe comme au cours des campagnes de 2017. Il s'agit de *Cyanogranis libera* Hindak (max 0,1 mg/l), de plusieurs espèces d'*Aphanocapsa* Nägeli, d'*Aphanothece* Nägeli et de *Chroococcus* Nägeli. Quelques espèces filamenteuses sont présentes, notamment *Planktolyngbya limnetica* (Lemmermann) Komarkova-Legnerova (0,07 mg/l maximum) et dans une moindre mesure *Pseudanabaena limnetica* (Lemmermann) Komárek.

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 au sein des différents groupes algaux mais déséquilibrée lors de certaines campagnes au profit d'un petit nombre d'espèces d'algues vertes. La biomasse totale correspondante est moyenne 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, a priori, pas adapté aux lacs des DOM TOM, auquel appartient la retenue de Gaschet.

Néanmoins l'application de la méthode de calcul peut être intéressante à réaliser, comme en 2017, 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 évoqué précédemment les données de chlorophylle posent questions. De plus les données de phosphore total sont toutes inférieures à la limite de quantification, beaucoup trop élevée de l'IPG (0,048 mg/l en P). De même les résultats de nitrates, d'ammonium et de nitrites sont inférieurs aux seuils de quantification. L'évaluation de l'état de trophie par ce système ne sera alors qu'une estimation à considérer avec beaucoup de 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 2018 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 2018	1	<682*	~3,4	7,4	<48**	« entre mésotrophe et eutrophe »

* La moyenne comprenant des valeurs d'azote Kjeldahl, 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 2018, les moyennes en azote total et en phosphore total comprennent beaucoup de valeurs inférieures aux limites de quantification des méthodes d'analyse de l'Institut Pasteur de Guadeloupe (IPG). Voir pour cela le rapport SCE (2019). 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 2018, 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 et de résultats de chlorophylle exploitables.

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 36 % de contributifs (soit 18 taxons minimum), un pourcentage de taxons déterminés au genre inférieur à 23 % (moins de 12 genres) et d'indéterminés inférieur à 10 % (moins de 5 taxons) comme le montre la figure 7. De plus le biovolume relatif total représenté par les taxons contributifs s'élève à 50 % en février et à plus de 75 % pour les autres campagnes. L'annexe 3 reprend l'intégralité des résultats de l'IPLAC sous la forme d'une fiche de synthèse.

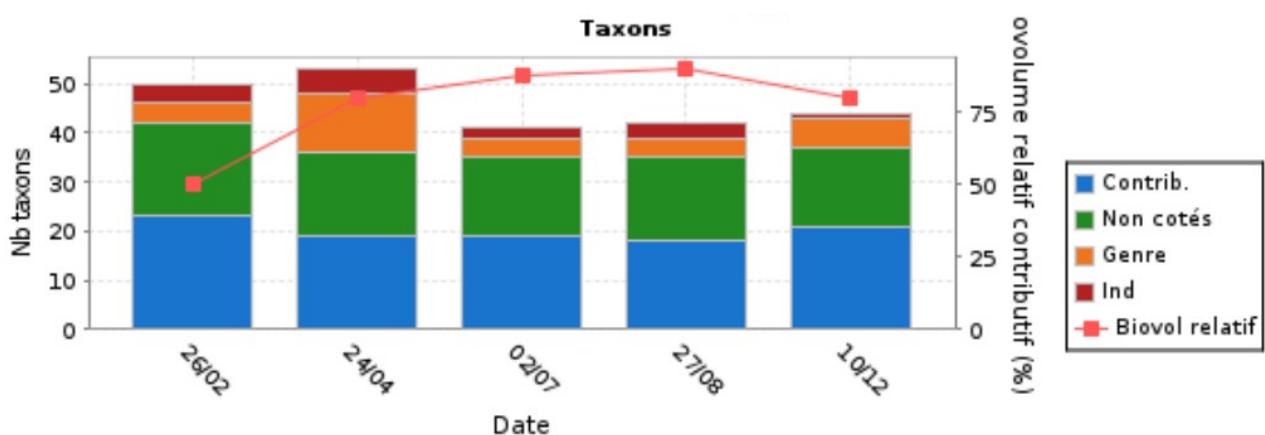


Figure 7 : distribution des taxons dénombrés selon qu'ils sont déterminés à l'espèce et qu'ils contribuent à l'indice (Contrib), ou ne contribuent pas (Non cotés), ou sont déterminés au genre (Genre) ou sont indéterminés (Ind). La courbe rouge représente le biovolume relatif des taxons contributifs sur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

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 % qui est une valeur communément rencontrée pour des plans d'eau de métropole. Le nombre de taxons contributifs est au minimum de 18 ce qui se situe bien au-dessus du minimum de 5 taxons donné dans la méthode de calcul.

La figure 8 illustre les résultats des MCS de chacune des campagnes. Les campagnes d'avril à août sont classées en « bon » (malgré l'affichage sur le graphe qui laisse à penser qu'elles sont en moyen) ; celle de février en « médiocre » et celle de décembre en « très bon ». Si pour le calcul de la métrique MCS annuelle nous retenons la période d'avril (au lieu de début mai) à fin octobre, la retenue de Gaschet se classe alors en 2018 en état « bon » pour cette métrique avec une valeur de 0,607. La prise en compte de l'ensemble des campagnes de l'année ne change pas cette évaluation qui reste en « bon » avec une valeur de 0,667. Le résultat augmente par prise en compte de la campagne de décembre.

