

PROGRAMME DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DES EAUX DE LA MANZO

Années 2018-2019

Rapport Final

**BOUVIER Delphine (HYDRECO)
BARGIER Nicolas (HYDRECO)**

octobre 2019

Document élaboré dans le cadre de :

DCE2019 – XX



En partenariat avec :



- **AUTEURS**

Delphine BOUVIER, Ingénieur d'Etudes (HYDRECO), delphine.bouvier@hydrecolab.com
Nicolas BARGIER, Responsable Développement (HYDRECO), nicolas.bargier@hydrecolab.com

- **CONTRIBUTEURS**

- Collectivité Territoriale de Martinique

Myriam MALSA, myriam.malsa@collectivitedemartinique.mq;

Chargée d'études en environnement,

Lydie DIONE-LARGEN, lydie.dionelargen@collectivitedemartinique.mq

Adjointe au chef de Service Opérationnel des Infrastructures liées à l'Eau,

- **CORRESPONDANTS :**

- Agence Française pour la Biodiversité :

Hélène Udo

UDO Hélène <helene.udo@afbiodiversite.fr>

Chargée de mission connaissance eau et biodiversité outre-mer

Direction de la recherche, de l'expertise et de la donnée (DRED)

Service de la Connaissance et de l'Evaluation Environnementale (SCEE)

Stéphanie COUPRIE

COUPRIE Stéphanie <stephanie.couprie@afbiodiversite.fr>

Chargée de mission Dispositifs de surveillance des milieux aquatiques

Direction de la Recherche, de l'Expertise et des Données - Service de l'Observation et de la Surveillance

- Office de l'Eau de Martinique :

Mélissa BOCALY

melissa.bocaly@eaumartinique.fr

Chargée de mission DCE et suivi de la qualité des milieux aquatiques,

Droits d'usage : accès libre

Niveau de lecture : professionnels et experts

Programme de surveillance de l'état des eaux de la Manzo

• CONTEXTE

Le présent rapport présente les résultats du programme de surveillance de la qualité des eaux conformément au suivi DCE du plan d'eau de la Manzo 2018, une retenue à usage d'irrigation classée Masse d'Eau Artificielle au regard de la DCE. La qualité de l'eau, des sédiments, le peuplement phytoplanctonique et la qualité bactériologique de l'eau du plan d'eau ont été analysés.

Dans le cadre du droit français, les objectifs de la DCE ont trouvé leur application au travers de l'arrêté du 27 juillet 2015 (modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010) relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface. Cet arrêté fixe le cadre à suivre, notamment en ce qui concerne les paramètres, les indices et/ou seuils de référence pour l'évaluation de l'état d'une masse d'eau.

L'arrêté du 7 août 2015 établit quant à lui le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement. Pour cela il s'appuie sur l'ensemble des paramètres à suivre dans le cadre de l'arrêté du 27 juillet 2015, auxquels s'ajoutent des substances dites « pertinentes » utiles pour accompagner la qualification de la qualité des eaux. Toutefois, l'annexe III de cet arrêté stipule bien que « contrairement aux substances de l'état chimique et de l'état écologique, les substances pertinentes à surveiller ne sont pas utilisées pour évaluer l'état des eaux de surface ».

Le potentiel écologique tient compte des paramètres physico-chimiques généraux « transparence » et « bilan nutriments », et des polluants spécifiques synthétiques.

Le potentiel écologique pour le suivi 2016-2017 est « moyen », la transparence de l'eau, le zinc et le cuivre sont les paramètres déclassants. Le potentiel écologique reste inchangé par rapport au suivi précédent (2014-2015). L'état chimique, est « bon » en 2016-2017, en amélioration par rapport au précédent suivi. Comme cela l'est stipulé dans le guide technique relatif à l'évaluation de l'état des eaux de surface continentales, certains indicateurs sont à développer pour le 3^{ème} cycle DCE et d'autres sont à adapter aux spécificités locales avec l'appui technique de l'ONEMA (à ce jour AFB). Les paramètres étudiés dans ce programme et non pris en compte dans la DCE (ex : la bactériologie) font l'objet d'une valorisation patrimoniale.

Pour contrecarrer ces manques, il a été décidé de faire une évaluation hors DCE appelée dans ce rapport « valorisation patrimoniale ». Cette valorisation permet de traiter une partie des données recueillies durant le programme 2018-2019. Les principales conclusions de cette valorisation patrimoniale mettent en évidence que :

- les analyses bactériologiques attribuent un « très bon » ou « bon » état aux prélèvements d'eau, quel que soit l'usage considéré ;
- les sédiments contiennent peu de micropolluants et il y a absence de détection de chlordécone dans tous les sédiments.

Certains résultats du suivi patrimonial sont à prendre avec précautions, certains indices et classes de valeurs seuils appliquées n'étant pas adaptés au contexte local. Enfin des recommandations pour améliorer le prochain suivi et les moyens d'évaluation de la qualité du plan d'eau sont émises.

• MOTS CLES (THEMATIQUE ET GEOGRAPHIQUE)

PLAN D'EAU, MASSE D'EAU ARTIFICIELLE, POTENTIEL ECOLOGIQUE, ETAT CHIMIQUE, PROGRAMME DE SURVEILLANCE, EAU, SEDIMENTS, PHYTOPLANCTON

- **SYNTHESE POUR L'ACTION OPERATIONNELLE**

Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) 2009-2015 fixait l'objectif de bon potentiel écologique et de bon état chimique pour 2015 pour le plan d'eau de la Manzo. Le SDAGE 2016-2021 reportait quant à lui l'objectif de bon potentiel écologique et de bon état chimique à 2021. Les deux dernières années du programme de surveillance (2014-2015 et 2016-2017) ont permis de mettre en évidence un potentiel écologique « moyen » et un état chimique « mauvais » pour 2014-2015 et « bon » pour 2016-2017. Pour ces deux années de suivi, le potentiel écologique était déclassé notamment par les paramètres suivants : la transparence de l'eau, le bilan en oxygène, le cuivre et le zinc. L'état chimique était déclassé en 2014-2015 par le BDE dans l'eau et le mercure dans le biote.

Le suivi de surveillance de la qualité du plan d'eau de la Manzo a donc été reconduit en 2018-2019 afin d'évaluer de nouveau l'état du plan d'eau au titre de la DCE (potentiel écologique et état chimique) et les tendances d'évolution. Des suivis supplémentaires, réalisés « hors cadre DCE » dites patrimoniales, ont aussi été menés afin d'apporter une image plus globale de la qualité du plan d'eau, notamment en prenant en compte des matrices et paramètres non suivis dans le cadre DCE et l'échantillonnage de deux autres localisations. Par exemple, faute d'indice de bioindication adapté aux plans d'eau des Antilles françaises, l'élément de qualité biologique « phytoplancton » ne peut être considéré dans l'évaluation du potentiel écologique ; ce paramètre fait donc l'objet d'une « valorisation patrimoniale ».

Unique plan d'eau de la Martinique, cette configuration ne permet pas aux acteurs de faire apparaître un coût/bénéfice positif pour la mise au point d'outils DCE-compatibles adaptés au contexte local pour l'évaluation de la qualité du plan d'eau de la Manzo, et plus largement pour les plans d'eau des Antilles françaises. La mise en œuvre de la DCE pour le suivi de ce plan d'eau se heurte alors toujours à un manque de connaissances et d'outils adaptés, en particulier pour l'évaluation du potentiel écologique.

Les objectifs de l'étude étaient d'assurer le suivi du plan d'eau de la Manzo en conformité avec le programme de surveillance établi, et d'en analyser les résultats afin :

- 1) de déterminer le potentiel écologique et l'état chimique du plan d'eau,
- 2) de valoriser l'ensemble des données au regard des connaissances actuelles et des outils disponibles,
- 3) de dégager des tendances d'évolution et,
- 4) d'émettre des propositions pour répondre aux attentes de la DCE.

- **METHODOLOGIE**

Une station située au point de plus grande profondeur et deux stations aux anses Duquesnes et Petite Gamelle ont été suivies au cours de la surveillance 2018-2019. Quatre campagnes de prélèvements ont été réalisées. Les matrices eaux de surface, eaux de fond, sédiments et phytoplancton ont été prélevées au cours du suivi (1 à 4 fois selon la matrice) pour analyses de la contamination par les différentes substances surveillées. Les Normes de Qualité Environnementale et autres valeurs seuils en vigueur ont été appliquées pour évaluer le potentiel écologique et l'état chimique. A défaut de NQE, les grilles du SEQ-eau V2 ont été appliquées pour une valorisation patrimoniale de certains résultats. L'Indice Planctonique IPL et l'Indice PLANctonique LACustre ont été calculé pour évaluer la qualité biologique du plan d'eau à partir des listes floristiques établies, mais cela à titre informatif car ces indices ne sont pas adaptés aux plans d'eau antillais.

- **PRINCIPAUX RESULTATS**

Le potentiel écologique est « moyen » pour le plan d'eau de la Manzo en 2018 -2019. Le cuivre et le zinc pour les polluants spécifiques non synthétiques déclassent la qualité.

L'état chimique est « bon ». Aucune substance ne déclassé l'état sur l'année de suivi sur la matrice eau.

La valorisation patrimoniale des résultats des données acquises lors du suivi 2018-2019 n'a pas identifié de problématique majeure sur l'état du plan d'eau. L'état évalué, avec les moyens actuels dont nous disposons, est plutôt bon.

- **PRECONISATION**

Des propositions et des préconisations sont émises en fin de rapport. Elles concernent principalement les paramètres physico-chimiques généraux et le phytoplancton.

nicolas.bargier@hydrecolab.com

delphine.bouvier@hydrecolab.com

<http://www.hydrecolab.com>

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION – CONTEXTE ET OBJECTIFS	9
2. LE SUIVI DE LA MASSE D’EAU	11
2.1 Présentation du réseau de suivi	11
2.2 Programme de suivi.....	12
2.2.1 Les paramètres du programme de surveillance	12
2.2.2 Les paramètres pour la définition du potentiel écologique et de l’état chimique (arrêté du 27 juillet 2018)	13
2.2.3 Fréquence/planning de prélèvement – Paramètres et matrice	13
2.2.4 Méthodes employées sur le terrain et de traitement au laboratoire.....	14
2.3 Incidents et remarques de terrain.....	19
2.4 Modalités d’évaluation.....	20
2.4.1 Potentiel écologique et état chimique au titre de la DCE	20
2.4.2 La valorisation patrimoniale dans le contexte local.....	22
3. Hydrologie	23
4. PHYSICO-CHIMIE DES EAUX.....	26
4.1.1 Mesures <i>in situ</i>	26
4.1.2 Paramètres mesurés en laboratoire des groupes 2, 2 bis et 3.....	27
5. RESULTATS DCE SELON ARRETE DU 27 JUILLET 2018.....	29
5.1 Potentiel écologique	29
5.1.1 Élément biologique : le phytoplancton.....	29
B.1. Densité phytoplanctonique.....	29
5.1.2 Élément physico-chimique	34
5.1.1 Polluants spécifiques	35
5.1.1 Synthèse du potentiel écologique de la retenue	35
5.2 État chimique de l’eau	36
5.3 Substances pertinentes.....	37
5.1 Contamination des sédiments	38
6. VALORISATION PATRIMONIALE	39
6.1 Bactériologie des eaux	39
6.2 Contamination des sédiments	39
7. BILAN DU SUIVI 2018-2019	40
8. COMPARAISON AVEC LES SUIVIS ANTERIEURS	42
9. PROPOSITIONS D’AMELIORATION ET PRECONISATION	45
10. GLOSSAIRE	46
11. ANNEXES.....	47

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation des points de prélèvement.....	11
Figure 2 : Évolution du niveau d'eau de la retenue Manzo de 2009 à 2019 en m ³ (traits verticaux en pointillés : semaines où ont eu lieu les prélèvements).....	23
Figure 3 : Évolution du niveau d'eau de la retenue Manzo de 2004 à 2008 en m ³ (2006 : vidange décennale).....	24
Figure 4 : Plan d'eau Manzo en novembre 2019	24
Figure 5 : Plan d'eau Manzo en mai 2019.....	25
Figure 6 : Plan d'eau Manzo en août 2019	25
Figure 7 : Profils physico-chimiques pour les paramètres température (°C), conductivité de l'eau (µS/cm), pH et oxygénation de l'eau (mg/L et % de saturation en O ₂) lors de chacune des 4 campagnes de terrain (a. novembre 2018 ; b. mars 2019 ; c. mai 2019 ; d. août 2019).....	27
Figure 8 : Concentrations des divers groupes algaux en nombre d'individus/ml, Manzo 2018-2019...	30
Figure 9 : Concentrations cellulaires des divers groupes algaux en cellules/ml, Manzo 2018-2019 ...	30
Figure 10 : Biovolume des divers groupes algaux en mm ³ /l, Manzo 2018-2019.....	32
Figure 11 : Trophie de la retenue de la Manzo 2018-2019 sur la base de l'IPL	34
Figure 12 : Nombre de détection pour les substances pertinentes quantifiées dans les prélèvements de surface et de fond.....	37
Figure 13 Concentrations maximales et moyennes des substances pertinentes détectées dans analyses d'eau de surface et de fond.....	38
Figure 14 : Mesures de chlordécone dans l'eau, en surface et au fond, au point le plus profond du plan d'eau Manzo, de 2012 à 2019.....	44
Figure 15 : Mesures de chlordécone dans les sédiments en différentes localisations dans plan d'eau Manzo, de 2012 et 2019.....	44

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Paramètres du programme de surveillance	12
Tableau 2 : Planning (paramètres, fréquence, matrice) de la surveillance du lac de la Manzo, en 2018-2019.....	13
Tableau 3 : Synthèse des informations sur le prélèvement de phytoplancton pour le dénombrement	16
Tableau 4 : Synthèse des éléments de qualité et indicateurs à prendre en compte pour l'évaluation de l'état écologique des plans d'eau	20
Tableau 5 : Mesure de la transparence (grâce au disque de Secchi) et calcul de la zone euphotique (2,5 x la transparence) lors des quatre campagnes d'échantillonnage de Manzo 2018-2019.....	26
Tableau 6 : Résultats des paramètres physico-chimiques généraux et classes de qualité associées selon le SEQ-eau V2 par altération (phosphore total, ammonium, nitrate et transparence non considérés car absence de valeurs seuil).....	28
Tableau 7 : Répartition du nombre de taxons par groupe, Manzo 2018 – 2019.....	29
Tableau 8 : Concentrations en chlorophylle-a et phéopigments dans le barrage de la Manzo, suivi 2018-2019 et estimation de la vitalité du phytoplancton	31
Tableau 9 : Résultats du calcul de l'IPLAC pour les quatre campagnes du suivi 2018-2019 Manzo...	33
Tableau 10 : Résultats du calcul de l'IPL pour les quatre campagnes du suivi Manzo 2018-2019.....	33
Tableau 11 : Etat physico-chimique du plan d'eau de la Manzo, détails des différentes campagnes et bilan pour le suivi 2018-2019 (VS : absence de valeurs seuil ; cellule barrée : indicateur non disponible)	34
Tableau 12 : Classes d'état pour les polluants spécifiques de l'état écologique (en µg/L), par campagne et bilan pour le suivi 2018-2019 (sans prise en compte du fond géochimique et de la dureté de l'eau) (en gras : valeur dépassant la LQ ; * : LQ supérieure à la NQE)	35
Tableau 13 : Classes d'état pour les différentes composantes de l'état écologique et paramètres déclassant pour l'année 2018-2019	36
Tableau 14 : Substance polluante quantifiée dans les sédiments du point le plus profond du lac.....	38

Tableau 15 : Résultats des analyses bactériologiques réalisés pour la campagne d'août 2019..... 39
Tableau 16 : Évaluation de la qualité du plan d'eau de la Manzo au titre de la DCE depuis 2006 43

1. INTRODUCTION – CONTEXTE ET OBJECTIFS

La retenue du barrage de Saint Pierre Manzo, propriété de la Collectivité Territoriale de Martinique et construite dans les années 80, est destinée à l'irrigation du Sud Est de la Martinique (PISE). Ce plan d'eau est classé comme Masse d'Eau Artificielle (MEA) dans le cadre de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE) depuis l'État des Lieux du district de la Martinique en 2004.

L'usage étant exclusivement dédié à l'irrigation, un suivi physico-chimique minimal préexistait de 1981 à 2001 au regard des contraintes liées à cet usage. Dès 2005, le Conseil Général de la Martinique, avec l'appui financier de l'Office de l'Eau, a diligenté une étude globale (2006-2008) visant à un certain nombre d'interrogations portant sur :

- L'origine du phénomène d'eutrophisation des eaux de la Manzo ;
- Les raisons du caractère aléatoire de l'apparition des algues ;
- Les conséquences pour l'écosystème ;
- Les conséquences pour les utilisateurs ;
- Les mesures permettant de prévenir l'eutrophisation et de limiter les nuisances occasionnées ;
- Les objectifs définis par la DCE d'atteinte du bon potentiel écologique.