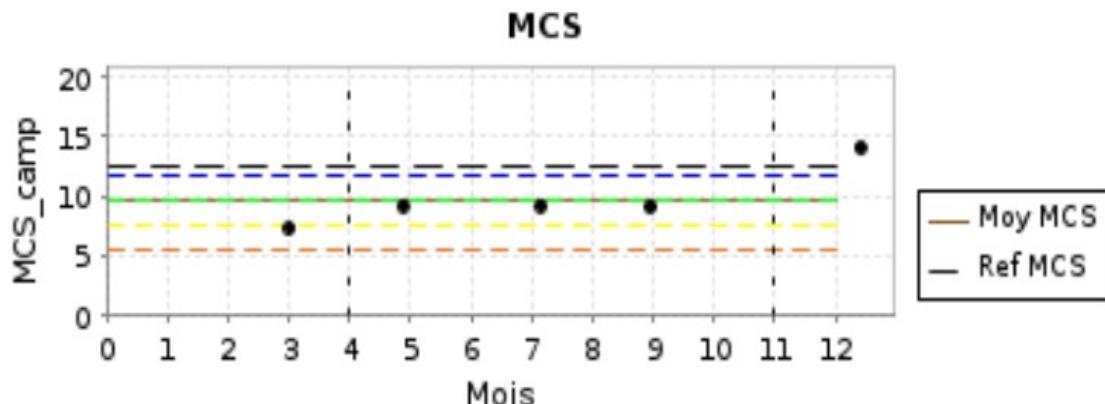


Figure 8: résultats de la Métrique de Composition Spécifique (MCS) par campagne sur la retenue de Gaschet en 2018. Les lignes en pointillés représentent les limites des différentes classes d'état (bleue : très bon/bon, verte : bon/moyen, jaune : moyen/médiocre, rouge : médiocre/mauvais)

En ce qui concerne la chlorophylle-a et la Métrique de Biomasse Algale (MBA), la figure 9 montre la position des différentes campagnes de 2018 par rapport aux limites de classe d'état. Il faut garder à l'esprit que les données de chlorophylle posent un certain nombre de questions quant à leur représentativité de la production chlorophyllienne réelle du plan d'eau. Les résultats de cette métrique sont alors à prendre avec beaucoup de précaution.

Les concentrations en chlorophylle-a sont très faibles, ce qui induit un classement de chaque campagne en mieux que « bon » avec celles de juillet, d'août et de décembre classées en 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 concentrations en chlorophylle-a car il est très peu probable que les résultats puissent s'étaler ainsi avec des résultats (en juillet et août) proche de 0 µg/l. Ce point devra être clarifié avec les données de 2019.

Ceci étant, le classement de la retenue de Gaschet par la MBA est alors « très bon » avec une valeur de 0,956. la prise en compte des 2 campagnes supplémentaires n'abaisse que très légèrement cette valeur gardant la métrique en état « très bon ».

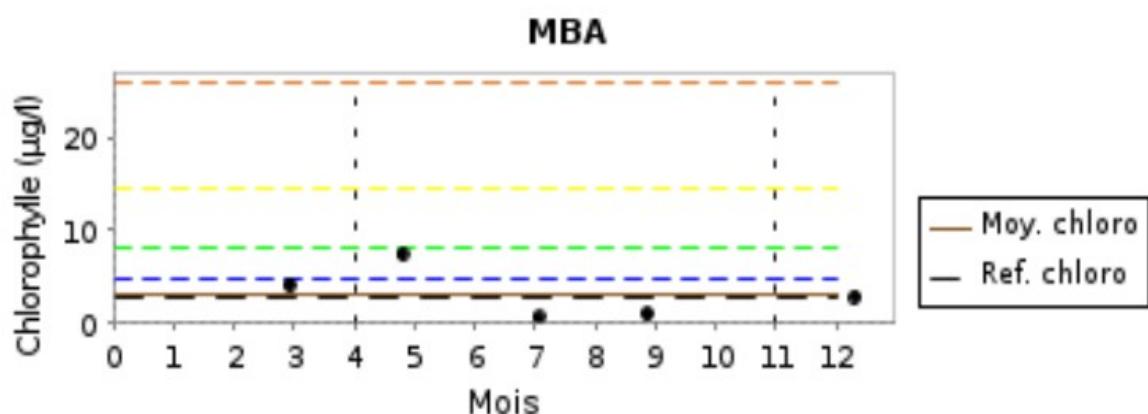


Figure 9: résultats de la Métrique de Biomasse Algale (MBA) sur la retenue de Gaschet en 2018. Les lignes en pointillés représentent les limites des différentes classes d'état (bleue : très bon/bon, verte : bon/moyen, jaune : moyen/médiocre, rouge : médiocre/mauvais)

L'IPLAC calculé avec les données de ces deux métriques en 2018 donne un résultat de 0,712 soit un classement en « bon » état écologique. Comme pour les deux métriques prises individuellement, le calcul sur l'année entière ne change pas la classe d'état de la retenue puisque le résultat est alors de 0,747.

L'évaluation par les deux métriques semble, néanmoins, assez discordante : la MBA est très proche de la référence (1) alors que la MCS est juste au-dessus de la limite moyen/bon (0,6). Cet écart, relativement important, n'est pas réaliste et confirmerait que les mesures de chlorophylle ne sont pas représentatives de la biomasse algale présente dans la retenue. L'IPLAC, ainsi calculé, ne représente pas correctement l'état de la communauté algale et d'autres données plus robustes seront nécessaires pour cela.