La DCE imposait alors un suivi des milieux aquatiques avec des objectifs d'atteinte du bon potentiel pour les Masse d'Eau Artificielle (MEA). Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) 2009- 2015 fixait l'objectif de bon potentiel écologique et de bon état chimique pour 2015 pour le plan d'eau de la Manzo.

Dans le cadre du droit français, les objectifs de la DCE ont trouvé leur application au travers de l'arrêté du 27 juillet 2018 (modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010) relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface. Un report de délais pour ces objectifs a été obtenu pour 2021, pour les raisons expliquées ultérieurement dans le SDAGE 2016-2021.

Cet arrêté fixe le cadre à suivre, notamment en ce qui concerne les paramètres, les indices et/ou seuils de référence pour l'évaluation de l'état d'une masse d'eau.

L'arrêté du 7 août 2015 établit, quant à lui, le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement. Pour cela, il s'appuie sur l'ensemble des paramètres à suivre dans le cadre de l'arrêté du 27 juillet 2018, auxquels s'ajoutent des substances dites « pertinentes » utiles pour accompagner la qualification de la qualité des eaux. Toutefois, l'annexe III de cet arrêté stipule bien que « contrairement aux substances de l'état chimique et de l'état écologique, les substances pertinentes à surveiller ne sont pas utilisées pour évaluer l'état des eaux de surface ».

Les suivis de la qualité de la retenue se succèdent depuis 2006. Le suivi qui a eu lieu en 2016-2017 a permis de mettre en évidence un potentiel écologique « moyen » et un état chimique « bon ». Les paramètres déclassant pour le potentiel écologique étaient la transparence pour les paramètres généraux, le cuivre et le zinc pour les polluants spécifiques non synthétiques.

Un suivi de la qualité du plan d'eau de la Manzo a donc été reconduit en 2018-2019 afin d'évaluer de nouveau l'état du plan d'eau au titre de la DCE (potentiel écologique et état chimique) et les tendances d'évolution. Des suivis supplémentaires, réalisés « hors cadre DCE », ont aussi été menés afin d'apporter une image globale de la qualité du plan d'eau vis-à-vis des matrices et des contaminations non suivies dans le cadre DCE, et de réaliser deux nouveaux points d'échantillonnage. Le manque d'indicateurs/connaissances sur certains éléments (phytoplancton, macrophytes, concentration en nutriments, etc.) de qualité suivis habituellement dans le cadre DCE ne nous permet pas de les considérer pour l'évaluation de l'état du plan d'eau au titre de la DCE.

Le programme de surveillance 2018- 2019 s'articulait alors de la façon suivante :

- Le suivi DCE selon le cadre fixé par l'arrêté du 27 juillet 2018 :
 - o Evaluation du potentiel écologique ;
 - o Evaluation de l'état chimique.
- Le suivi patrimonial (appliqué à tous les paramètres qui ne sont pas cadrés par l'arrêté du 27 juillet 2018 et non nécessaires à l'évaluation de l'état de la masse d'eau plan d'eau) :
 - o Analyse des profils physico-chimiques (stratification) et des paramètres physico-chimiques généraux pour lesquels il n'existe pas de classes de qualité (température, salinité et état d'acidification) ;
 - o Analyse de la qualité des sédiments au point le plus profond et au niveau des anses Duquesnes et Petite Gamelle ;

- o Analyse de la qualité des prélèvements d'eau de fond ;
- o Analyse de la qualité bactériologique de l'eau.

Ce programme de surveillance est financé par l'Agence Française pour la Biodiversité et l'Office De l'Eau Martinique. La réalisation du suivi 2018-2019 a été confiée au bureau d'études HYDRECO GUYANE (Carso Caraïbes, Aquasearch et Artemis, en tant que partenaires), sous maîtrise d'ouvrage de la Collectivité Territoriale de Martinique.

Le présent rapport présente la méthodologie mise en place pour le suivi 2018-2019 et l'ensemble des résultats de ce suivi.

2. LE SUIVI DE LA MASSE D'EAU

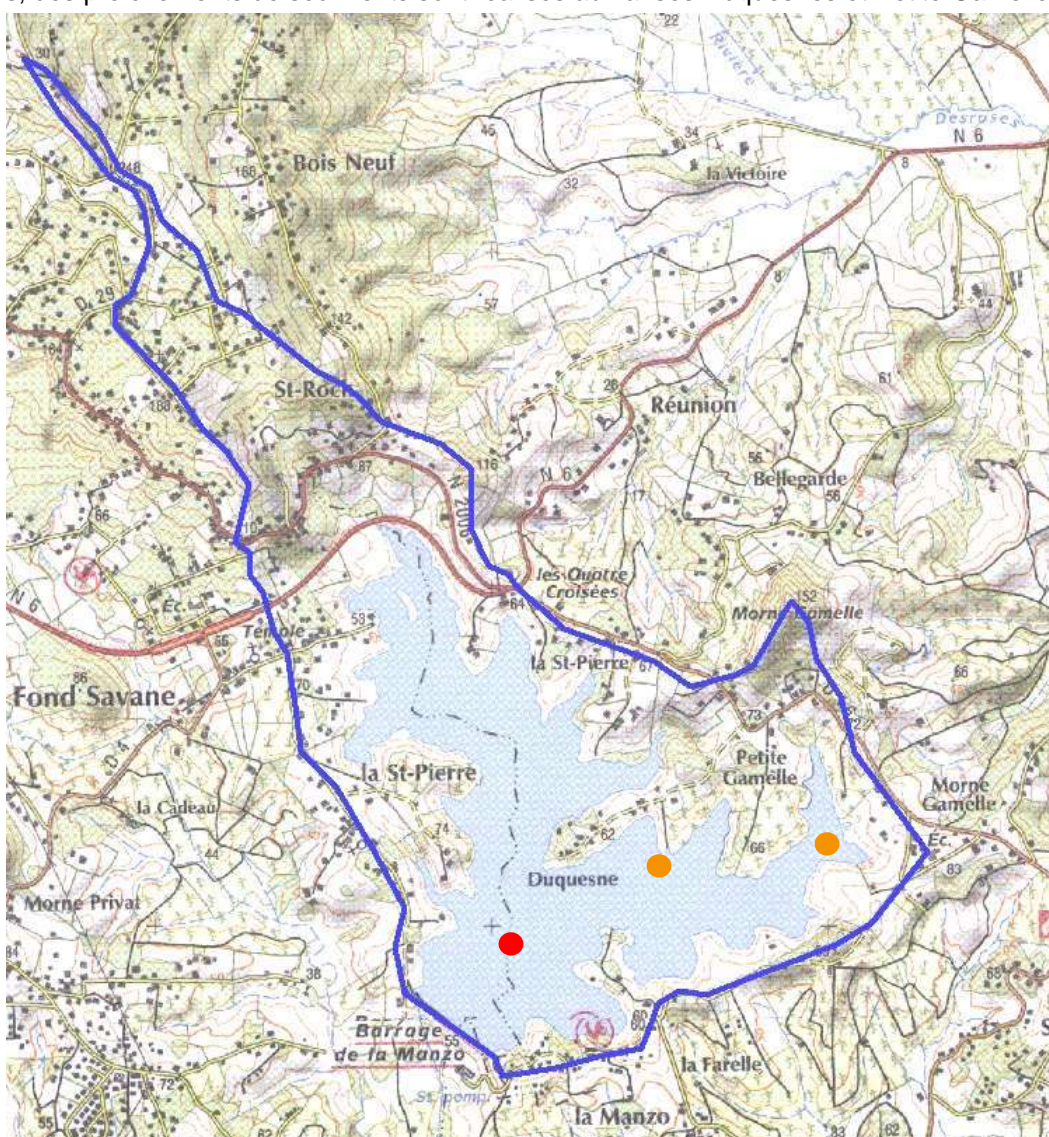
2.1 Présentation du réseau de suivi

Le site étudié est le plan d'eau de la Manzo (code Masse d'eau FRJL101). Il s'agit d'une masse d'eau artificielle (MEA) (Figure 1).

Sa profondeur maximale est de 22 mètres. Le barrage est essentiellement alimenté par une dérivation effectuée sur la rivière Lézarde. Il est situé aux limites de trois communes (Ducos, Saint-Espirit, Le François), en tête du bassin versant de la rivière La Manche (Ducos). D'une superficie de 85 ha, ce plan d'eau est une masse d'eau artificielle (MEA) alimentée dans sa quasi-totalité par une dérivation sur l'adduction de la prise d'eau de la rivière Lézarde (70 %) et en partie par les eaux qui ruissellent sur le bassin versant (20 %) et en plus petite quantité par les eaux de pluie (10 %). La Collectivité Territoriale de Martinique est propriétaire de ce réservoir d'eau destiné à l'irrigation du Périmètre du Sud-Est de la Martinique (PISE).

Le point de mesure pour le suivi 2018-2019 de la masse d'eau Manzo (code SANDRE 08807201) est situé au niveau du point de plus grande profondeur, à proximité du barrage ($14^{\circ}35'38.84''N$; $60^{\circ}55'35.54''W$) : ●

De plus, des prélèvements de sédiments sont réalisés aux anses Duquesnes et Petite Gamelle : ●



— Contour du bassin versant de la retenue de la Manzo

Figure 1 : Localisation des points de prélèvement

2.2 Programme de suivi

2.2.1 Les paramètres du programme de surveillance

La surveillance de l'état des eaux, à travers le programme de surveillance (arrêté du 7 août 2015) conduit à rechercher et analyser de multiples paramètres. Ceux-ci sont rassemblés par groupe en fonction de leur nature et de la matrice analysée. Le Tableau 1 présente les groupes de paramètres suivis au cours de ce programme.

Tableau 1 : Paramètres du programme de surveillance

Matrice	Groupe	Paramètres du suivi DCE	Station	Fréquence
Eau	Groupe 1	Température, pH, transparence, conductivité, oxygène dissous, taux de saturation en O ₂ , conductivité, côte à l'échelle et matières organiques dissoutes fluorescentes.	- 1 prélèvement intégré - 1 prélèvement effectué à 1 m du fond	Lors des quatre campagnes
	Groupe 2	Azote Kjeldahl (NKj), phosphore total, matières en suspension, turbidité, teneur en matière minérale, chlorophylle a, phéopigments, DBO ₅		
	Groupe 2 bis	Ammonium (NH ₄ ⁺), nitrates (NO ₃ ⁻), nitrites (NO ₂ ⁻), orthophosphates (PO ₄ ³⁻), silice SiO ₂ , carbone organique total (COT), carbone organique dissous (COD)		
	Groupe 3	Chlorures, sulfates, sodium, potassium, calcium, magnésium, hydrogénocarbonate et carbonates, dureté totale, Titre Alcalimétrique (TA), Titre Alcalimétrique Complet (TAC)		
	Groupe 6	Ce sont les substances de l'état chimique à suivre (Tableau 87 de l'annexe 8 de l'arrêté du 27 juillet 2018 ¹)		
Sédiments	Groupe 4	Carbone organique total, azote Kjeldahl, phosphore I, perte au feu à 550°C, Granulométrie	au point le plus profond	1 fois par an
	Groupe 4 bis	Orthophosphate, phosphore total, ammonium		
	Groupe 5	Aluminium, fer et manganèse.		
	Groupe 10	Ce sont les polluants spécifiques de l'état écologique à suivre (Paragraphe 1.3 de l'annexe 3 de l'arrêté du 27 juillet 2018 ²) et le chlordécone		
Phytoplancton	Groupe 7	Composition taxonomique et abondance absolue phytoplanctonique, biomasse (chlorophylle a + phéopigments), intensité et fréquence des blooms algaux	1 prélèvement intégré	Lors des quatre campagnes
Paramètres du suivi patrimonial				
Eau	Groupe 9	<i>Ralstonia solanadearum</i> , Coliformes totaux, <i>Escherichia coli</i> , Entérocoques, Salmonelles sp,	1 prélèvement intégré	2 fois par an
Sédiments	Groupe 11	Suivi patrimonial du chlordécone	l'embouchure des quartiers Petite Gamelle et Duquesne	2 fois par an

¹ Cf. Annexe 1

² Cf. Annexe 2

2.2.2 Les paramètres pour la définition du potentiel écologique et de l'état chimique (arrêté du 27 juillet 2018)

La Manzo est classée comme une masse d'eau artificielle (MEA). A ce titre, selon les termes de la DCE et de l'arrêté du 27/07/2018, ce n'est non pas l'état écologique qui est à déterminer mais le potentiel écologique. Cette nuance est importante car elle influe non seulement sur les objectifs pour la masse d'eau mais également sur la manière d'évaluer sa qualité et donc sur les paramètres à suivre.

L'évaluation du potentiel écologique est réalisée au travers des éléments physico-chimiques et biologiques.

En ce qui concerne les paramètres biologiques et physico-chimiques, conformément aux paragraphes 1.3 et 2.2 de l'annexe 3 de l'arrêté du 27 juillet 2018, les paramètres suivants sont à suivre :

- Pour la physico chimie générale : phosphore total, ammonium, profondeur du disque de Secchi, Nitrates ainsi que les paramètres des bilans de l'oxygène, de la salinité, de l'acidification et de la température
- Pour les polluants spécifiques :
 - o Non synthétiques : zinc, arsenic, cuivre, chrome
 - o Synthétiques : chlortoluron, oxadiazon, 2.4 MCPA, 2.4 D, linuron, thiabendazol, chlordécone, AMPA, glyphosate,

Ces paramètres se répartissent au sein des groupes 1, 2, 2 bis, 3, 4, 4 bis, 5, 10 déclinés dans le paragraphe précédent.

- Pour la biologie : le phytoplancton (groupe 7).

Afin d'évaluer l'état chimique, ce sont les paramètres du tableau 87 de l'annexe 8 de l'arrêté du 27 juillet 2018 qui sont suivis dans les eaux. Ces paramètres correspondent aux paramètres du groupe 6.

Le présent programme s'est donc appliqué à suivre l'intégralité de ces paramètres faisant parties de l'évaluation de la qualité des eaux au sens de l'arrêté du 27 juillet 2018.

2.2.3 Fréquence/planning de prélèvement – Paramètres et matrice

Le Tableau 2 présente le programme mis en œuvre pour évaluer la qualité des eaux de la retenue de la Manzo.

Tableau 2 : Planning (paramètres, fréquence, matrice) de la surveillance du lac de la Manzo, en 2018-2019

Matrice	Paramètres suivis	19 novembre 2018	28 mars 2019	24 mai 2019	19 août 2019	Fréquence
		HYDRECO /AQUASEARCH	AQUASEARCH	HYDRECO /AQUASEARCH	AQUASEARCH	
Eau	Groupe 1	X	X	X	X	4/an
	Groupe 2	X	X	X	X	4/an
	Groupe 2 bis	X	X	X	X	4/an
	Groupe 3	X	X	X	X	4/an
	Groupe 6	X	X	X	X	4/an
	Groupe 9 (Patrimonial)		X		X	2/an
Sédiments	Groupe 4		X			1/an
	Groupe 4 bis		X			1/an
	Groupe 5		X			1/an
	Groupe 10		X		X	2/an
	Groupe 11 (Patrimonial)		X		X	2/an

L'intervention est réalisée par deux opérateurs à l'aide d'une embarcation légère de type Zodiac, équipée d'un moteur à essence de 2,5 CV (plein de carburant effectué hors plan d'eau).

2.2.4 Méthodes employées sur le terrain et de traitement au laboratoire

A- Mesure *in situ*

Les mesures *in situ* suivantes sont réalisées : température, conductivité, pH, oxygène dissous et saturation en oxygène et turbidité, avec ajout de la transparence (Secchi), afin d'obtenir des profils verticaux et de situer la thermocline. Les mesures sont réalisées sur un profil complet « fond-surface » à l'aide d'une sonde multiparamètre grande profondeur. Ce point de plus grande profondeur est localisé au moyen d'une carte bathymétrique préalablement récupérée avant les interventions ou réalisée en même temps puis situé de manière précise par échosondage. Les coordonnées du point de mesures sont rentrées dans un GPS de terrain pour nous permettre de nous rapprocher au plus près de ce point et de faire les prélèvements toujours au même endroit au fil des campagnes. Aucun problème de stabilisation de l'embarcation n'a été rencontré étant donné l'usage du grappin.

Une mesure minimum à chaque mètre est effectuée jusqu'au fond. La transparence est déterminée à l'aide d'un disque de Secchi. Les valeurs de disparition et de réapparition ont été notées. Elles ont été mesurées 2 fois (une fois par intervenant), dos au soleil. La moyenne des deux valeurs (Zs) est utilisée afin de minimiser tout risque d'erreur.

B- Prélèvement de la matrice eau

Ils sont réalisés :

- Au point de plus grande profondeur lors de quatre campagnes.

Les échantillons d'eau pour analyses physico-chimiques sont mis dans des flacons en respectant les consignes du laboratoire d'analyse. Le conditionnement des échantillons est réalisé loin de toute source de contamination (moteur éteint depuis plus de 10 minutes) et le port de gants nitrile est systématique. Le remplissage des flacons se fait sans matériel intermédiaire, en évitant le barbotage et l'emprisonnement d'air à la fermeture (sauf exception). Toutes les recommandations du rapport d'Aquaref ont été respectées afin d'éviter toute contamination du prélèvement.

L'heure d'échantillonnage est similaire à l'heure de mesure des paramètres physico-chimiques de terrain.

Chaque récipient et contenant est systématiquement rincé 3 fois sauf recommandation inverse du laboratoire (présence de fixateur). Les prélèvements d'eau, pour la physico-chimie, la Chlorophylle a et les micropolluants, sont réalisés au niveau de deux profondeurs :

- Intégré dans l'ensemble de la zone euphotique (2,5 Zs). Il est obtenu à partir du mélange de prélèvements ponctuels réalisés tous les mètres dans la zone euphotique à l'aide de la bouteille Niskin ou assimilé ;
- Fond situé 2 m au-dessus des sédiments, afin d'éviter les perturbations liées à la remise en suspension des particules fines.

Les échantillons sont ensuite envoyés au laboratoire CARSO.

C- Prélèvement de la matrice sédiments

Ils sont réalisés :

- Au point de plus grande profondeur lors de la campagne d'étiage pour le suivi DCE (mars 2019) ;
- A l'embouchure des quartiers Petite Gamelle et Duquesne pour le suivi patrimonial lors deux campagnes distinctes (mars et août 2019).

Les échantillons pour les analyses physico-chimiques des sédiments sont obtenus à partir d'un prélèvement de la couche supérieure (< 10 cm), sur une surface 1/10^{ème} de m² à l'aide d'une benne Van Veen mise en œuvre manuellement. L'intérêt doit être porté sur la surface échantillonnée (0,1 m²) plutôt que sur le volume. La benne est relevée trois fois pour constituer un échantillon intégré qui est homogénéisé puis mis dans les flacons de transport. Généralement, le point le plus profond d'un plan d'eau constitue une bonne zone d'accumulation des sédiments les plus fins.

Le sédiment fin ainsi recueilli est placé en glacière, dans des flacons en plastique ou en verre (selon les analyses à réaliser) totalement remplis et hermétiques. Les échantillons sont ensuite déposés le jour même au laboratoire.

Notons qu'en raison des disparités de résultats d'analyses entre le laboratoire Carso Caraïbes et le laboratoire de la Drôme pour la chlordécone sur des échantillons prélevés à la tour de prise d'eau en 2013 et 2015, des analyses supplémentaires de sédiments ont été réclamées par la CTM.

Trois échantillons de sédiments supplémentaires à ceux prévus ont été prélevés (1 échantillon pour le suivi DCE, à proximité de la tour de prise d'eau et 2 échantillons pour le suivi patrimonial, aux anses Duquesnes et Petite Gamelle).

Ainsi, les échantillons collectés ont été analysés :

- En doublon au laboratoire CARSO LSEHL (LQ = 50 µg/kg de MS) et par le laboratoire de La Drôme (LQ = 10 µg/kg de MS) ;
- A l'embouchure des quartiers Petite Gamelle et Duquesne pour le suivi patrimonial lors deux campagnes distinctes (mars et août 2019).
- A proximité de la tour de prise d'eau (août 2019)

D- Phytoplancton

Les documents de références pour l'étude à réaliser dans le cadre du présent marché sont :

- Norme NF EN 15204 Norme guide pour le dénombrement du phytoplancton par microscopie inversée (méthode Utermöhl) ;
- Guide « Protocole standardisé d'échantillonnage, de conservation, d'observation et de dénombrement du phytoplancton en plan d'eau pour la mise en oeuvre de la DCE » (IRSTEA, Laplace-Treyture et al - version 3.3.1, septembre 2009).

D.1 : Prélèvements du phytoplancton et acheminement des échantillons

Les prélèvements de phytoplancton sont réalisés conformément au guide : « protocole standardisé d'échantillonnage, de conservation, d'observation et de dénombrement du phytoplancton en plan d'eau pour la mise en oeuvre de la DCE » (IRSTEA, Laplace-Treyture *et al.* - version 3.3.1, septembre 2009).

Les prélèvements de phytoplancton ont lieu en même temps que les prélèvements physicochimiques afin de permettre l'utilisation des concentrations en chlorophylle a pour le calcul de l'IPLAC (calculé par Phytobs). Ceux-ci sont complétés si nécessaire par des observations sur les caractéristiques de la station et/ou les conditions environnementales (turbidité, couleur de l'eau...) qui sont renseignées sur la fiche terrain.

Les conditions de prélèvements sont exactement les mêmes que celles d'un échantillon intégré pour la physico-chimie. Le prélèvement est réalisé au niveau d'une seule station de mesure située au niveau du point de plus grande profondeur. Pour les lacs de barrage, la station est choisie en dehors de la zone d'influence de celui-ci.

Le prélèvement d'eau brute destiné à l'analyse du phytoplancton est effectué à l'aide d'une bouteille intégratrice dans la zone euphotique (Zeup = 2,5 fois la profondeur de disparition du disque de Secchi). Dans le cas où la Zeup est supérieure à la profondeur du plan d'eau, le prélèvement intégré est réalisé sur toute la colonne d'eau, jusqu'à 1 mètre au-dessus du fond.

Un volume de 500 ml est prélevé et introduit dans des flacons en verre sombre ou en polypropylène et immédiatement fixé au lugol afin d'obtenir une solution finale de 0,5% (2,5 ml pour 500 ml) et immédiatement placé dans des glaciaires. L'échantillon ainsi fixé se conserve 12 mois s'il est maintenu à l'obscurité et au froid (entre 1 et 4°C), ce qui est le cas.

Les flacons sont étiquetés avec la date du prélèvement, le nom du plan d'eau, le fixateur utilisé, le préleveur.

Un prélèvement au filet a été réalisé (filet de 30 µm de maille) sur un trait vertical dans la Zeup lors de la première campagne.

Cet échantillon, plus concentré en algues a servi, au moment de l'analyse, à :

- Une détermination plus aisée en pouvant observer davantage d'individus et en facilitant la prise de mesures et de photographies
- L'élaboration d'une liste taxinomique plus complète (aspect biodiversité)
- Permettre les mesures d'individus plus nombreux afin d'en déterminer le biovolume si cela est nécessaire

Cet échantillon est fixé au formol afin d'obtenir une concentration finale de 5%. Il est conservé à l'obscurité mais n'aura pas besoin d'être conservé au réfrigérateur. Le Tableau 3 synthétise les informations sur le prélèvement de phytoplancton pour le dénombrement :

Tableau 3 : Synthèse des informations sur le prélèvement de phytoplancton pour le dénombrement

Compartment	Phytoplancton
Objectif	Etude des communautés phytoplanctoniques
Mode de prélèvement	Bouteille Intégratrice
Zone échantillonnées	Zone euphotique
Type de récolte	Eau brute
Flaconnage	500 ml (verre sombre ou flacon en Polypropylène)
Fixateur	Lugol (5 ml dans 1 litre d'eau) puis conservation au frais et à l'obscurité
Nombre de campagnes	4
Analyse	Quantitative (méthode Utermöhl) ->Nbre de cell./ml ; Nbre d'ind./ml ; biomasse de poids frais ($\mu\text{g/l}$) ; biomasse carbone ($\mu\text{gC/l}$)

A la suite du prélèvement, l'agent préleveur ajoute, *in situ*, le fixateur, en l'occurrence du lugol alcalin. Le préleveur complète ensuite l'étiquette et l'appose sur le flacon correspondant.

Les flacons contenant les échantillons fixés sont protégés et bouchés de sorte qu'ils ne se détériorent pas et qu'ils ne perdent aucune partie de leur contenu au cours du transport. Pendant le transport les échantillons ont été maintenus à une température aussi fraîche que possible et protégés de la lumière. Les échantillons sont emballés et protégés soigneusement de façon à éviter tout choc ou exposition à la lumière.

A la fin de chaque campagne, les échantillons ont été acheminés au laboratoire ARTEMIS par une société de transport (Chronopost) garantissant la livraison des échantillons dans un délai de 48 à 72 heures maximum.

D.2 : Prise en charge et traçabilité des échantillons

Arrivés au laboratoire, les échantillons sont pris en charge et enregistrés dans un fichier d'enregistrement Excel nommé ENG002.TAB ECH PHYTO (extrait ci-dessous). Ils sont placés au réfrigérateur placé lui-même dans le local de stockage des échantillons en attendant leur analyse. Notons que le temps de validité de la fixation au lugol est de 12 mois lorsque l'échantillon est conservé au réfrigérateur. L'attribution d'un numéro d'enregistrement unique (ID spécifique à chacun des échantillons) assure la traçabilité des opérations depuis le dépôt de l'échantillon au laboratoire jusqu'à l'édition des résultats d'analyses. Ce numéro identifiant est reporté sur tous les comptes rendus d'analyses (liste floristique, flacons pour la conservation des organismes, ...).

Extrait du tableau d'enregistrement des échantillons de phytoplancton ENG002. TAB ECH PHYTO (certaines informations sont masquées pour des raisons de confidentialité).

L'intégrité des échantillons est vérifiée et les éventuels problèmes sont repérés.

Les échantillons ont été vérifiés de la façon suivante :

- L'étiquetage (lisibilité, conformité),
- Le nombre d'échantillons, conforme au prévisionnel (sauf modifications inhérentes aux conditions rencontrées sur le terrain),
- L'état général des flacons.

Aucune non-conformité n'a été relevée lors de ce cycle annuel.

D.3 Analyse du phytoplancton

Les dénombrements sont effectués selon la méthode Utermöhl, conformément à la norme AFNOR NF EN 15204/T 90-379 de décembre 2006. Les précisions apportées par le protocole standardisé du CEMAGREF de septembre 2009 sont aussi respectées.

D.3.1 Analyse qualitative préliminaire

Préalablement à l'analyse quantitative, une pré-liste est établie à partir des prélèvements réalisés au filet et fixés au formol. Cela a pour but d'identifier les espèces que l'on va rencontrer au cours du comptage ultérieur et faciliter grandement l'identification des espèces au microscope inversé. Une partie aliquote est disposée entre lame et lamelle et observée au microscope droit. L'utilisation de l'objectif x 100 (grossissement x 1000) à l'immersion permet de faire des mesures précises si besoin. De plus, avec ce procédé, les algues peuvent être « gigotées » pour les voir sur tous les côtés et faciliter l'identification. Cela n'est pas possible à faire au microscope inversé, ce qui est très gênant pour l'identification. Au cours de cette étape, les algues ne sont pas dénombrées mais seulement identifiées. Elles sont mentionnées même si elles n'ont pas été retrouvées lors du comptage quantitatif. Le cas échéant les mesures précises peuvent être réalisées à partir de l'échantillon prélevé au filet.

D.3.2 Analyse quantitative

L'analyse quantitative des échantillons de phytoplancton se fait selon le protocole de Laplace-Treytore *et al.* (2009) au microscope inversé. Celui-ci découle de l'application de la méthode d'Utermöhl (1958), reprise sous forme de norme Européenne (norme NF EN 15204 de 2006). Les documents cités auparavant sont consultés et les recommandations prises en considération. Le protocole intégral mis en œuvre est détaillé.

D.4 Stockage et conservation des échantillons

Avant analyse, les échantillons destinés au dénombrement phytoplanctonique sont fixés au lugol (recommandation de la Norme NF EN 15204) et stockés au réfrigérateur, dans le local prévu à cet effet. Les échantillons fixés au lugol ne se conservent pas longtemps (12 mois au réfrigérateur au maximum). Afin de conserver les échantillons durant toute la durée de l'étude, du formol est ajouté à une concentration finale de 5% comme le préconise le protocole de Laplace- Treytore *et al.* (2009). Les échantillons pourront alors être conservés hors réfrigérateur. Ils sont toutefois maintenus à l'obscurité pour éviter la décoloration des algues par la lumière. Les échantillons sont ainsi archivés et conservés pendant 2 ans au minimum et pourront servir pour d'éventuels contrôles des inventaires taxonomiques.

D.5 Calcul de l'IPLAC

Selon l'arrêté du 27 juillet 2015, l'indice biologique phytoplanctonique à utiliser en métropole pour évaluer l'état écologique des plans d'eau à partir des communautés végétales est l'IPLAC : Indice Phytoplanctonique Lacustre. Il s'applique aux lacs naturels et aux plans d'eau artificiels de la métropole. Cet indice est calculé grâce à l'outil de calcul disponible dans PHYTOBS v2.3

L'IPLAC est calculé ici à titre indicatif, afin de vérifier dans quelle mesure il correspond au contexte Martiniquais et afin de se rendre compte des adaptations à fournir. Aussi, il nous paraît essentiel de préciser notre bonne compréhension de l'étude et de prendre en compte l'article 2.1.4 de l'arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 (établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement) relatif aux Départements d'outre-mer : « Les indices biologiques des 2.1.1 (IPLAC : Indice planctonique lacustre), [2.1.2 (IBML : indice biologique macrophytique en lac) et 2.1.3 (IIL : Indice ichtyofaune lacustre)] ne s'appliquent pas aux départements d'outre-mer. Les connaissances actuelles ne permettent pas de fixer des indices et valeurs seuils fiables pour les éléments de qualité biologiques dans les départements d'outre-mer. Certains éléments de qualité ou paramètres physicochimiques généraux, ou certaines valeurs seuils, n'y sont pas non plus adaptés. Le préfet coordonnateur de bassin évalue l'état écologique des masses d'eau de surface, au regard des définitions normatives de l'annexe 1 au présent arrêté, en s'appuyant sur les connaissances actuelles, des indicateurs provisoires et le dire d'expert ».

L'IPLAC n'a pas été développé pour et sur des plans d'eau des Antilles, nous comprenons, toutefois, que l'Office de l'Eau souhaite vérifier dans quelle mesure cet indice IPLAC correspond au contexte Martiniquais. Pour cela, il est nécessaire de le mettre en œuvre, dans un premier temps, afin de se rendre compte des adaptations à fournir dans un second temps.

Cet indice est basé sur le calcul de 2 métriques agrégées sous forme de moyenne pondérée.

Il s'agit de :

- La MBA, Métrique de Biomasse Algale : Cette métrique est basée sur la concentration moyenne de Chlorophylle-a sur la période de production biologique, qui est une bonne illustration de la biomasse phytoplanctonique disponible dans le plan d'eau, comparée à la valeur prédite en condition de référence (sur des plans d'eau de l'Hexagone). Elle repose sur la moyenne des mesures de chlorophylle-a exprimée en µg/l ;
- La MCS, Métrique de Composition Spécifique : Cette métrique exprime une note en fonction de la présence de taxons indicateurs figurant dans une liste de référence composée de 165 taxons). Chaque taxon de la liste a une cote spécifique et un coefficient de sténoécie. La note est alors calculée à partir de la composition taxonomique de l'échantillon exprimée en biovolume et est comparée à la valeur prédite en conditions de référence dépendant de l'altitude et de la profondeur moyenne du plan d'eau.
- Les classes (de MBA, MCS et IPLAC) sont données en anglais : H (High) pour très bon, G (Good) pour bon, M (Moderate) pour moyen, P (Poor) pour médiocre et B (Bad) pour mauvais. Les valeurs des métriques et de l'indice varient de 0 à 1.

Dans l'Hexagone, l'IPLAC se calcule en prenant en compte certaines contraintes par défaut (bloquantes ou informatives), à savoir :

- La période des campagnes acceptées qui va du 1er mai au 31 octobre (bloquante) ;
- Le nombre de campagnes minimum pour le calcul (bloquant) : 3 ;
- Le nombre total de taxons minimum déterminés par campagne (bloquant) : 10 ;
- Le nombre minimum de taxons contributifs au calcul par campagne (bloquant) : 5 ;
- Le pourcentage maximum de taxons déterminés au genre par campagne (informatif) : 3 ;
- Le pourcentage maximum de taxons indéterminés par campagne (informatif) : 10.

Compte tenu du contexte local Martiniquais, il faudra certainement faire des adaptations éventuelles et « forcer » le calcul de l'IPLAC. Cela est possible par le logiciel PHYTOBS. Bien entendu tout forçage est explicitement noté et expliqué au maître d'ouvrage. Par exemple, le « forçage » pourrait être de considérer 3 périodes et non 4, modifier le nombre de taxons indéterminés ... etc. et faire plusieurs calculs pour tester. Le cas échéant nous nous rapprocherons de Christophe Laplace-Treytore (père de l'IPLC) pour avis d'expert. Les relations privilégiées de F. PERES avec l'IRSTEA de Bordeaux (elle y a fait sa thèse) sont un atout.