Bien que les résultats de l'IPLAC de 2018 ne puissent pas faire référence, le positionnement des campagnes ainsi que leur nombre peuvent être commentés. Au début du projet d'étude de 3 ans, il avait été fait le choix de positionner les campagnes tous les deux mois afin de couvrir autant que possible (avec un coût raisonnable) l'intégralité de l'année. Il en ressort sur 2018 que ce positionnement montre bien l'évolution globale de la communauté algale : peu développée en saison sèche (janvier-mars), elle croît lors de la première transition (avril-mai) pour atteindre un maximum en saison des pluies (période la plus chaude de juillet à octobre) puis décroît lors de la deuxième transition (novembre-décembre). Cela pourrait indiquer qu'un suivi du phytoplancton couvrant l'année de la 1ère transition à la 2ème transition offrirait une vision intéressante du potentiel de développement de la communauté algale. Le relevé sur l'année 2019 confirmera ou affinera peut-être ce point. Le nombre de campagnes n'a été que de 5 en 2018 au lieu des 6 prévues du fait des développements de la jacinthe d'eau qui ont empêché les prélèvements d'octobre. Cette période de l'année n'est peut-être pas la plus productive (cf. données de 2017) mais il faudra attendre les données de l'année 2019 pour en avoir une vision plus précise. Trois campagnes minimales sont requises pour le calcul de l'IPLAC. Si peu de variations dans l'évaluation par cet indice ne sont notées en prenant comme base de calcul soit l'ensemble de l'année soit seulement la période 1ère transition et saison des pluies alors le nombre de campagnes pourra être maintenu à trois. Dans le cas contraire, le nombre de campagnes devra être plus important pour tenir compte de ces variations.

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 partielle de son état écologique en 2017. 2018 a fait l'objet d'une deuxième année de relevés plus complète. 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 2018, la surveillance a comporté un suivi de la qualité physico-chimique de ses eaux ainsi qu'un suivi de l'élément phytoplancton. Les campagnes de terrain initialement prévues tous les deux mois, soit 6 campagnes, n'ont finalement pu être que réalisées que 5 fois du fait de problèmes d'accès dus au développement de la jacinthe d'eau lors de la campagne d'octobre.

Néanmoins il en ressort que la communauté algale est bien développée et diversifiée avec des richesses de plus de 40 taxons. Les algues vertes dominent largement en nombre de taxons présents mais les cyanobactéries et les diatomées sont bien représentées. Les autres groupes algaux sont peu présents.

Les biomasses algales totales au cours des trois campagnes d'avril à août sont plutôt élevées car supérieures à 10 mg/l, indiquant un plan d'eau productif sur cette période de 1ère transition et de saison des pluies. En saison sèche et lors de la 2ème transition, les biomasses sont nettement plus faibles (autour de 5 mg/l). Les taxons les plus abondants appartiennent aux algues vertes notamment *Pediastrum simplex* et *Dictyosphaerium pulchellum* mais aussi *Chlorotetraedron incus* et *Staurastrum tetracerum*. Ces deux derniers sont surtout présents en février. *Staurastrum volans* a été retrouvé de février à juillet dans des quantités assez faibles. Les diatomées sont moins abondantes que les algues vertes mais sont néanmoins présentes toute l'année. *Cyclotella comensis* est la plus abondante et *Fragilaria contruens f. venter* (ou *Staurosira venter*) est la plus fréquente avec le genre *Nitzschia* de février à août.

Les cyanobactéries, bien qu'assez diversifiées, sont très peu abondantes sur la retenue de Gaschet. Ce sont surtout des taxons coloniaux de petites tailles, des genres *Cyanogranis*, *Aphanothecce* ou *Aphanocapsa* qui sont les plus fréquents.

Les moyennes des teneurs en chlorophylle-a et phéopigments sur 2018 sont respectivement de 3,1 et de 21,6 µg/l. Les concentrations en phéopigments sont très élevées et dans la majeure partie des 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 comme c'était déjà le cas avec les données de 2017. Cela est d'autant plus gênant que les mesures de chlorophylle-a sont nécessaires au calcul de la métrique MBA. Des tests de filtration in situ de l'échantillon en fin d'année semblent montrer une influence importante de la phase d'acheminement de l'échantillon au laboratoire sur la dégradation de la chlorophylle en phéopigments. Les données de 2019, avec filtration systématique sur le terrain permettront peut-être de clarifier ce phénomène et d'améliorer les résultats d'analyse.

La mise en œuvre de l'IPLAC et ses résultats ne peuvent être qu'indicatifs du fait de la qualité et de la faible représentativité des données de chlorophylle-a. Ceci étant la métrique MBA est calculable et classe la retenue en état « très bon » mais la présence de teneurs en chlorophylle-a très proches

de zéro (mieux que la référence calculée pour Gaschet) interroge. 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 les concentrations en chlorophylle posant questions, 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 disposer de données de chlorophylle plus fiables et de phosphore plus justes sur une année complète. Elles permettront de tenir compte et de 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, 2019. Programme de surveillance de la retenue d'eau de Gaschet – année 2018. Lot n°1 : prélèvements et analyses physico-chimiques et hydrobiologiques. Rapport final.

ANNEXES

Annexe 1 : résultats des comptages phytoplanctoniques de la retenue de Gaschet sur l'année 2018 exprimés en biomasse (µg/l) par taxon