Cet indice est celui pris en compte par l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié par celui du 27 juillet 2015 dont les limites de classes de qualité sont présentées dans le Tableau 1 ci-après.

Limites Valeurs des limites de classes d'état exprimés en EQR pour l'indice phytoplanctonique lacustre (IPLac)

Il est évident qu'une adaptation de cet indice s'impose pour les Antilles. Le traitement statistique est complexe et requiert une masse importante de données (biologiques, chimiques et physico-chimiques). Un rapprochement avec le personnel de l'IRSTEA est nécessaire pour l'élaboration d'un indice « IPLAC Antilles », à l'instar des recherches réalisées pour l'IDA. L'étude menée pour la mise en place de l'IDA a montré la spécificité de la flore locale pour les cours d'eau. Il en va de même pour les algues du plancton. On peut pertinemment penser que des taxons non encore décrits sont présents. Leur écologie ne sera donc pas connue. Cependant si des taxons ubiquistes sont présents dans le peuplement, nous pourrions nous inspirer de l'écologie de ces derniers pour appréhender, même de manière « grossière » l'écologie des taxons non encore connus.

Notons que l'IPLAC exige d'avoir la concentration en Chlorophylle a. Une note de vigilance est à apporter quant à la réalisation et à l'analyse de la chlorophylle-a qui est essentielle dans le calcul de l'IPLAC (puisque'il s'agit d'une des 2 métriques qui entrent en jeu dans le calcul de l'indice). La chlorophylle-a est très fragile et se dégrade rapidement. L'interprétation des teneurs en phéopigments est donc délicate (il peut y avoir une dégradation de la chlorophylle-a dans l'échantillon avant la mise en analyse) ce qui fausse le résultat. Ces difficultés sont également observées sur l'Hexagone (d'où la prise en charge des échantillons par le laboratoire et la mise en analyses dans les 48h après le prélèvement).

Les données altitude et profondeur moyenne sont également indispensables au calcul de l'IPLAC.

D.6 Opérations de contrôle

Les microscopes sont équipés de caméra vidéo permettant les prises de vue et les mesures in situ. Ce matériel est régulièrement utilisé lors d'intercalibrations internes ou pour des échanges avec les

spécialistes concernant certains taxons. Les photos sont ensuite traitées par l'intermédiaire de logiciels (type GIMP2, Photoshop) afin de les redimensionner, d'effectuer des mesures et/ou de réaliser des planches photographiques avec échelle. Les photographies réalisées permettent d'illustrer les taxons dominants.

Contrôle des déterminations

Pour un échantillon donné, les taxons dominants sont photographiés (de façon à confectionner une collection de référence). En fin de comptage, les taxons dont la proportion dépasse 10% des effectifs algaux, sont validés par l'opérateur expert. Le cas échéant, le recours à un expert extérieur peut être nécessaire.

Aide à la détermination

En cas de doute dans la détermination d'un taxon litigieux, nous faisons appel à des experts extérieurs pour trancher : C. Laplace de l'IRSTEA, pour le phytoplancton en général, J.-F. Humbert du Bioemco-ENS Paris - appartenant au GIS Cyanobactéries pour les cyanobactéries, René le COHU, professeur émérite pour le phytoplancton en général et les diatomées, Michel Coste, (Irstea Bordeaux) pour les diatomées.

D.7 Expression et rendu des résultats

Tous les résultats sont bancarisés à l'aide de l'outil PHYTOBS de l'IRSTEA. Ils sont rendus sous format csv après export depuis PHYTOBS. Cela permet d'avoir les noms et les codes taxons ainsi que les codes SANDRE à jour. En cas de manque code Sandre pour un taxon donné, une demande de création de code est faite auprès de mdm.sandre.eafrance.fr.

Les résultats sont fournis en nombre de cellules / ml et en biovolume (mm³/l).

A l'issue des 4 campagnes annuelles, les résultats sont interprétés, par plan d'eau, en fonction de la succession saisonnière des différents taxons identifiés et de l'écologie des algues dominantes si celle-ci est connue. Comme dit précédemment, si les taxons ne sont pas connus, leur écologie est estimée en fonction des espèces accompagnatrices dont l'écologie est connue (taxons ubiquistes, cosmopolites), en espérant qu'ils soient présents aussi dans le peuplement.

L'accent est placé sur la mise en évidence des sources possibles d'altérations de la qualité et de dysfonctionnement de l'écosystème et sur le potentiel toxique de certains taxons.

Selon l'arrêté du 27 juillet 2018, l'indice biologique phytoplanctonique à utiliser pour évaluer l'état écologique des plans d'eau à partir des communautés végétales est l'IPLAC : Indice Phytoplanctonique Lacustre. Il s'applique aux lacs naturels et aux plans d'eau artificiels de la métropole. Cet indice est calculé grâce à l'outil de calcul disponible dans PHYTOBS v2.3 (§. Partie IPLAC pour les réserves sur son application).

A l'issue des dernières campagnes un avis d'expert a été émis sur l'application de l'IPLAC sur le plan d'eau notamment au regard des résultats des 2 métriques le constituant (composante spécifique et biomasse algale).

2.3 Incidents et remarques de terrain

Les conditions météorologiques et le niveau du lac font l'objet des remarques ci-dessous :

- Novembre 2018 : les conditions météorologiques étaient très changeantes avec une alternance de pluies, une forte couverture nuageuse puis des trouées de soleil accompagnées d'un vent soutenu. Le plan d'eau présentait un clapot ne facilitant pas les manipulations de terrain et occasionnant visuellement un fort brassage de la masse d'eau.
- Mai 2019 : La profondeur maximale atteinte était de 7,50 mètres. Ce niveau de la retenue est particulièrement bas en raison de la période de sécheresse intense subie par la Martinique au cours de ces derniers mois. Ce niveau est très rarement observé en conditions normales.
- Août 2019 : la profondeur maximale atteinte était de 6,80 mètres. De manière encore plus flagrante qu'en mai, ce niveau de remplissage défie toutes les chroniques de niveau (hors vidange). La sonde de turbidité a eu un problème durant l'acquisition, la mesure a donc été arrêtée vers 3 mètres de profondeur. Les prélèvements de bactériologie ont été mal orientés vers les laboratoires partenaires. Le prélèvement a donc été renouvelé deux semaines plus tard.

2.4 Modalités d'évaluation

2.4.1 Potentiel écologique et état chimique au titre de la DCE

Les données acquises dans le cadre du suivi DCE ont été traitées selon les règles d'évaluation sont détaillées dans le **guide REEE 2019. (Guide technique relatif à l'Évaluation de l'État des Eaux de surface continentales réalisé par le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire)**


► Rappel des règles d'évaluation du potentiel écologique d'un plan d'eau :


Le Tableau 4, extrait du Guide technique relatif à l'évaluation de l'état des eaux de surface continentales (Guide REEE version 2019) synthétise les éléments de qualité et pour chacun, les indices et seuils à prendre en compte pour l'évaluation de l'état écologique des plans d'eau.


Tableau 4 : Synthèse des éléments de qualité et indicateurs à prendre en compte pour l'évaluation de l'état écologique des plans d'eau


		Indicateurs* disponibles à utiliser pour l'évaluation		
		Métropole - plans d'eau naturels	Métropole - plans d'eau d'origine anthropique	RUP
Éléments de qualité biologique	Paramètres biologiques			
Phytoplancton	Composition, abondance et biomasse	IPLAC	IPLAC	
Macrophytes	Composition et abondance	IBML	IBML**	
Phytobenthos	Composition et abondance			
Faune benthique invertébrée	Composition et abondance			
Ichtyofaune	Composition, abondance et structure de l'âge	IIL	IIR***	Guyane = non disponible
Éléments de qualité physico-chimique	Paramètres physico-chimiques			
Transparence	Profondeur du disque de Secchi	Valeurs-seuils en annexe 8	Valeur seuils en annexe 8	Valeurs-seuils en annexe 8 à adapter aux spécificités locales avec l'appui technique de l'AFB
Température de l'eau	-			
Bilan d'oxygène	Désoxygénation de l'hypolimnion	Valeurs-seuils en annexe 8	Valeurs-seuils en annexe 8	Valeurs-seuils en annexe 8 à adapter aux spécificités locales avec l'appui technique de l'AFB
Salinité	Conductivité			
	Chlorures			
	Sulfates			
État d'acidification	pH _{min} et pH _{max}			
Concentration en nutriment	Phosphore total	Valeurs-seuils en annexe 8	Valeurs-seuils en annexe 8	Valeurs-seuils en annexe 8 à adapter aux spécificités locales avec l'appui technique de l'AFB
	NH ₄ ⁺			
	NO ₃ ⁻			
Polluants spécifiques de l'état écologique		Liste et valeurs seuils en annexe 6		

		Indicateurs* disponibles à utiliser pour l'évaluation		
		Métropole - plans d'eau naturels	Métropole - plans d'eau d'origine anthropique	RUP
Éléments de qualité hydromorphologique	Paramètres hydromorphologiques			
Régime hydrologique	Quantité et dynamique du débit d'eau			
	Connexion aux masses d'eau souterraines			
	Temps de résidence			
Conditions morphologiques	Variation de la profondeur du lac			
	Quantité, structure et substrat du lit			
	Structure de la rive			

 En rouge : indicateurs non disponibles

 En vert : indicateurs disponibles

 En jaune : pas d'indicateur validé – un indice est toutefois disponible si besoin afin d'aiguiller le diagnostic

 En gris : éléments de qualité non pertinents

L'ensemble des éléments listés dans le Tableau 4 ont été suivis au cours de ce programme pour évaluer la qualité des eaux, on note cependant que :

- Les indicateurs biologiques employés en métropole (notamment IPLAC dans le cadre du phytoplancton) ne sont pas pertinents dans les DOM, c'est pourquoi l'annexe 8 évoquée n'est pas utilisable par manque de typologie en outre-mer. Cette annexe est consultable dans le Guide REEE.
- Pour plusieurs éléments de qualité (en rouge dans le tableau, notamment la température et la salinité), il n'existe actuellement aucun indice permettant d'aboutir vers une qualification réelle de leur état. Les indicateurs seront développés dans un 3ème cycle.

► Rappel des règles d'évaluation de l'état chimique d'un plan d'eau :

L'évaluation de l'état chimique comprend le suivi des substances de l'état chimique listées dans l'annexe II de l'arrêté du 7 août 2015 sur la matrice eau.

Les NQE sont définies en valeur moyenne annuelle (NQE_MA) et également en concentration maximale admissible (NQE_CMA) pour la plupart des paramètres.

Le « bon état » pour un paramètre est atteint lorsque l'ensemble des NQE (NQE_CMA, NQE_MA et NQE_biote) est respecté.

Notons que la résolution analytique des laboratoires est prise en compte dans l'évaluation de l'état chimique via la prise en compte de la limite de quantification (LQ) pour chaque substance. L'état est dit « inconnu » pour un paramètre si le volume de données est insuffisant ou encore si des problèmes analytiques majeurs ne permettent pas non plus de se prononcer (ex. cas où la LQ > 3 NQE_MA).

L'ensemble des éléments de qualité normalement suivis dans le cadre DCE mais qui ne peuvent être valorisés dans ce cadre réglementaire faute d'indicateurs non déclinés dans l'arrêté du 27 juillet 2018, de NQE ou autres valeurs-seuils adaptés, sont valorisés à titre « patrimonial ».

2.4.2 La valorisation patrimoniale dans le contexte local

L'analyse patrimoniale a pour objectif de faire ressortir les informations pertinentes en s'intéressant à l'ensemble des substances qui sont hors cadre DCE et permet ainsi de mettre en valeur ces résultats et de compléter l'image globale de la qualité du milieu.

Le suivi patrimonial comprend alors :

- Un suivi de la qualité bactériologique de l'eau : valorisation grâce aux grilles de qualité du SEQ-eau V2 irrigation ;
- Une analyse de la qualité des sédiments (chlordécone) aux points Duquesnes et Petites Gamelle : la valorisation est faite grâce aux grilles de qualité du SEQ-eau V2 par altération.

3. Hydrologie

L'hydrologie permet de définir le fonctionnement physique du plan d'eau, ce qui entraîne des conséquences sur son fonctionnement chimique et biologique.

Le niveau d'eau de la retenue en m³, par semaine, depuis 2009, est présenté dans la Figure 2 :

- la semaine 47 correspond à la première campagne, en novembre 2018 ;
- la semaine 13 correspond à la seconde campagne, en mars 2019 ;
- la semaine 21 correspond à la troisième campagne, en mai 2019 ;
- la semaine 34 correspond à la quatrième campagne, en août 2019.

Au cours de cette dernière décennie, la retenue a présenté un remplissage faible au cours de cinq années :

- 2009/2010 : un déficit important en saison cyclonique a entraîné une vidange en fin de carême de 2009, situation qui a perduré au cours du carême 2010 pour enfin reprendre un niveau normal à la saison d'hivernage ou cyclonique.
- 2014-2015 : la situation est plus centrée sur une chute rapide en carême et un remplissage plus tardif en saison cyclonique.
- 2019 : la situation de 2014/2015 se répète mais avec une intensité inégalée dès le début du carême très chaud et sec. Le niveau de la retenue est au plus bas, hors vidange réglementaire (en 2006) (Niveau le plus bas : 1 million de m³ en 2019 à la semaine 33).

Notons également que le période 2004/2008 (Figure 3) présentait des caractéristiques de remplissage équivalentes et le suivi s'établissait également avec une profondeur importante (sauf 2006 en raison de la vidange de contrôle).

Ainsi, l'exercice de suivi 2018/2019, principalement réalisé en 2019, s'est déroulé dans un contexte atypique de niveau très faible occasionnant une profondeur maximale de 10 mètres la majeure partie de l'année, alors que les précédents suivis avaient été réalisés par des profondeurs variant entre 15 et 20 mètres.

Les Figure 4, Figure 5 et Figure 6 illustrent par des photographies ces niveaux d'eau.

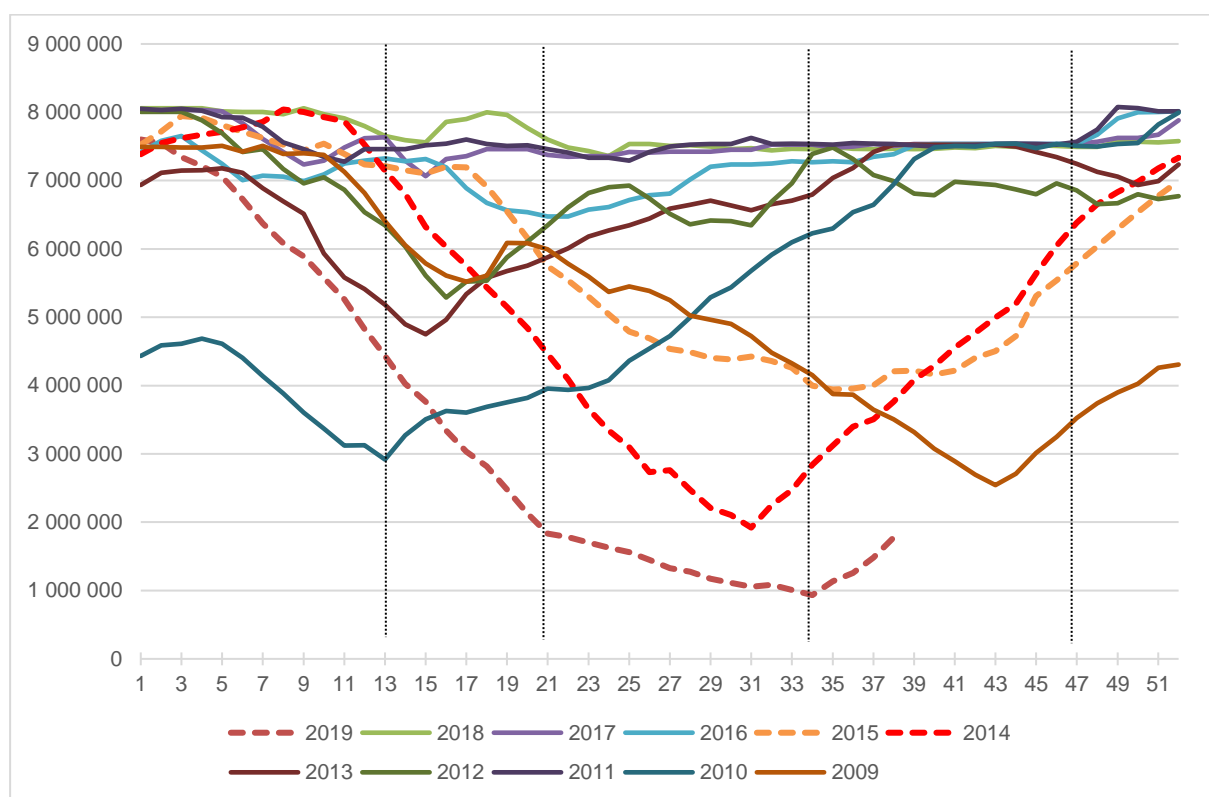


Figure 2 : Évolution du niveau d'eau de la retenue Manzo de 2009 à 2019 en m³ (traits verticaux en pointillés : semaines où ont eu lieu les prélèvements)