Embranchement	Code taxon	Cf.	Nom taxon	Nom Auteur	Code Taxon Ref	26/02/18	24/04/18	02/07/18	27/08/18	10/12/18
BACILLARIOPHYTA	AULANG		<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	(Ehrenberg) Simonsen (O.M.) Simonsen	AULANG					22,60
	CYCCOM		<i>Cyclotella comensis</i>	Grunow	PATCOM					1 571,35
	ENYSPX		<i>Encyonopsis</i>	Krammer	ENYSPX	29,71				
	FRAGOU		<i>Fragilaria goulardii</i>	(Brébisson) Lange-Bertalot	FRAGOU			0,63	1,26	
	FRASPX		<i>Fragilaria</i>	Lyngbye	FRASPX		174,02			
	FRAVEN		<i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i>	(Ehrenberg) Grunow (Ehrenberg) Hustedt	STSVEN	116,98	769,81	892,60	291,58	
	INDCE5		Diatomées centriques indéterminées < 10 µm	A remplir	INDCE5			41,01	30,55	
	INDPE1		Diatomées pennées indéterminées > 100 µm	A remplir	INDPE1		0,52			
	NAVSPX		<i>Navicula</i>	Bory de Saint Vincent	NAVSPX				0,12	
	NIZSPX		<i>Nitzschia</i>	Hassall	NIZSPX	237,68	575,18	178,97	37,03	
	SKESUB		<i>Skeletonema subsalsum</i>	(Cleve-Euler) Bethge	SKESUB		66,13			
	SURSPX		<i>Surirella</i>	Turpin	SURSPX		1,11			
	ULNULN		<i>Ulnaria ulna</i>	(Nitzsch) Compère	ULNULN					14,17
	URSERI		<i>Urosolenia eriensis</i>	F. E. Round & R.M. Crawford	URSERI	49,91			7,78	6,04
CHAROPHYTA	CLOINC		<i>Closterium incurvum</i>	Brébisson	CLOINC					0,21
	COSORN		<i>Cosmarium ornatum</i>	Ralfs	COSORN		654,09			
	COSTEN		<i>Cosmarium tenue</i>	Archer	COSTEN	31,49	30,48			
	STATET		<i>Staurastrum tetracerum</i>	(Kützing) Ralfs	STATET	498,08			310,38	
	STAVOL		<i>Staurastrum volans</i>	W. & G.S. West	STAVOL	74,64	216,71	149,88		
CHLOROPHYTA	AMKMIN		<i>Amphikrikos minutissimus</i>	Korshikov	AMKMIN			2,63		
	ANYLAN		<i>Ankyra lanceolata</i>	(Korshikov) Fott	LANSPA		29,90			
	BOTBRA		<i>Botryococcus braunii</i>	Kützing	BOTBRA	11,63	5,73	3,83	0,69	
	CLLELL		<i>Chlorella ellipsoidea</i>	Gerneck	CLLELL	14,85	35,94	11,19		
	CLLVUL	Cf.	<i>Chlorella vulgaris</i>	Beij.	CLLVUL				64,80	
	CLTICU		<i>Chlorotetraedron incus</i>	(Teiling) Komárek & Kováčik	CLTICU	687,03				

	COEMIC	Cf.	<i>Coelastrum microporum</i>	Nägeli	COEMIC					53,81
	COEREC		<i>Coelastrum reticulatum var. cubanum</i>	Komárek	COEREC	85,56				41,44
	COOFOT		<i>Coenochloris fottii</i>	(Hindák) Tsarenko	COOFOT	159,54		106,78		
	CRCPUL		<i>Crucigeniella pulchra</i>	(W. & G.S. West) J. Komárek	CRCAPI	41,59				20,14
	CRUTET		<i>Crucigenia tetrapedia</i>	(Kirchn.) W.G.S. West	LMMTET	80,22				
	DCHDEC		<i>Diplochloris decussata</i>	Korshikov	DCHDEC					1,05
	DEDCOM		<i>Desmodesmus communis</i>	(Hegewald) Hegewald	DEDCOM	108,14		217,15		
	DEDSPI		<i>Desmodesmus spinosus</i>	(Chodat) Hegewald	DEDSPI	49,91	20,13	45,93		8,06
	DICCHL		<i>Dictyosphaerium chlorelloides</i>	(Naumann) Komárek & Perman	DICCHL				108,30	
	DICPUL		<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	Wood	MUCPUL	171,13	807,33	193,28	33,32	435,10
	DIDFIN		<i>Didymocystis fina</i>	Komárek	PSDFIN	10,40		4,18		13,09
	FRNJAV		<i>Franceia javanica</i>	(Bernard) Hortobágyi	FRNJAV		4,67	4,85		
	GOKCHL		<i>Golenkiniopsis chlorelloides</i>	(J.W.G. Lund) Fott	GOKCHL	13,34				
	GOKSOL		<i>Golenkiniopsis solitaria</i>	(Korshikov) Korshikov	GOKSOL					2,73
	GOLSPX		<i>Golenkinia</i>	R. Chodat	GOLSPX	63,13				
	HARRET		<i>Hariotina reticulata</i>	Dangeard	HARRET			85,90		
	INDCH2		<i>Chlorophycées indéterminées 2 - 5 µm</i>	Reichenbach	INDCH2		14,38			
	INDCH5		<i>Chlorophycées indéterminées 5 - 10 µm</i>	Reichenbach	INDCH5		15,88	16,48	40,91	
	INDCHL		<i>Chlorophycées indéterminées > 10 µm</i>	Reichenbach	INDCHL					32,37
	INDCHO		<i>Chlorococcales indéterminées</i>	A remplir	INDCHO	82,44				
	KIRCON		<i>Kirchneriella contorta</i>	(Schmidle) Bohl.	RDODAN	35,21			36,56	
	LAGSUB		<i>Lagerheimia subsalsa</i>	Lemmermann	LAGSUB				7,91	12,30
	MONARC		<i>Monoraphidium arcuatum</i>	(Korshikov) Hindák	ANKARC					1,57
	MONCIR		<i>Monoraphidium circinale</i>	(Nyg.) Nygaard	MONCIR	3,71	19,77	1,86	4,63	2,70
	MONCON		<i>Monoraphidium contortum</i>	(Thur.) J. Komárek-Legn.	MONCON	142,68	48,73	151,67	20,92	12,19
	MONGRI		<i>Monoraphidium griffithii</i>	(Berk.) Legn.	MONGRI					16,76
	MONMIN		<i>Monoraphidium minutum</i>	(Naegeli) Komárek-legn.	MONMIN	41,44	6,68		21,52	23,42
	MONNAN	Cf.	<i>Monoraphidium nanum</i>	(Ettl) Hindák	MONNAN	2,67				
			<i>Monoraphidium nanum</i>	(Ettl) Hindák	MONNAN		4,53			
	MONTOR		<i>Monoraphidium tortile</i>	(W. et G.S. West) Komárek-Legn.	MONTOR	3,42	3,31	5,15		