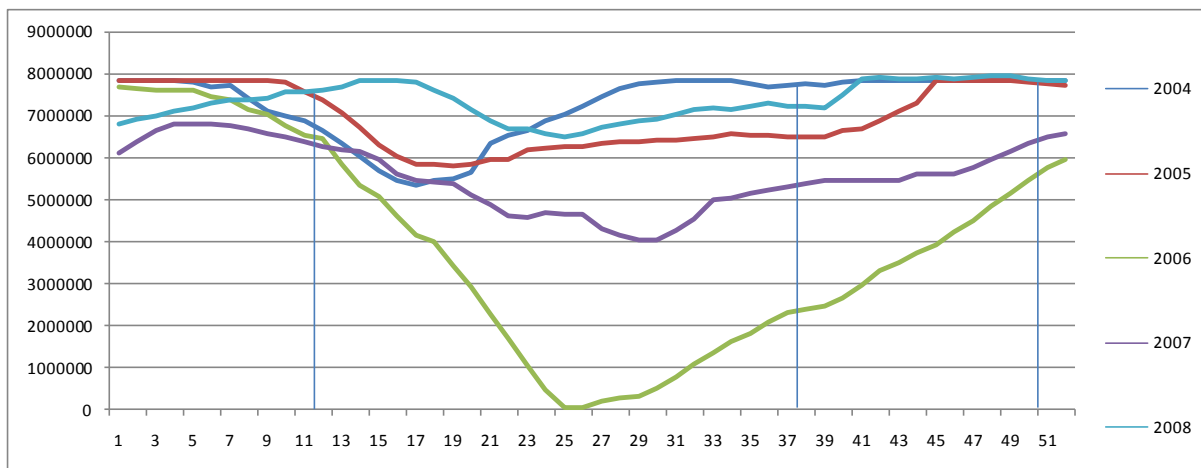


Figure 3 : Évolution du niveau d'eau de la retenue Manzo de 2004 à 2008 en m³ (2006 : vidange décennale)



Figure 4 : Plan d'eau Manzo en novembre 2019



Figure 5 : Plan d'eau Manzo en mai 2019



Figure 6 : Plan d'eau Manzo en aout 2019

4. PHYSICO-CHIMIE DES EAUX

4.1.1 Mesures *in situ*

La transparence est une mesure ponctuelle. Le Tableau 5 présente les valeurs de transparence mesurées lors des quatre campagnes d'échantillonnage et la zone euphotique calculée *a posteriori*.

Tableau 5 : Mesure de la transparence (grâce au disque de Secchi) et calcul de la zone euphotique (2,5 x la transparence) lors des quatre campagnes d'échantillonnage de Manzo 2018-2019

Campagne	novembre 2018	mars 2019	mai 2019	août 2019
Transparence (disque de Secchi) (en m)	1,9	2,5	2,4	1,3
Zone euphotique (en m)	4,75	6,25	6,00	3,25

La Figure 7 présente les profils physico-chimiques obtenus pour chacun des six paramètres mesurés *in situ* (Annexe 3). L'évolution de la hauteur d'eau est ainsi visible : elle décroît au cours des campagnes successives : 16 m, 14 m, 7m et 6m en août. Comme expliqué auparavant, cette situation est inédite dans la chronologie de fonctionnement du plan d'eau jusqu'à présent.

- La température de l'eau augmente, au fil des campagnes passant en surface de 26,5 à 31°. Elle reste relativement stable dénotant l'absence de thermocline.
- Lors de la première campagne (novembre 2018), le fort brassage constaté sur le terrain est notamment observé pour les relevés de conductivité et d'oxygène, dont les valeurs oscillent fortement. La plus forte conductivité du suivi 2018-2019 est enregistrée à 3 mètres de profondeur (plus de 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Il ne s'agit toutefois pas d'une chemocline car les autres paramètres n'évoluent pas en conséquence. Cette campagne est donc marquée par des conditions climatiques qui favorise le mélange de la masse d'eau.
- Lors de la seconde campagne (mars 2019), la plupart des paramètres décroissent lentement le long de la colonne d'eau. Seule la conductivité baisse franchement entre 3 et 4 mètres. La turbidité augmente ponctuellement à 13 m de profondeur sans doute à la faveur d'une mise en suspension des sédiments lors de la mesure.
- La troisième campagne (mai 2019) dispose de valeurs homogènes le long de la colonne d'eau. Toutefois, le pH et l'oxygène chutent à 5 mètres de profondeur à proximité du fond sans pouvoir être clairement lié à un processus biochimique.
- Lors de la quatrième campagne (août 2019) le niveau d'eau le plus bas est atteint (6,80 m de profondeur). La température, le pH et la conductivité diminuent sur les quelques mètres échantillonnés une fois passée la zone euphotique. L'oxygène reste relativement stable, tandis que la turbidité n'a pu être acquise jusqu'au fond en raison d'un problème matériel.

La physico-chimie *in situ* montre clairement une rupture franche avec les suivis antérieurs : les conditions météorologiques en novembre et surtout la faible masse d'eau lors des autres campagnes ne permet pas du tout de mettre en lumière une stratification évoluant en profondeur au cours des saisons. Au contraire, la masse d'eau est largement brassée, ce qui entraîne une relative homogénéité de ces paramètres toute au long de la colonne d'eau.

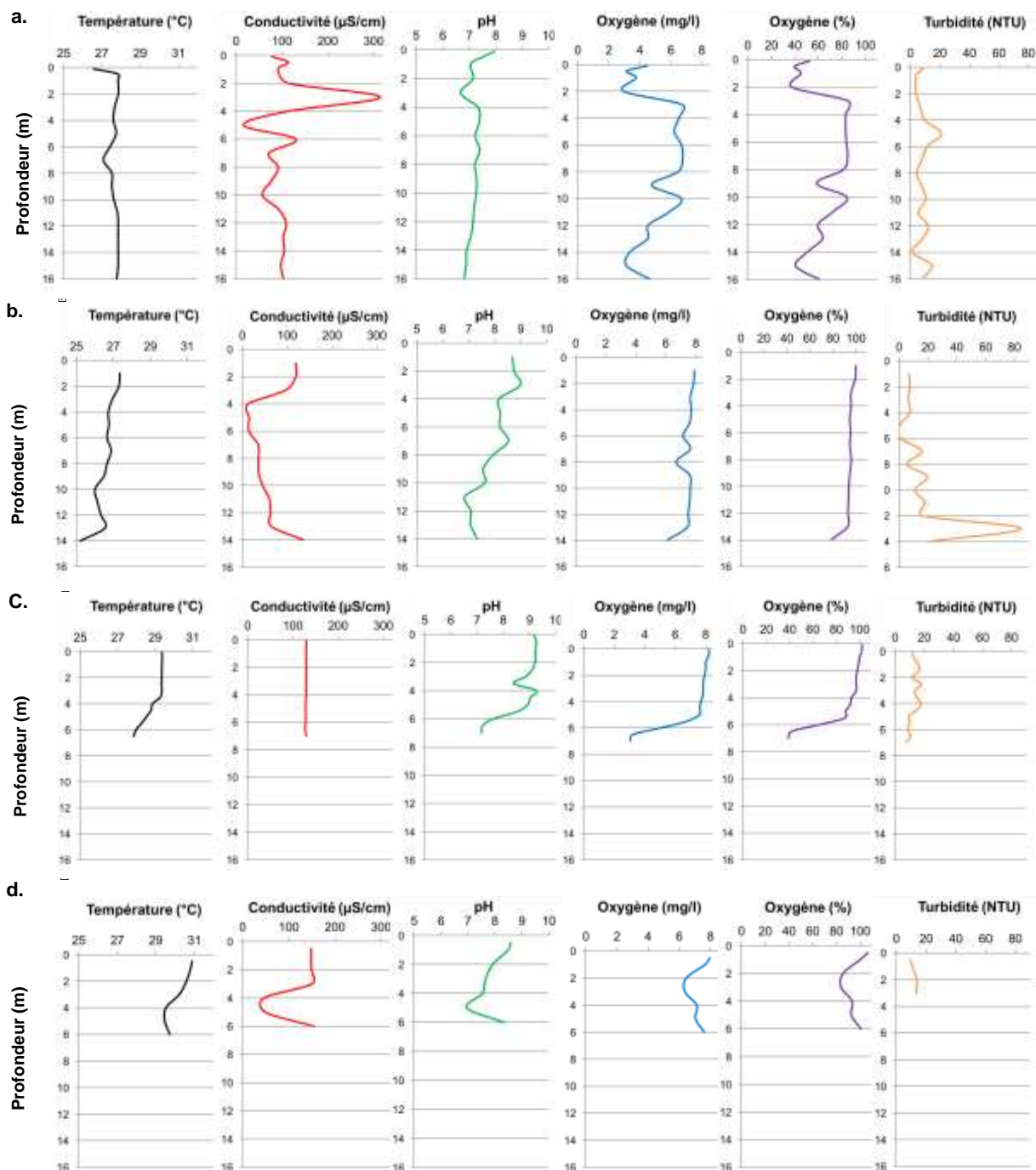


Figure 7 : Profils physico-chimiques pour les paramètres température (°C), conductivité de l'eau (µS/cm), pH et oxygénation de l'eau (mg/L et % de saturation en O₂) lors de chacune des 4 campagnes de terrain (a. novembre 2018 ; b. mars 2019 ; c. mai 2019 ; d. août 2019)

4.1.2 Paramètres mesurés en laboratoire des groupes 2, 2 bis et 3

L'utilisation des classes de qualité du SEQ-eau V2 sur les résultats de 20 paramètres physicochimiques généraux (Tableau 6) permet de qualifier les eaux de surface et les eaux de fond de « bonne » à « très bonne qualité » suivant les paramètres et pour toutes les campagnes d'intervention, sauf pour la campagne d'août. En effet, la valeur d'ammonium décline le prélèvement « fond » en « moyenne qualité ». Les paramètres turbidité et MES sont associés à une « bonne qualité » pour l'ensemble des prélèvements.

Selon cette analyse, il n'y a pas de différence de qualité majeure entre les eaux de surface et les eaux de fond pour les paramètres considérés.

Rappelons que la validité des grilles du SEQ-eau V2 pour les eaux de surfaces des Antilles françaises n'a jamais été vérifiée et est discutable, notamment pour une utilisation sur des données issues de systèmes au fonctionnement bien spécifique comme les plans d'eau (le SEQ-eau concerne les cours d'eau). Pour ces raisons, les grilles du SEQ-eau V2 n'ont pas été appliquées sur les paramètres physico-chimiques mesurés *in situ* (température, pH, conductivité et oxygénation de l'eau). L'ensemble des paramètres physico-chimiques généraux se trouvent en Annexe 4.

Tableau 6 : Résultats des paramètres physico-chimiques généraux et classes de qualité associées selon le SEQ-eau V2 par altération (phosphore total, ammonium, nitrate et transparence non considérés car absence de valeurs seuil)

Paramètres	Code SANDRE	Eau de surface (prélèvement intégré)				Eau de fond				Unités
		nov-18	mars-19	mai-19	août-19	nov-18	mars-19	mai-19	août-19	
Turbidité	1295	4,5	12	6,7	14	9,2	12	5,6	17	NFU
Phosphore total	1350	0,038	0,2	0,08	0,033	0,037	0,01	0,085	0,028	mg/l P
pH	-	7,22	6,94	7,62	7,65	6,81	7,76	7,01	7,18	-
MES	1305	8,4	9,4	19	11	6,6	12	11	10	mg/l
COT	1841	2,6	2,4	4,2	3,1	2,5	2,2	4,7	2,6	mg/l C
DBO5	1313	3	0,5	4	0,6	2,4	3	4	1,8	mg/l O2
Nk	1319	< 1	< 1	< 1	< 1,0	< 1	< 1	< 1	< 1,0	mg/l N
Chlorophylle a	1439	20	8	47	32	10	8	1	2	µg/l
Phéopigments	1436	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	µg/l
Ammonium	1335	< 0,05	0,14	0,07	0,27	0,26	0,06	0,16	0,53	mg/l NH4
Nitrates	1340	1,4	< 0,1	0,2	0,3	2,6	2,8	0,1	0,2	mg/l NO3-
Nitrites	1339	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	mg/l NO2-
Orthophosphates	1433	0,03	0,04	0,17	0,04	0,03	< 0,01	0,04	0,08	mg/l PO4--
TAC	1347	2,85	3,25	2,8	2,95	2,8	2,9	3	3,15	°f
TH	1345	3,21	3,27	3,19	3,32	3,39	3,02	3,16	4,28	°f
Calcium dissous	1374	7,4	7,3	7	7,2	7,8	6,5	6,7	10,7	mg/l Ca++
Magnesium dissous	1372	3,3	3,5	3,5	3,7	3,5	3,4	3,6	3,9	mg/l Mg++
Sodium dissous	1375	9	10	10,5	12,3	9,5	9,6	10,9	13,3	mg/l Na+
Chlorures	1337	14,3	15,4	16,9	21	14,3	15,1	17	21,5	mg/l Cl-
Sulfates	1338	1,8	1,8	3,5	5,3	3,7	1,9	3,1	5,4	mg/l SO4--

5. RESULTATS DCE SELON ARRETE DU 27 JUILLET 2018

5.1 Potentiel écologique

Pour les masses d'eau fortement modifiées et les masses d'eau artificielles, les modalités d'évaluation de l'état écologique ont été adaptés et le terme de « potentiel écologique » est utilisé. Il se décline en quatre classes de qualité : « bon », « moyen », « médiocre » et « mauvais ».

5.1.1 Élément biologique : le phytoplancton

A - Composition du peuplement

Avec une moyenne de 40 taxons recensés aux quatre campagnes de suivi, la richesse spécifique du phytoplancton de la retenue de la Manzo est modérée (Tableau 7). Une richesse maximale de 42 a été observée en mai 2019. Les différents taxons identifiés dans les échantillons analysés se répartissent dans les embranchements généralement rencontrés dans le phytoplancton des eaux douces. Les Chlorophytes sont les plus diversifiées sur l'ensemble du suivi (20 taxons de ce groupe, en moyenne, à chaque relevé). Les autres groupes sont constitués au maximum de 9 taxons (Annexe 5).

Tableau 7 : Répartition du nombre de taxons par groupe, Manzo 2018 – 2019

	Manzo			
	19/11/2018	28/03/2019	24/05/2019	19/08/2019
BACILLARIOPHYTA		2	1	2
CHAROPHYTA	8	8	9	3
CHLOROPHYTA	17	20	21	23
CRYPTOPHYTA	2	3	3	1
CYANOBACTERIA	6	4	6	7
DINOPHYTA	2	2	1	1
EUGLENOPHYTA	2		1	1
HETEROKONTOPHYTA	3	2		
Total taxons	40	41	42	38

Au regard de la composition du peuplement phytoplanctonique entre novembre 2018 et août 2019, les eaux de la retenue de la Manzo apparaissent comme modérément chargées en nutriments.

B. Evolution des groupes algaux

B.1. Densité phytoplanctonique

Les Figure 8 et Figure 9 présentent la densité algale et cellulaire des différents groupes algaux, exprimée respectivement en nombre d'algues (ou individus) par ml et en nombre de cellules par ml. Cette analyse montre que le développement algal est maximal en mars et en août. La densité phytoplanctonique varie de 8 470 ind./ml, en novembre 2018 à 23 484 ind./ml, en mars 2019 (Figure 8) ; elle demeure élevée en mai, avec 23 249 ind./ml. La densité chute ensuite en août, pour retrouver une valeur proche de celle du premier relevé (9 512 ind./ml) (Annexes 6 et 7).

Tout au long du suivi, la communauté algale est marquée par l'importance numérique des Chlorophytes avec *Botryococcus braunii*, en particulier. Celle-ci représente, en moyenne, 43% de l'abondance totale sur les quatre relevés. Il s'agit d'une algue coloniale d'eau douce, cosmopolite, largement distribuée dans différents types d'habitats (mares, lacs). Elle se développe généralement en période de faible densité algale. Sa croissance lente lui permet de devenir dominante sous des conditions de compétitions faibles. Bien que coloniale, de très nombreuses cellules ont été observées isolées. Cette espèce se rencontre généralement dans des milieux peu chargés en nutriments.

Les Chlorophytes sont accompagnées des Charophytes appartenant aux genres *Cosmarium* et *Staurastrum*. *Elakatothrix gelatinosa* est également abondante lors du prélèvement de mai. Enfin, un développement de cyanobactéries est observé en août. Ce groupe constitue alors 44 % de l'abondance totale.

Les densités exprimées en nombre de cellules/ml (Figure 9) présentent des valeurs bien plus élevées qu'en nombre d'algues/ml (Figure 8). Elles oscillent entre 14 034 cell./ml, en novembre 2018 et 42 651 cell./ml, en août 2019. Ceci s'explique par la présence d'algues coloniales ou filamenteuses ; il s'agit,

en l'occurrence, des **cyanobactéries** : *Cyanogranis ferruginea* et *C. libera*, qui sont particulièrement abondantes sur l'ensemble du suivi. En août, ce groupe constitue 79% des densités cellulaires totales. Bien que certains taxons répertoriés soient toxigènes (ex. *Cyanogranis*, *Microcystis*), les effectifs cyanobactériens sont toutefois relativement faibles (<34 000 cell./ml). Dans l'Hexagone, il existe un risque sanitaire lorsque la densité de taxons toxigènes atteint les 50 000 cell./ml.

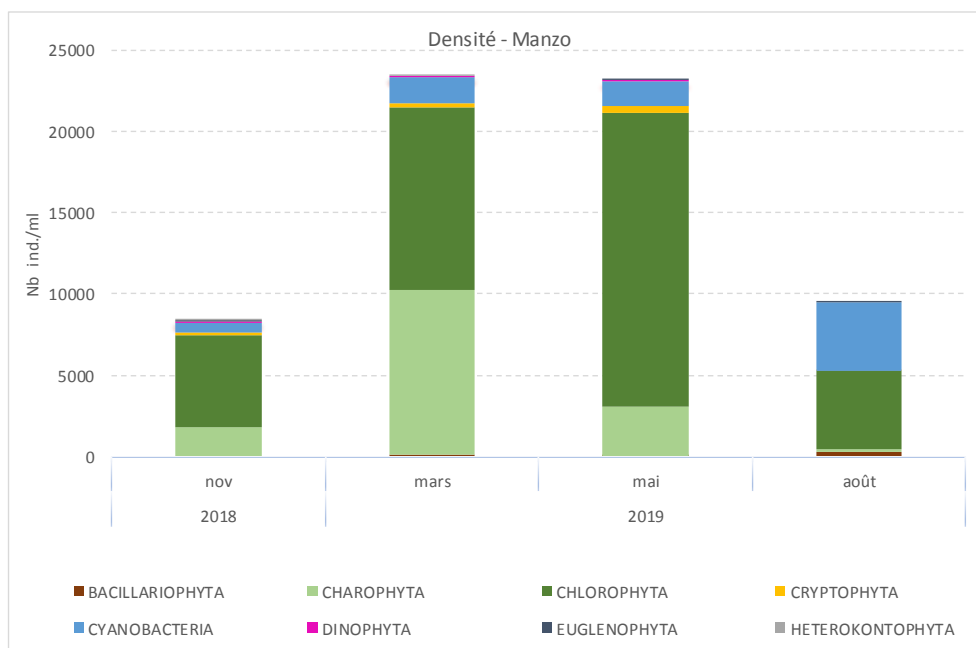


Figure 8 : Concentrations des divers groupes algaux en nombre d'individus/ml, Manzo 2018-2019

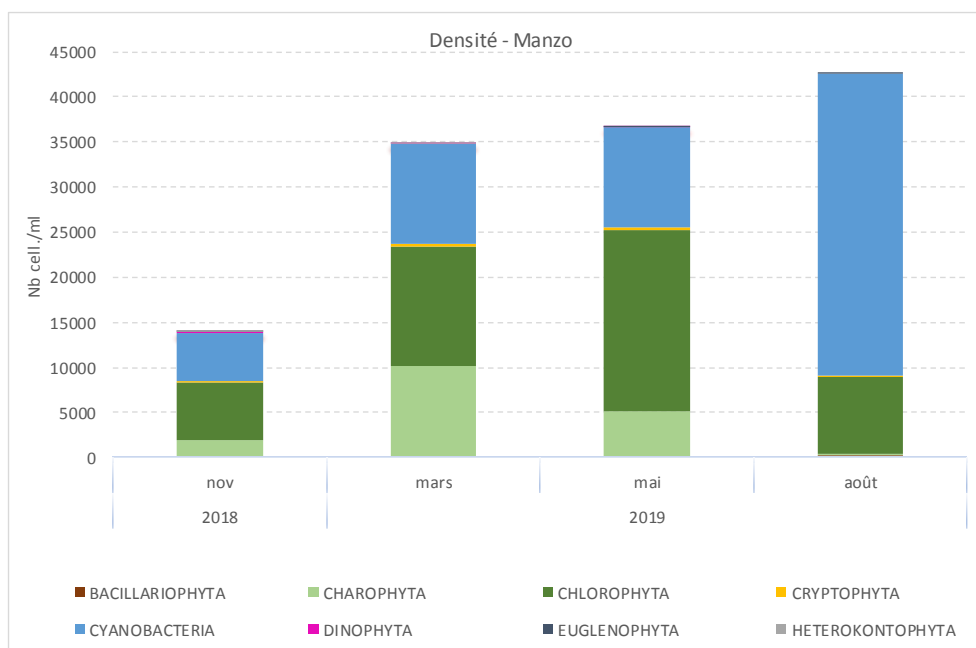


Figure 9 : Concentrations cellulaires des divers groupes algaux en cellules/ml, Manzo 2018-2019

Au regard de la fréquence d'échantillonnage retenue dans le cadre de ce suivi (pas de temps entre deux dates de prélèvements compris entre 2 et 4 mois), il est impossible de discuter **d'intensité et de fréquence de blooms algaux**. Pour cela, un pas de temps entre 2 campagnes de prélèvements doit être beaucoup plus court et la fréquence beaucoup plus intense. Le temps de développement des algues planctonique est relativement court (quelques jours). Il est donc aisé de passer à côté d'une prolifération si le pas de temps d'échantillonnage est supérieur à 15 jours.

B.2. Biomasse algale

Les teneurs en chlorophylle-a et phéopigments reflètent la biomasse algale présente dans le milieu (via le dosage de pigments). Mais cette dernière est également estimée à partir de la quantité de phytoplancton présent (via les observations en microscopie optique).

La concentration en chlorophylle-a est proportionnelle à la quantité de matière végétale vivante alors que la concentration en phéopigments est corrélée à la matière végétale dégradée ou morte.

Bien que le dosage de la chlorophylle-a ne permette pas *sensu stricto* de donner une valeur de la biomasse phytoplanctonique, il permet cependant d'appréhender son évolution au cours du temps.

La concentration en chlorophylle-a et en phéopigments permet également d'estimer la vitalité de la population phytoplanctonique. La vitalité, part de la matière vivante sur la matière morte, s'exprime par le rapport de leurs concentrations respectives.

$$\text{Vitalité} = [\text{Chl-a}] / [\text{Phéopigments}]$$

Lorsque ce rapport est supérieur à 1 cela signifie que le phytoplancton est productif et que les conditions environnantes favorisent son développement.

Les résultats, obtenus au cours de cette étude sont présentés dans le Tableau 8.

Tableau 8 : Concentrations en chlorophylle-a et phéopigments dans le barrage de la Manzo, suivi 2018-2019 et estimation de la vitalité du phytoplancton

	Manzo				Moyenne 2018-2019
	19/11/2018	28/03/2019	24/05/2019	19/08/2019	
Chl-a (µg/l)	20	8	47	32	26,75
Phéopigments (µg/l)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Vitalité	40	16	94	64	53,5

Les concentrations en chlorophylle-a sont relativement élevées. Une valeur maximale de 47 µg/l étant enregistrée en mai et la minimale de 8 µg/l, en mars 2019.

La concentration en phéopigments est très faible puisque toujours inférieure à 0,5 µg/l.

La vitalité du phytoplancton est ≥ 1 sur l'ensemble du suivi, ce qui indique que le phytoplancton se trouve dans les conditions optimales pour son développement

Au regard de la concentration moyenne en chlorophylle-a (26,75 µg/l), la qualité de l'eau peut être considérée comme **mauvaise**, d'après l'arrêté du 25 janvier 2010 et si l'on se réfère aux valeurs seuils des classes de qualité (pour rappel, les seuils sont calculés, initialement, pour les plans d'eau de l'Hexagone, et non applicables aux Départements d'outre-mer).

La Figure 10 illustre la répartition des différents groupes algaux en termes de biovolume (mm^3/l) (= biomasse en mg/l).

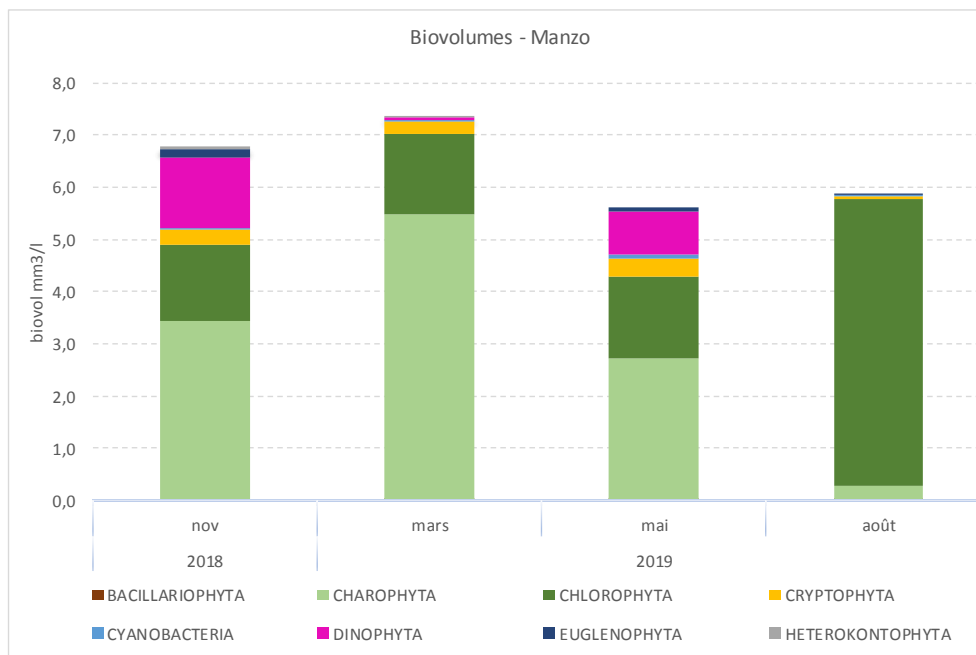


Figure 10 : Biovolume des divers groupes algaux en mm³/l, Manzo 2018-2019

Le biovolume phytoplanctonique varie peu au cours de ce suivi puisqu'il oscille entre 5,6 mm³/l en mai et 7,3 mm³/l en mars.

Cette analyse met en évidence l'importance des Charophytes dans le peuplement micro-algal de la Manzo sur les 3 premières campagnes. Ce groupe est notamment constitué des Desmidiées, considérées comme « **taxons nobles** ». Il s'agit, dans le cas présent, d'individus de grande taille, appartenant aux genres *Cosmarium* et *Staurastrum*, notamment. Ces algues sont très sensibles aux variations de la composition chimique des eaux et à la température. Ce groupe contribue, en moyenne, à 44% de la biomasse totale (Annexe 8). Le prélèvement d'août est marqué par la forte biomasse des Chlorophytes ; ces dernières sont représentées, à cette date, par quelques individus de *Monactinus simplex* (anciennement *Pediastrum simplex*), formes multicellulaires, de grande taille. Cette espèce constitue 87% de la biomasse totale pour seulement 6% de l'abondance cellulaire totale. De même, quelques individus de grande taille appartenant au groupe des Dinophytes (genre *Peridinium*) sont mis en évidence dans les prélèvements de novembre et de mai.

En complément de cette analyse purement descriptive de la communauté phytoplanctonique, nous avons tenté d'appréhender la qualité de la retenue de la Manzo, en utilisant les outils actuellement disponibles.

C - Evaluation de la qualité avec les indices phytoplanctoniques

L'indice phytoplanctonique lacustre (IPLAC) fait partie intégrante des outils élaborés pour les plans d'eau permettant l'évaluation de l'état écologique de ces derniers dans le contexte de la DCE.

Dans le cas présent, l'IPLAC ne peut pas être calculé avec les contraintes par défaut car seules 2 dates entrent dans la période acceptée (mai et août). Nous avons donc forcé le calcul en élargissant la période des campagnes acceptées. Au regard du contexte local, de la dynamique du phytoplancton et des concentrations en chlorophylle-a, nous avons réalisé le calcul en prenant en compte les 4 campagnes.

L'IPLAC ainsi calculé, indique que le plan d'eau de la Manzo possède des eaux de **bonne qualité** (IPLAC 0,623) (Tableau 9). La composante spécifique (MCS) est de très bonne qualité (ceci est dû à l'importance des Charophytes) ; la métrique basée sur la chlorophylle-a (MBA) est mauvaise (Bad) et vient donc abaisser la note. Rappelons que les concentrations en chlorophylle-a sont relativement élevées (excepté en mars).

Tableau 9 : Résultats du calcul de l'IPLAC pour les quatre campagnes du suivi 2018-2019 Manzo

MANZO - 2019					
MBA	Classe MBA	MCS	Classe MCS	IPLAC	Classe IPLAC
0,118	B	0,839	H	0,623	G
<i>Phytobs v3.1.3 - 07/01/2019</i>					

Cependant, la note globale de l'IPLAC ne peut pas être considérée comme robuste car les biovolumes contributifs sont relativement faibles et de nombreux taxons observés ne rentrent pas en compte dans le calcul de l'indice (taxons non cotés) (Annexe 9). L'IPLAC pourrait ainsi surestimer la qualité de ce milieu.

Signalons qu'il nous arrive fréquemment d'être confronté à ce type de constat sur les plans d'eau de l'Hexagone. Le profil écologique de toutes les espèces qui composent le phytoplancton n'est pas encore établi. Le nombre de taxons contributifs au calcul de l'IPLAC est donc limité (actuellement 165 taxons, seulement). Cet indice est donc appelé à évoluer.

A titre comparatif, et pour assurer une certaine continuité avec les suivis précédents, nous avons également calculé l'IPL.

L'IPL calculé à partir des 4 campagnes d'échantillonnage, réalisées en 2018 et 2019, donne les résultats présentés dans le Tableau 10. Le détail des calculs se trouve en Annexe 10.

Tableau 10 : Résultats du calcul de l'IPL pour les quatre campagnes du suivi Manzo 2018-2019

	IPL (% algues)	IPL (% biov)
Campagne 1 (novembre 2018)	37	23
Campagne 2 (mars 2019)	48	27
Campagne 3 (mai 2019)	48	35
Campagne 4 (août 2019)	68	60
Valeur moyenne	50	36
Classe de qualité	Moyenne	Bon

Les Chlorophytes (groupe repère à fort coefficient), en forte proportion tout au long du cycle, sont responsables de la valeur élevée de l'IPL calculé à partir des abondances algales. La composition du peuplement et la valeur 50 de l'Indice Planctonique met en évidence que la retenue de la Manzo possède des eaux de **moyenne** qualité

La valeur de l'IPL calculé à partir des biovolumes est moins sévère. Les Desmidiées (Charophytes, « taxons nobles ») prennent plus de poids ; ce groupe repère disposant d'un coefficient faible, il fait baisser la valeur de l'indice. Estimée à partir des valeurs relatives des biovolumes, les eaux de la Manzo sont de **bonne** qualité (IPL = 36).

Cette retenue pourrait être considérée comme un milieu **mésotrophe** (d'après les valeurs seuils utilisées pour l'Hexagone). On se trouve toutefois à la limite de l'état « eutrophe » à partir de l'IPL calculé avec les abondances relatives (Figure 11).