	NECWIL	<i>Nephrochlamys willeana</i>	(Printz) Korshikov	NECWIL	3,67		3,68		14,22
	NEPSPX	<i>Nephrocytium</i>	Nägeli	NEPSPX			82,03		
	OEDSPX	<i>Oedogonium</i>	Link	OEDSPX	0,48				
	OOCLAC	<i>Oocystis lacustris</i>	Chodat	OOCLAC	94,48	60,95	308,27	88,31	95,32
	OOCNEP	Cf. <i>Oocystis nephrocytioides</i>	Fott & Cado	OOYNEP				130,52	
	OOCSOL	<i>Oocystis solitaria</i>	Witt.	OOCSOL			78,30		
	OOCSPX	Cf. <i>Oocystis</i>	Nägeli	OOCSPX		17,25			
	PEDSIM	<i>Pediastrum simplex</i>	Meyen	MOTSIM	551,69	12 766,40	15 296,50	9 609,91	18,35
	PEDTET	<i>Pediastrum tetras</i>	(Ehrenberg) Ralfs	SRITET	103,98	100,63		129,59	
	PLKGEL	<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	G.M. Smith	PLKGEL	67,14		67,41		65,04
	SCEACM	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	(Lagerheim) Chodat	TEDLAG		445,64			44,60
	SCEGDI	<i>Scenedesmus granulatus f. disciformis</i>	Hortobagyi	SCEGDI					43,17
	SCEJAV	<i>Scenedesmus javanensis</i>	Chodat	PECJAV		148,79			
	SCEMAG	<i>Scenedesmus magnus</i>	Meyen	DEDMAG		270,98	232,66		
	SCEPRC	<i>Scenedesmus producto-capitatus</i>	Schmula	SCEPRC				34,80	54,10
	SCEPSH	<i>Scenedesmus pseudohelveticus</i>	Kirj.	DEDARM		12,54	26,01		
	SCESEP	<i>Scenedesmus semperfervens</i>	Chodat	DEDABU		64,40	71,59	26,66	
	SCESPX	<i>Scenedesmus</i>	Meyen	SCESPX		23,00		29,62	
	SCRSPI	<i>Schroederia spiralis</i>	(Printz) Korshikov	SCRSPI		9,78			
	SIDORN	<i>Siderocelis ornata</i>	(Fott) Fott	SIDORN		88,41			
	STCBAC	<i>Stichococcus bacillaris</i>	Nägeli	STCBAC				8,19	14,86
	SZOEXU	<i>Spermatozopsis exultans</i>	Korshikov	SZOEXU	4,01				4,86
	TEACAU	<i>Tetraedron caudatum</i>	(Corda) Ralfs	TEACAU		284,64	98,43	40,73	15,83
	TEAMIN	<i>Tetraedron minimum</i>	(Braun) Hansgirg	TEAMIN	207,97	125,79	52,20	32,40	37,77
	TERKOM	<i>Tetrastrum komarekii</i>	Hindák	LMMKOM					45,32
	TERSPX	<i>Tetrastrum</i>	Chodat	TERSPX		46,58			
CRYPTOPHYTA	CRYERO	<i>Cryptomonas erosa</i>	Ehrenberg	CRYERO					448,31
	CRYMAR	<i>Cryptomonas marssonii</i>	Skuja	CRYMAR					561,15
	CRYSPX	<i>Cryptomonas</i>	Ehrenberg	CRYSPX		127,37	132,14		
	PLGNAN	<i>Plagioselmis nannoplantica</i>	(H. Skuja) G. Novarino, I.A.N. Lucas & S.	PLGNAN	20,80	35,22	5,22	3,24	35,25

			Morrall						
	RHDLAC	<i>Rhodomonas lacustris</i>	Pascher & Ruttner	RHDLAC				9,26	
CYANOBACTERIA	APADEL	<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	W. & G.S. West	APADEL			26,85		
	APAE LA	<i>Aphanocapsa elachista</i>	W. & G.S. West	APAE LA	2,97		8,33	1,44	
	APA HOL	<i>Aphanocapsa holsatica</i>	(Lemmermann) Cronberg & J. Komárek	APA HOL	14,11				
	APA INC	<i>Aphanocapsa incerta</i>	(Lemmermann) Cronberg & J. Komárek	APA INC				19,44	
	APASP X	<i>Aphanocapsa</i>	Nägeli	APASP X		4,31			
	APOMIN	<i>Aphanothecce minutissima</i>	(West) Komárková-Legnerová & Cronberg	ANTMIN		3,59		0,93	
	APOSMI	<i>Aphanothecce smithii</i>	J. Komárková-Legnerová & G. Cronberg	ANTS MI	78,73				
	CDIPLA	<i>Cyanodictyon plantonicum</i>	B. Meyer	CDIPLA				0,93	
	CHRDIS	<i>Chroococcus dispersus</i>	(Keissler) Lemmermann	CHRDIS	39,22			20,36	
	CHRMIM	<i>Chroococcus minimus</i>	(Keissler) Lemmermann	CHRMIM			13,42		
	CHRSPX	<i>Chroococcus</i>	Nägeli	CHRSPX		35,08			
	CSOSPX	Cf. <i>Chrysosporum</i>	Zapomelová, Skaácelová, Pumann, Kopp & Janecek	CSOSPX					2,66
	CYGLIB	<i>Cyanogranis libera</i>	Hindák	CYGLIB	17,83	36,66	129,75	65,72	20,50
	INDCRO	<i>Chroococcales indéterminées</i>	Schaffner	INDCRO		1,15			
	MERSPX	<i>Merismopedia</i>	Meyen	MERSPX					7,48
	PLASPX	<i>Planktothrix</i>	Anagnostidis & J. Komárek	PLASPX					1,91
	PLLLIM	<i>Planktolyngbya limnetica</i>	(Lemmermann) Komarkova-Legnerova	PLLLIM	73,53		29,08	2,22	
	PSELIM	<i>Pseudanabaena limnetica</i>	(Lemmermann) J. Komárek	PSELIM		2,88	17,90	8,79	
	ROMELE	<i>Romeria elegans</i>	Woloszynska	ROMELE					2,16
	SNOLAC	Cf. <i>Snowella lacustris</i>	(Chodat) Komárek & Hindák	SNOLAC					9,26
	SYCNID	<i>Synechococcus nidulans</i>	(Pringsheim) Komárek	SYCNID		0,58	1,79	1,67	
	WORFUS	<i>Woronichinia fusca</i>	(Skuja) Komárek & Hindák	WORFUS	14,11				
DINOPHYTA	GYMCNE	Cf. <i>Gymnodinium cneoides</i>	T. M. Harris	GYMCNE			340,04		
	INDDIN	<i>Dinophycées indéterminées</i>	Fritsch	INDDIN	1 262,65				
	PERUMB	<i>Peridinium umbonatum</i>	Stein	PERUMB	657,62				
EUGLENOPHYTA	EUGSPX	<i>Euglena</i>	Ehrenberg	EUGSPX		13,57	8,29	1,18	1,98
	TRAVOC	<i>Trachelomonas volvocinopsis</i>	Svirenko	TRAVOC	289,67				