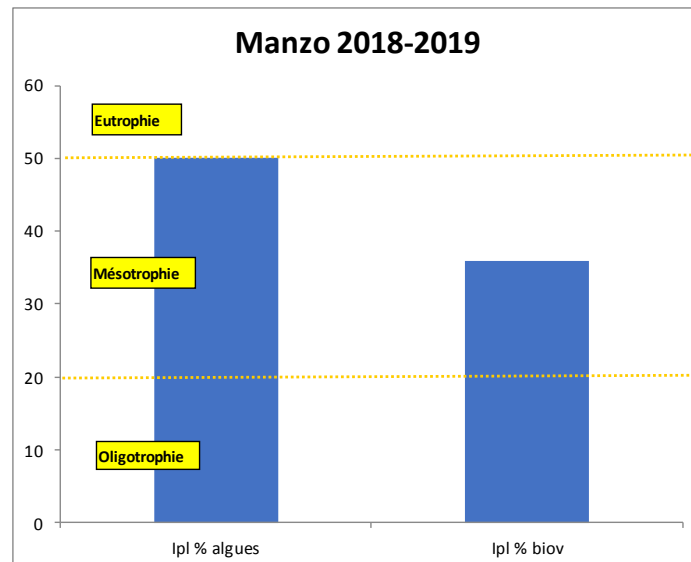


Figure 11 : Trophie de la retenue de la Manzo 2018-2019 sur la base de l'IPL

5.1.2 Élément physico-chimique

Selon l'arrêté du 27 novembre 2018, seul le bilan d'oxygène peut être évalué (Tableau 11). En effet, les indicateurs pour la température de l'eau, les paramètres de la salinité et l'état d'acidification ne sont pas disponibles. Quant à la transparence et aux paramètres de la concentration en nutriment, l'absence de code Lac pour le plan d'eau de la Manzo ne permet pas de disposer de valeurs seuils à comparer aux mesures effectuées.

En l'état, le bilan oxygène dans l'hypolimnion au mois de mai est une valeur difficilement conclusive étant donné la proximité du fond et l'absence de tendance concomitante de des autres paramètres. Sur cette base il a été proposé de conserver un état 2018/2019 Bon pour cet indicateur.

Tableau 11 : Etat physico-chimique du plan d'eau de la Manzo, détails des différentes campagnes et bilan pour le suivi 2018-2019 (VS : absence de valeurs seuil ; cellule barrée : indicateur non disponible)

Eléments de qualité	Paramètres	novembre 2018	mars 2019	mai 2019	août 2019	Suivi
Transparence	Profondeur du disque de Secchi	VS	VS	VS	VS	VS
Température de l'eau	-					
Bilan d'oxygène	Désoxygénation de l'hypolimnion			?		
Salinité	Conductivité					
	Chlorures					
	Sulfates					
Etat d'acidification	pH _{min} et pH _{max}					
Bilan des nutriments	Phosphore total	VS	VS	VS	VS	VS
	NH ₄ ⁺	VS	VS	VS	VS	VS
	NO ₃ ⁻	VS	VS	VS	VS	VS

5.1.1 Polluants spécifiques

Pour les polluants non synthétiques, l'état est « moyen » sauf pour les prélèvements de mars 2019 (Tableau 12). En effet, le cuivre ne décline pas l'état lors de cette campagne, alors que c'est le cas pour les autres prélèvements. L'état a été défini pour les polluants spécifiques (métaux) en prenant en compte le fond géochimique à partir des résultats diffusés dans le cadre de l'étude du fond hydro-géochimique (FG) des cours d'eau de Martinique – Phase 2 du BRGM à savoir un fond local de 1 à 2 µg/L. La NQE nationale étant établie à 1 µg/L, en prenant une moyenne de FG à 1 µg/L la NQE corrigée est de 2 µg/L. Toutes les valeurs restent néanmoins déclassantes.

Notons également que les valeurs relevées en cuivre et Zinc (NQE = 7,8 µg/L / FG = 1 µg/L) sur les eaux de fond lors de la campagne de novembre 2018 sont particulièrement élevées. Ce phénomène n'ayant pas été observé lors des autres campagnes, il est difficile de conclure à une perturbation réelle, même si on observe en parallèle la détection d'AMPA et de Glyphosate. Notons que Zinc et Cuivre peuvent faire partie de certains traitements phytosanitaires.

Pour les polluants spécifiques synthétiques, il est « bon » malgré la détection de certains polluants, tels que les AMPA et le glyphosate.

Il est important de souligner qu'aucune détection de chlordécone n'a été remarquée sur le jeu de données. La NQE est de 5×10^{-6} µg/L, ce qui est extrêmement faible. Les capacités analytiques de la majorité des laboratoires français ne permettent pas de qualifier l'état des eaux pour cette substance vis-à-vis de cette NQE.

En appliquant les règles DCE strictement, l'état est « moyen » pour les polluants spécifiques.

Tableau 12 : Classes d'état pour les polluants spécifiques de l'état écologique (en µg/L), par campagne et bilan pour le suivi 2018-2019 (sans prise en compte du fond géochimique et de la dureté de l'eau) (en gras : valeur dépassant la LQ ; * : LQ supérieure à la NQE)

Éléments de qualité		Eau de surface (prélèvement intégré)				Eau de fond			
		novembre 2018	mars 2019	mai 2019	août 2019	novembre 2018	mars 2019	mai 2019	août 2019
Polluants spécifiques non synthétiques (*)	Zinc	< 20*	< 20*	< 20*	< 20*	76	< 20*	< 20*	< 20*
	Arsenic	< 1*	< 1*	< 1*	< 1*	< 1*	< 1*	< 1*	< 1*
	Cuivre	3,2	< 1	2,9	7,8	25	< 1	3,9	2,3
	Chrome	< 1	< 1	< 1	1,5	< 1	< 1	< 1	< 1
	Etat								
Polluants spécifiques synthétiques	Chlortoluron	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
	Oxadiazon	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
	2,4 MCPA	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
	2,4 D	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Linuron	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
	Thiabendazole	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
	Chlordécone	<0,03*	<0,03*	<0,03*	<0,03*	<0,03*	<0,03*	<0,03*	<0,03*
	AMPA	226	73	< 0,02	< 0,02	142	< 0,05	< 0,02	< 0,02
	Glyphosate	< 0,05	< 0,05	< 0,02	< 0,02	0,269	< 0,05	< 0,02	< 0,02
	Etat								

5.1.1 Synthèse du potentiel écologique de la retenue

Selon les termes DCE et de l'arrêté du 27 juillet 2015, le potentiel écologique du plan d'eau de la Manzo est « moyen » pour l'année de suivi 2018-2019 : le cuivre et le zinc, pour les polluants spécifiques, entraîne ce déclassement (Tableau 13).

Tableau 13 : Classes d'état pour les différentes composantes de l'état écologique et paramètres déclassant pour l'année 2018-2019

		Suivi 2018-2019
Éléments de qualité biologique	Paramètres biologiques	
Phytoplancton	Composition, abondance et biomasse	/
Éléments de qualité physico-chimique	Paramètres physico-chimiques	
Transparence	Profondeur du disque de Secchi	VS
Température de l'eau	-	/
Bilan d'oxygène	Désoxygénation de l'hypolimnion	
Salinité	Conductivité	/
	Chlorures	/
	Sulfates	/
Etat d'acidification	pH _{min} et pH _{max}	/
Bilan des nutriments	Phosphore total	VS
	NH ₄ ⁺	VS
	NO ₃ ⁻	VS
Polluants spécifiques du potentiel écologique	Non synthétiques	Cuivre, Zinc
	Synthétiques	

5.2 État chimique de l'eau

L'état chimique est déterminé à partir des concentrations moyennes annuelles et des concentrations maximales admissibles d'une quarantaine de substances (Annexe 11).

Quatre substances de l'état chimique ont été quantifiées au moins une fois dans les eaux de surface au cours du suivi 2018-2019 :

- 2 micropolluants organiques :
 - 1 micropolluant de type « HAP » : benzo(b)fluoranthène (source anthropique : raffinage du pétrole, cokéfaction du charbon et trafic automobile) (lors des deuxième et troisième campagne, en surface ; lors des première et quatrième campagnes, au fond) ;
 - 1 micropolluant de type « PFCA » : DEHP (plastifiant) (lors de toutes les campagnes, en surface et au fond, sauf lors de la deuxième campagne, au fond et lors de la quatrième campagne, en surface) ;
- 1 métal : plomb (lors des première et troisième campagnes, en surface et au fond ; lors de la quatrième campagne, en surface) ;
- 1 pesticide : Terbutryne (herbicide, interdit en France depuis 2003) (lors de la première campagne, en surface et au fond ; lors de la quatrième campagne, au fond).

Par rapport à la NQE CMA (Norme de Qualité Environnementale en Concentration Maximale Admissible) :

Pour aucune de ces substances la concentration maximale mesurée ne dépasse la NQE_CMA pour l'échantillon intégré et l'échantillon de fond.

Par rapport à la NQE_MA (Norme de Qualité Environnementale en concentration Moyenne Annuelle):

Pour trois substances (le benzo(b)fluoranthène est exclu), la limite de quantification maximale et la valeur moyenne calculée sont inférieures à la NQE_MA, donc la NQE_MA est respectée.

Pour le benzo(b)fluoranthène, cette substance n'a pas de NQE_MA définie car seul le benzo(a)pyrène représente les HAP par rapport à cette NQE.

Conclusion :

L'état chimique est « bon » pour le suivi 2018-2019 : l'état est « bon » pour 42 des paramètres recherchés, et « inconnu » pour 48 paramètres.

Cet état est obtenu en appliquant strictement les règles d'évaluation. Notamment, cette évaluation ne tient pas compte des métaux, pour lesquels les valeurs doivent être corrigées par le fond géochimique (mal connu) et la biodisponibilité des éléments prise en compte.

5.3 Substances pertinentes

L'arrêté du 7 août 2015 précise que « contrairement aux substances de l'état chimique et de l'état écologique, les substances pertinentes à surveiller ne sont pas utilisées pour évaluer l'état des eaux de surface (Annexe 12).

Il s'agit de substances recherchées pour répondre aux objectifs du point I de l'article 4 du présent arrêté, et notamment pour préciser les niveaux de présence et de risque associés à ces substances, en vue d'une possible inclusion dans les listes de polluants spécifiques.

Les listes de substances ci-dessous constituent, avec les substances de l'état chimique et les polluants spécifiques, le socle minimal de substances à surveiller pour les eaux de surface, identifiées au terme d'une réflexion menée collectivement au niveau national. »

Sur les 29 substances pertinentes recherchées au total sur la matrice Eau (surface et fond), trois ont été quantifiées dans les eaux de surface et/ou eaux de fond.

Parmi ces trois substances synthétiques quantifiées, on dénombre :

- 1 micropolluant organique :
 - 1 micropolluant de type « PFCA » : Bisphénol A (plastique) ;
- 1 métal : manganèse ;
- 1 substance organique « autre » médicamenteuse : paracétamol.

Toutes ces substances sont détectées plus ou moins ponctuellement, mais dans aucun cas dans l'ensemble des prélèvements (Figure 12).

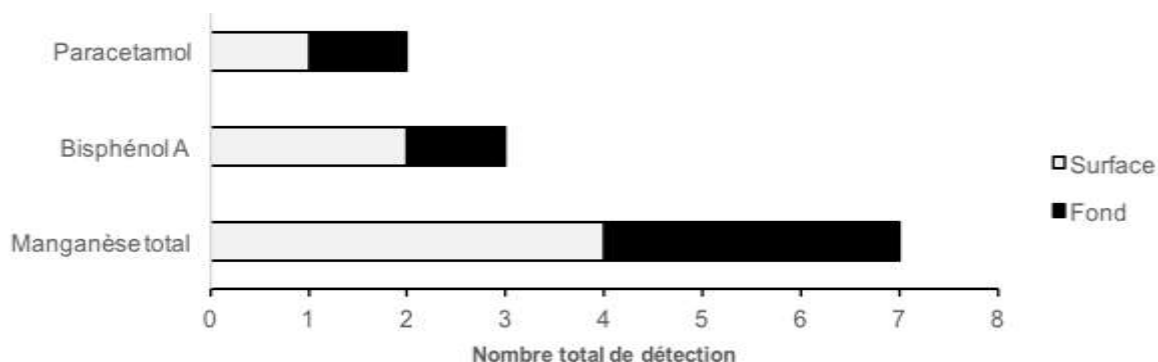


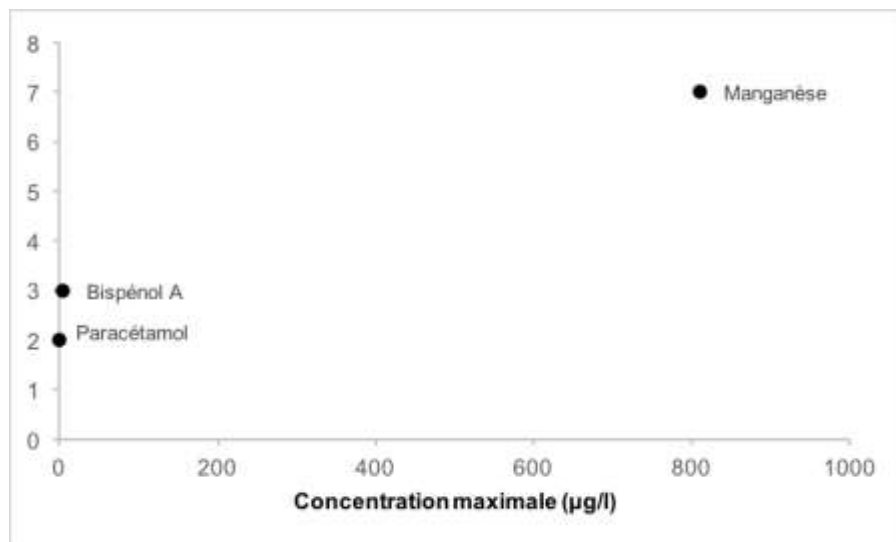
Figure 12 : Nombre de détection pour les substances pertinentes quantifiées dans les prélèvements de surface et de fond

Les substances ont été recherchées à 4 reprises dans les eaux de fond et dans les eaux de surface, soit 8 fois au total.

Les substances quantifiées sont présentes à des concentrations d'ordre différent. En effet, le manganèse à une concentration maximale de 810 µg/l, alors que le bisphénol A a une concentration maximale de 4,31 µg/l et le paracétamol, de 0,01 µg/l (Figure 13a).

Les concentrations moyennes annuelles des paramètres sont : Manganèse ($C_{moy} = 293,6$ µg/l), Bisphénol A ($C_{moy} < 1,9$ µg/l) et Paracétamol ($C_{moy} < 0,01$ µg/l) (Figure 13b).

a.



b.

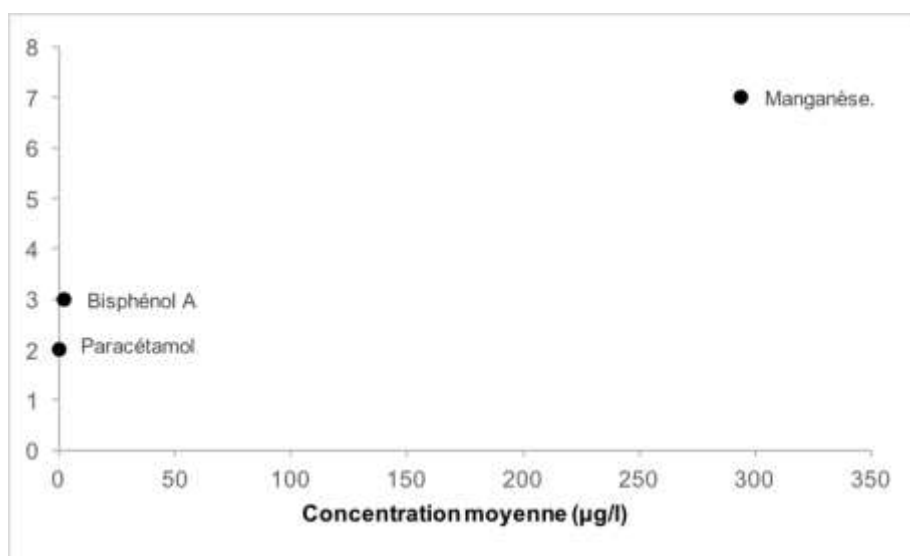


Figure 13 Concentrations maximales et moyennes des substances pertinentes détectées dans analyses d'eau de surface et de fond

5.1 Contamination des sédiments

Outre les métaux analysés dans les sédiments qui sont tous détectés (sauf le paramètre Argent total), quatre autres substances polluantes sont mesurées lors des analyses des sédiments prélevés lors de la campagne de mars 2019, au point le plus profond du lac (Annexe 13).

Une de ces substances, le di n-butyl phtalate (qui est un plastifiant ou additif pour les adhésifs ou les encres d'impression) est détectée dans les prélèvements réalisés lors de la deuxième campagne (Tableau 14). Il est difficile de pister l'origine de cette contamination qui reste toutefois réduite au regard du taux enregistré à une seule reprise.

Tableau 14 : Substance polluante quantifiée dans les sédiments du point le plus profond du lac

Paramètre	Sandre	LQ	Unité	Résultat
Di n-butyl phtalate	1462	25	µg/kg MS	27

6. VALORISATION PATRIMONIALE

La valorisation patrimoniale concerne les analyses bactériologiques (groupe 9) et le dosage du chlordécone dans les sédiments des anses Petite Gamelle et Duquesne (groupe 11).

6.1 Bactériologie des eaux

Les analyses de la bactériologie ne sont disponibles que pour la deuxième session de prélèvement qui a eu lieu en août 2019. L'espèce *Ralstonia solanacearum* et les salmonelles sont absentes dans le milieu au vu des résultats. Les autres paramètres sont en faible concentration ou inférieurs au seuil de détection (Tableau 15).