	TRAVOL		<i>Trachelomonas volvocina</i>	Ehrenberg	TRAVOL	0,58				
HETEROKONTOPHYTA	BITPHA		<i>Bitrichia phaseolus</i>	(Fott) Fott	BITPHA	28,60				
	BITSPX		<i>Bitrichia</i>	Woloszynska	BITSPX					12,30
	CHSRUF		<i>Chrysococcus rufescens</i>	G.A. Klebs	CHSRUF					37,77
	CHUSPX		<i>Chromulina</i>	Cienkowski	CHUSPX					5,07
	CLNOBL		<i>Chlorallanthus oblongus</i>	Pascher	CLNOBL		47,94			
	DINPET		<i>Dinobryon petiolatum</i>	T. Willén	DINFAC		22,64			
	GOCMUT		<i>Goniochloris mutica</i>	(Braun) Fott	GOCMUT			17,90		
	INDCHR		<i>Chrysophycées indéterminées</i>	Pascher	INDCHR	46,79	22,64		4,86	
	IDXAN		<i>Xanthophycées indéterminées</i>	Allorge ex Fritsch	IDXAN	0,00				
	ISTLOB		<i>Isthmochloron lobulatum</i>	(Nägeli) Skuja	ISTLOB		140,88			
	MALSPX		<i>Mallomonas</i>	Perty	MALSPX		192,06			
Total Résultat						6 427,16	18 657,33	19 153,42	11 306,75	3 880,96

Annexe 2 : synthèse du climat de Guadeloupe

Le climat en Guadeloupe

Présentation du climat

L'archipel de Guadeloupe est situé dans les Petites Antilles. Son climat est **tropical maritime**. Il est caractérisé par deux saisons principales : la saison sèche (ou carême) et la saison des pluies (saison cyclonique ou hivernage). Elles sont séparées par deux périodes (ou saisons) de transition. Le cycle annuel des températures moyennes est marqué par une faible amplitude, le régime d'alizé d'est assurant une ventilation relativement constante.

Les saisons en Guadeloupe

Saison sèche			1ère Transition			Saison des pluies			2ème Transition		
janv.	fév.	mars	avrill	mai	juin	Juil.	août	sept	oct.	nov.	déc.
L'alizé est constant et soutenu avec un temps sec et ensoleillé en journée et de petites averses fréquentes en fin de nuit. Les températures nocturnes sont fraîches. Les situations pluvieuses sont liées à l'influence des fronts froids circulant au nord de l'arc antillais.	Des averses plus fréquentes alternent avec des embellies. Parfois, de fortes pluies, souvent orageuses, se manifestent entre avril et mai. Les températures sont en hausse, surtout les minimales nocturnes.	Temps chaud et humide. Associées à des ondes d'est ou à l'influence plus ou moins directe de cyclones tropicaux, des épisodes de pluies abondantes, voire diluviales, affectent l'archipel. Souvent, la faiblesse de l'alizé débouche sur un temps lourd et orageux en journée.	Les pluies diminuent, avec une alternance d'averses et de belles éclaircies. Les alizés (appelés les avents en décembre) reprennent de la vigueur. Les températures sont en baisse.								

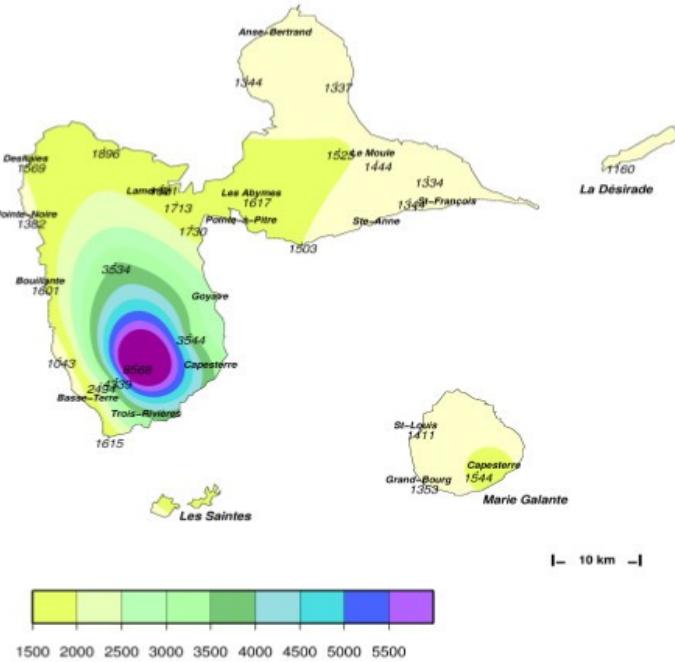
La pluviométrie

La variabilité spatiale et temporelle du régime des précipitations, imposée par la géomorphologie des îles, l'échelle et la fréquence des perturbations atmosphériques, constituent la principale particularité du climat de l'archipel guadeloupéen.

Le plateau calcaire de la Grande-Terre, les îles du sud et la côte sous le vent connaissent régulièrement des périodes de sécheresse.

En Basse-Terre, le relief, perpendiculaire au flux des alizés, régit le régime des pluies.

Des phénomènes d'échelle synoptique (cyclones, fond de talweg des latitudes tempérées), sous-synoptique (lignes de grains...), ou locale (convection diurne), provoquent parfois de violentes intempéries, sources d'inondations ou de coups de vent dévastateur.



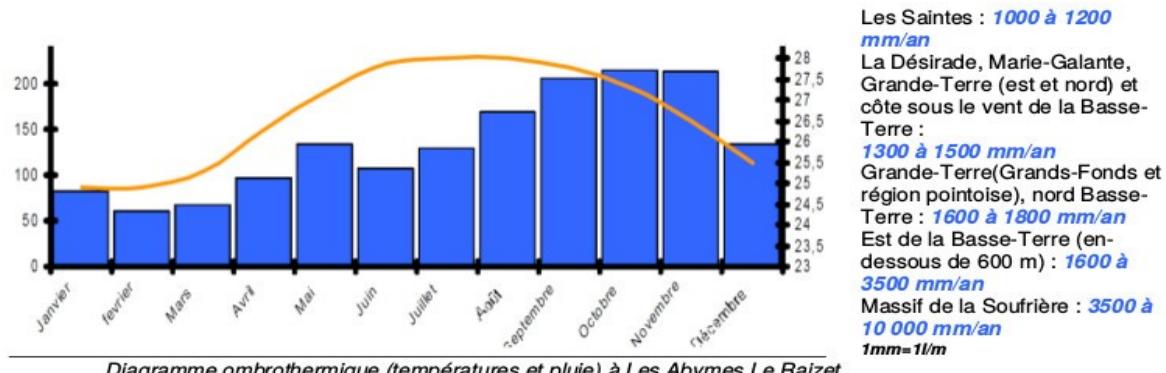


Diagramme ombrothermique (températures et pluie) à Les Abymes Le Raizet

Les Saintes : 1000 à 1200 mm/an

La Désirade, Marie-Galante, Grande-Terre (est et nord) et côte sous le vent de la Basse-Terre :

1300 à 1500 mm/an

Grande-Terre(Grands-Fonds et région pointoise), nord Basse-Terre : 1600 à 1800 mm/an

Est de la Basse-Terre (en-dessous de 600 m) : 1600 à 3500 mm/an

Massif de la Soufrière : 3500 à 10 000 mm/an
1mm=1l/m

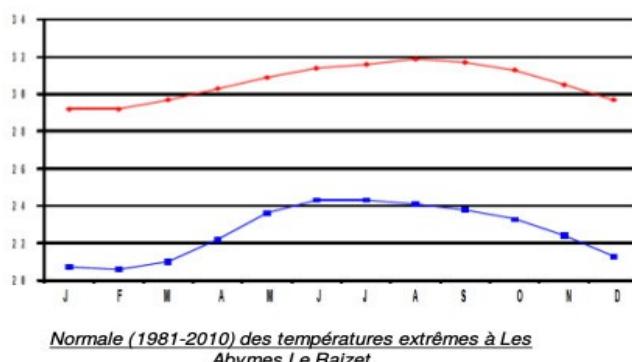
Les températures

Les températures moyennes varient peu au cours de l'année : 2 à 3°C pour les minimales, 3 à 4°C pour les maximales. L'amplitude diurne moyenne est plus importante : elle atteint 8°C à Les Abymes Le Raizet, à peine 5°C à La Désirade ou sur la façade est de la Basse-Terre au dessus de 100 m d'altitude.

Records absolus de température sur l'archipel

Température la plus basse : 7.6°C au sommet de la Soufrière le 2/3/2013

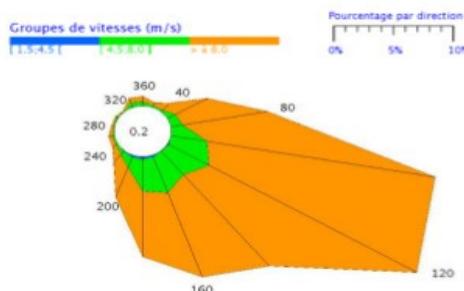
Température la plus élevée : 36.5°C à Baillif le 16/9/1998



Le Vent

L'alizé est très largement prédominant comme le montre la rose des vents établie sur la période 2001-2010 à la Désirade. La direction 100 est la plus représentée (près de 30% des cas), les directions 80,100 et 120 représentant près de 70% des cas.

Le vent est très rarement calme (typiquement 1% des cas), sa vitesse moyenne est le plus souvent modérée (entre 16 et 29 km/h : 56% des cas) ou assez forte (plus de 29 km/h : 29% des cas).



Rafales de vent les plus fortes ayant affecté la Guadeloupe depuis 1950 : estimées à 270 km/h lors du passage de louragan HUGO le 17/09/1989.

L'Ensoleillement

Durée moyenne en heure par jour au Raizet (moyenne 1996-2010)

janv.	fév.	mars	avril	mai	juin	Juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
6,7	6,9	6,8	7,2	7,0	7,1	7,1	7,2	6,4	6,4	6,1	6,3

Durée d'ensoleillement annuelle moyenne (1995-2010) :
2400 h au Raizet, 1900h à Petit Bourg (Duclos) à l'est de la Basse-Terre

Édité par MÉTÉO-FRANCE
Service Régional de la Guadeloupe
Aéroport de Les Abymes Le Raizet
B.P. 451 97183 LES ABYMES Cedex x
Tel : 0590896060 Fax : 0590896075
Section Climatologie e-mail : clm971@meteo.fr

MÉTÉO FRANCE
Toujours un temps d'avance

Annexe 3 : fiche de résultats synthétiques de l'IPLAC sur la retenue de Gaschet en 2018

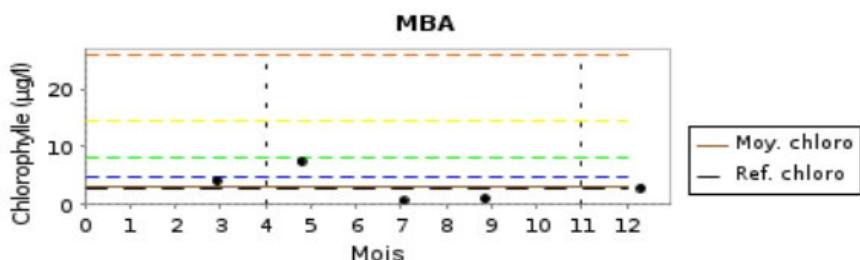
GASCHET - Année 2018

Altitude (m) : 7.5 m - Profondeur moyenne : 5 m

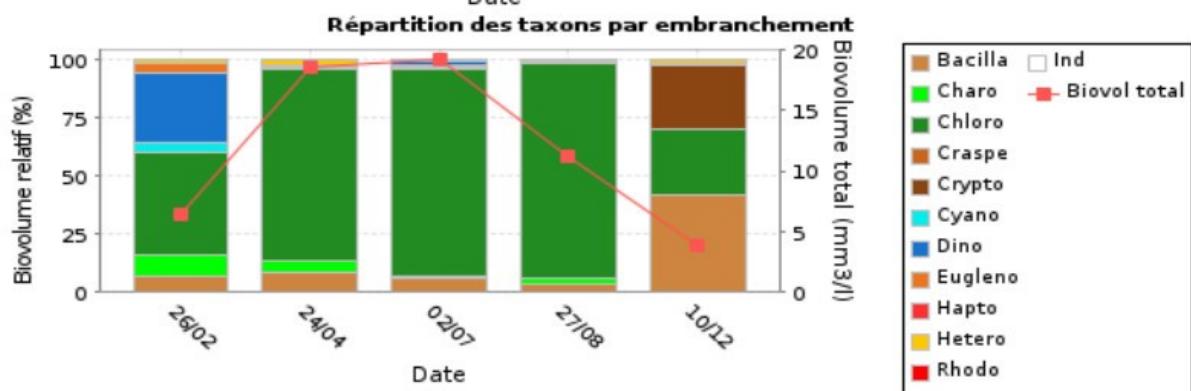
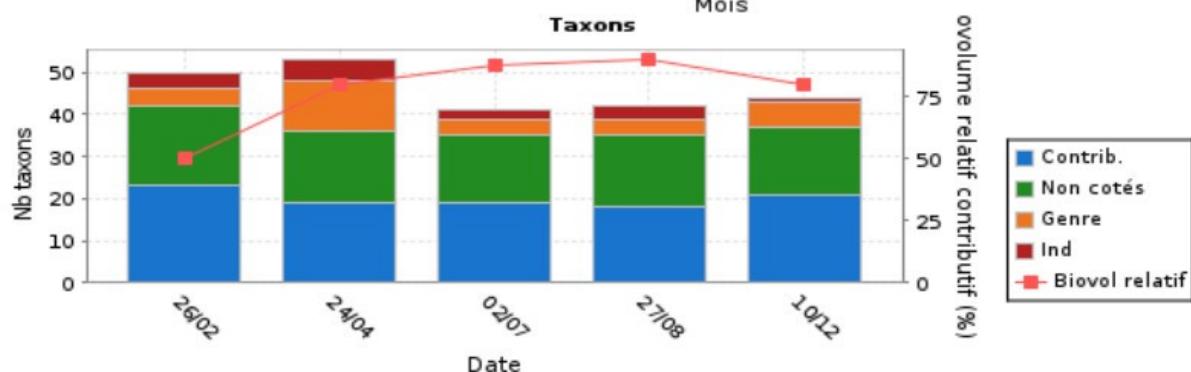
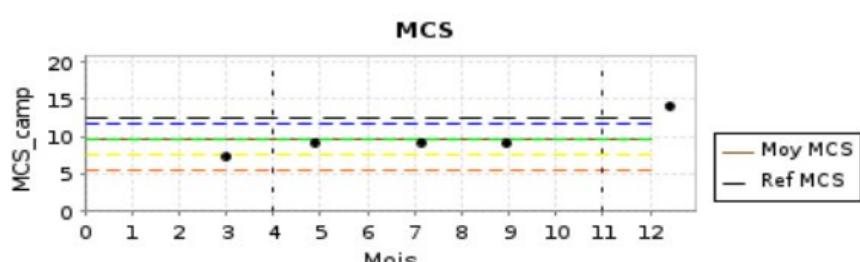
Contraintes modifiées : Début de période acceptée (01/04)



MBA	0.956
Classe MBA	H
Moyenne chloro (g/l)	2,933
Ref chloro (g/l)	2,583
Nb de campagnes	5
Campagnes utilisées	3



MCS	0.607
Classe MCS	G
MCS annuelle	9,706
Ref MCS	12,452
Nb de campagnes	5
Campagnes utilisées	3



IPLAC					
MBA	Classe MBA	MCS	Classe MCS	IPLAC	Classe IPLAC
0.956	H	0.607	G	0.712	G

Phytobs v3.1.3 - 05/07/2019



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