Tableau 15 : Résultats des analyses bactériologiques réalisés pour la campagne d'août 2019

Paramètres	Résultats	Unités
<i>Ralstonia solanacearum</i>	Absence	-
Coliformes totaux	36	NPP/100 ml
<i>Escherichia coli</i>	30	NPP/100 ml
Entérocoques	< 15	NPP/100 ml
Salmonelles	Absence	/l

Au vu des valeurs seuils proposées dans le SEQ-eau V2, selon les classes de qualité de l'eau par altération les coliformes totaux et les entérocoques sont associés à une très bonne qualité et *E. coli* à une bonne qualité. Pour tout autre usage, la qualité associée à ces paramètres est très bonne, sauf en termes de potabilité pour laquelle *E. coli* reste toutefois en bonne qualité.

6.2 Contamination des sédiments

La chlordécone est la seule substance recherchée lors de deux campagnes d'analyse de ces sédiments. Étant donné l'absence de chlordécone lors de la campagne de mars alors que des précédentes analyses mettait en exergue une détection, la CTG a décidé d'avoir recours en doublon à un second laboratoire lors de la dernière campagne (également sur le point DCE de plus grande profondeur) qui présente des seuils de quantification plus bas :

- La Drôme Laboratoire : LQ de 10 µg/kg MS ;
- CARSO LSEHL : LQ de 50 µg/kg MS.

Il s'avère que les mesures ne dépassent pas la limite de quantification pour les deux stations, Duquesne et Petite Gamelle.

7. BILAN DU SUIVI 2018-2019

La valorisation au titre de la DCE des données acquises lors du suivi 2018-2019 permet de conclure que :

o Physico-chimie des eaux :

Les profils des mesure *in situ* réalisées le long de la colonne d'eau varient peu entre les campagnes d'échantillonnage ne démontrant pas de stratification. Cela est certainement à mettre en relation avec la baisse du niveau d'eau du lac qui favorise le brassage tout au long du suivi, pour atteindre 6,80 m de profondeur en août 2019 là où il approche les 18 mètres lors des précédentes années. De plus, les conditions météorologiques de la première campagne (novembre 2018) entraînaient également un brassage important de la masse d'eau qui est visible sur les prélèvements *in situ*. La température du lac augmente au fil des mois de suivi mais l'oxygénation, le pH et dans une moindre mesure la conductivité de l'eau restent très stables dans la colonne d'eau.

Les paramètres des groupes 2,2 bis et 3 analysés en laboratoire sont mis au regard du SEQ-eau V2. La majorité des paramètres sont associés à un très bon ou bon état, sauf une valeur d'ammonium correspondant au prélèvement de fond lors de la quatrième campagne, qui est associée à un état moyen.

o Le potentiel écologique est « moyen » pour le plan d'eau de la Manzo en 2018-2019 :

Qualité biologique : l'analyse du peuplement algal du barrage de la Manzo montre une richesse taxonomique modérée (maximum de 42 taxons répertoriés en mai 2019). Les Chlorophytes dominent le peuplement sur l'ensemble du suivi. Globalement, le cortège de taxons recensés témoigne d'un milieu plutôt modérément riche en nutriments. En outre, l'importance en biomasse des taxons nobles appartenant aux Desmidiées (*Staurastrum*, *Cosmarium*), renforce l'hypothèse que cette retenue serait relativement préservée des apports en nutriments.

Les concentrations cellulaires de cyanobactéries sont relativement élevées, mais aucune efflorescence n'a été observée par les agents préleveurs durant la période d'étude. Signalons toutefois que la fréquence d'échantillonnage étant relativement large (pas de temps supérieur à une semaine), il est probable qu'une prolifération de ces organismes soient passée inaperçue.

L'analyse de la composition phytoplanctonique et l'IPL associé s'accordent à dire que **le barrage de la Manzo peut être qualifié de « mésotrophe »** en 2018-2019. Il est toutefois très proche de l'état eutrophe en raison de la concentration en Chlorophylle a relativement élevée (déclassant en mauvais).

L'IPLAC indique que cette retenue posséderait des eaux de **bonne qualité**. **L'IPL**, calculé à partir des abondances relatives des algues apparait plus sévère, puisqu'il donne une qualité **moyenne**. En revanche, l'IPL calculé à partir des biovolumes relatifs donne un résultat similaire à l'IPLAC (**bonne qualité**). Nous devons toutefois émettre des réserves sur l'interprétation de ces indices puisqu'ils ne sont pas adaptés aux Antilles et qu'ils ont été calculés sur la base des référentiels de l'Hexagone.

Éléments généraux : la désoxygénation de l'hypolimnion est l'unique paramètre exploitable pour définir l'état des paramètres physico-chimiques. Par ce paramètre, l'état des éléments généraux est caractérisé en bon état mais ce résultat est peu pertinent au vu des neuf autres paramètres auxquels un état n'a pu être attribué.

Polluants spécifiques : l'état est « moyen » pour les polluants spécifiques du fait du caractère « moyen » pour les polluants spécifiques non synthétiques (zinc et cuivre) tandis qu'il est « bon » pour les polluants synthétiques.

o L'état chimique est « bon » :

Aucune substance ne décline l'état durant le suivi, sur la matrice eau. Seulement quatre substances (benzo(b)fluoranthène, DEHP, plomb et terbutryne) sont détectées mais ne dépassent jamais les NQE_CMA et NQE_MA définies par l'arrêté du 27 juillet 2018.

La valorisation patrimoniale des résultats des données acquises lors du suivi 2018-2019 n'a pas identifié de problématique majeure sur l'état du plan d'eau.

o Concernant la qualité bactériologique, elle est bonne ou très bonne selon les paramètres, en ce qui concerne les témoins de contamination fécale selon les grilles du SEQ-eau V2.

Remarque : Certains de ces résultats sont à prendre avec précaution car interprétés avec des outils inadaptés au contexte local, faute de mieux. C'est le cas de tous les résultats interprétés avec les grilles du SEQ-eau V2 qui a été développé pour les cours d'eau et non pour les plans d'eau.

o Concernant les sédiments prélevés aux anses Petite Gamelle et Duquesne, les analyses de chlordécone ne dépassent pas la limite de quantification du laboratoire.

8. COMPARAISON AVEC LES SUIVIS ANTERIEURS

Le Tableau 16 récapitule les résultats du suivi de surveillance du plan d'eau de la Manzo obtenus depuis 2006 pour l'évaluation de la qualité de l'eau au titre de la DCE. Plusieurs remarques fondamentales sont à prendre en compte pour la lecture de ce tableau :

- Les règles DCE ont été appliquées strictement depuis le suivi 2016-2017. Le Tableau 16 ne présente donc que ces paramètres, alors que les indices ou paramètres, tels que IPL ou IPLAC, qui ne sont pas adaptés à la Martinique, n'apparaissent pas dans cette synthèse.
- Les suivis 2006 à 2008 sont évalués au regard de différents outils notamment OCDE concernant les paramètres physico-chimiques généraux, ou SEQ Plan d'eau pour les nutriments. Pour la chimie, la Circulaire DCE 2005-12 était alors la référence.
- Le suivi 2016/2017 est évalué à l'aune du Guide REEE ESC 2016, qui prend par exemple en compte la transparence, alors que celle-ci n'est plus exploitable en 2019.
- Le suivi 2018/2019 est évalué au regard du Guide REEE ESC 2019 (janvier), qui écarte de nombreux paramètres physico-chimique par défaut de classes de qualité adaptées.

Le potentiel écologique est « moyen » depuis 2006. En effet, bien que déclassé ponctuellement en « mauvais » état en 2007 et 2009 par certains paramètres, les avis experts ont quant à eux statué sur un état « moyen ». L'état « moyen » est majoritairement lié au paramètre physico-chimique général « transparence », mais le paramètre « bilan d'oxygène » intervient aussi régulièrement dans ce déclasserment. **Depuis le suivi précédent (2016-2017), les polluants spécifiques non synthétiques « zinc » et « cuivre » attribuent également un état « moyen » à la masse d'eau.**

L'état chimique, « bon » entre 2006 et 2008, a subi une baisse d'état lors des suivis 2012-2013 et 2014-2015 et a atteint l'état « mauvais ». **Depuis le suivi 2016-2017, le lac de la Manzo a retrouvé un état chimique « bon » et l'a conservé en 2018-2019.**

Tableau 16 : Évaluation de la qualité du plan d'eau de la Manzo au titre de la DCE depuis 2006

Années de suivi	POTENTIEL ECOLOGIQUE					ETAT CHIMIQUE		
	Éléments physico-chimiques généraux	Polluants spécifiques		Potentiel écologique global		Substances prioritaires et substances prioritaires dangereuses	Autres substances	Etat chimique global
		Synthétiques	Non synthétiques	Réel	Avis d'expert			
2006	Transparence, bilan de l'oxygène				Lié à la vidange			
2007	Bilan de l'oxygène							
2008	Nutriments (Ptot et PO43-), bilan de l'oxygène							
2012-2013	Transparence, bilan de l'oxygène	Chlordécone (biote)	(zinc présent en grande quantité dans le sédiment)			Tributylétain (naphtalène présent)		
2014-2015	Transparence, bilan de l'oxygène					BDE (eau), Mercure (biote) (naphtalène présent)		
2016-2017	Transparence		Cuivre, Zinc	Cuivre, Zinc, Transparence				
2018-2019			Cuivre, Zinc	Cuivre, Zinc	-		*	

Etat mauvais	Etat médiocre	Etat moyen	Bon état	Très bon état
--------------	---------------	------------	----------	---------------

Bilan des résultats du chlordécone dans l'eau de la retenue de la Manzo dans le cadre du suivi DCE et du plan d'action Manzo

Un focus est réalisé sur les mesures de chlordécone réalisées dans l'eau et les sédiments depuis 2012 (Figure 14). Ces données sont issues du suivi DCE du plan Manzo et du Plan d'Action Manzo. Les résultats de chlordécone dans la matrice eau ont été supérieures à la limite de quantification plusieurs fois en 2012 (en surface et au fond), puis en septembre 2013 et novembre 2014, dans le prélèvement de surface. Depuis janvier 2015, le chlordécone n'a pas été détecté dans les prélèvements de surface ou de fond.

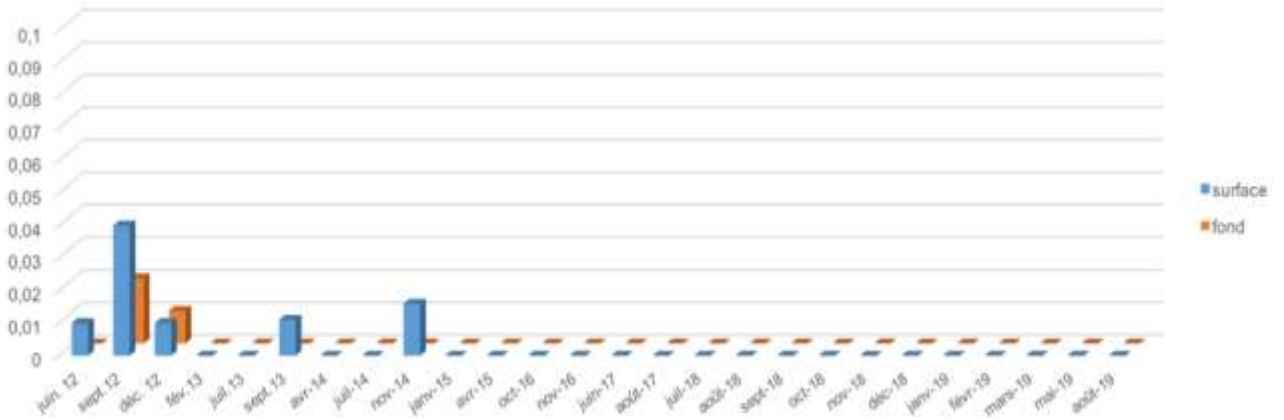


Figure 14 : Mesures de chlordécone dans l'eau, en surface et au fond, au point le plus profond du plan d'eau Manzo, de 2012 à 2019

Les mesures de chlordécone dans la matrice sédiment ont été plus ponctuelles (Figure 15). En 2013 et 2014, des prélèvements ont été effectués en de multiples points et le chlordécone est régulièrement détecté. En 2015, un seul prélèvement est réalisé et le chlordécone ne dépasse pas la limite de quantification. Enfin, les prélèvements de l'année 2019, sont plus nombreux en août mais l'ensemble des résultats sont en-dessous de la limite de quantification.

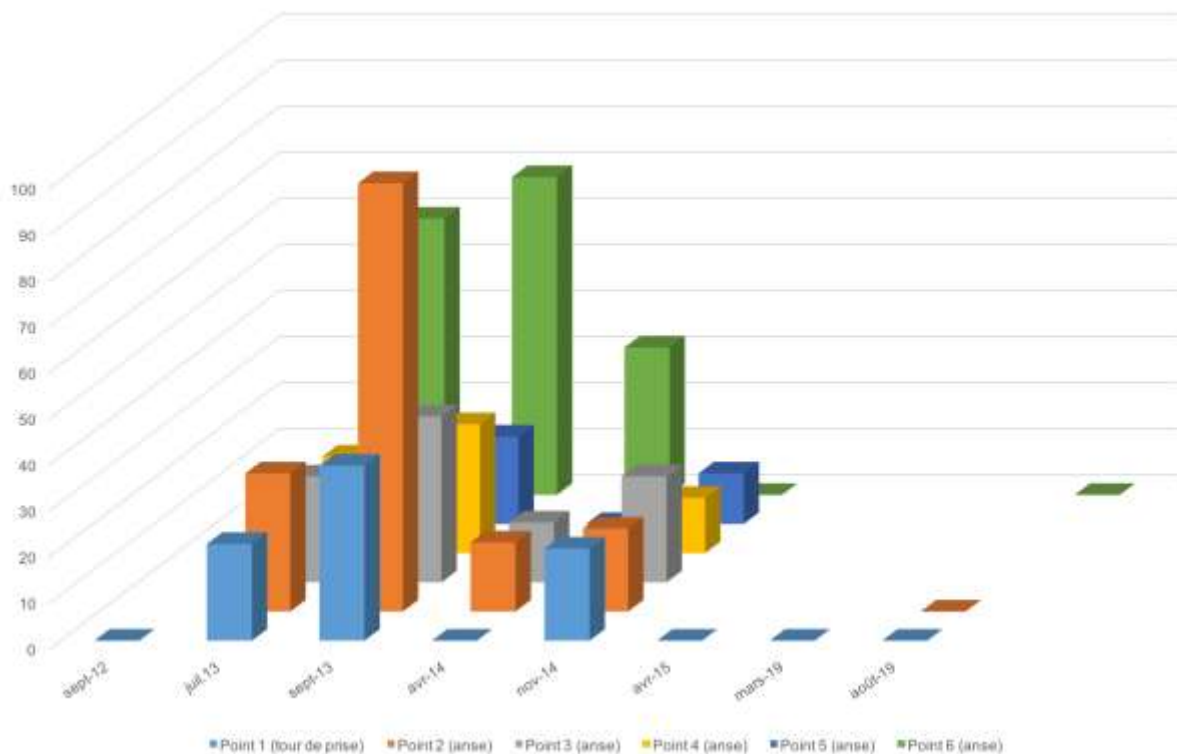


Figure 15 : Mesures de chlordécone dans les sédiments en différentes localisations dans plan d'eau Manzo, de 2012 et 2019

9. PROPOSITIONS D'AMELIORATION ET PRECONISATION

○ Physico-chimie :

Concernant le suivi de la physico-chimie (éléments généraux), il pourrait être intéressant de traiter de manière statistique l'ensemble du jeu de données disponibles sur le plan d'eau de la Manzo, afin de visualiser d'éventuelles tendances et si possible de préciser des seuils d'évaluation spécifiques. Cela pourrait concerner les paramètres physico-chimiques *in situ* :

- Bilan oxygène ;
- Température ;
- Transparence ;
- pH ;
- Salinité (conductivité, chlorures, sulfates) ;
- Nutriments (Ptot, Ammonium, Nitrates).

Pour mémoire, le suivi 2008 faisait état d'adaptation des seuils pour la transparence, température et développements végétaux.

○ Phytoplancton :

Si la dynamique saisonnière du phytoplancton n'est pas connue sur la Manzo, il serait être intéressant (voire indispensable) de l'étudier pour définir les périodes les plus propices à retenir pour les prélèvements et le calcul de l'IPLAC. Un suivi régulier, avec une fréquence d'échantillonnage mensuelle (idéalement bimensuelle) devrait être réalisé pendant un an, au moins.

De plus, les indices utilisés ne sont pas adaptés aux Antilles et qu'ils ont été calculés sur la base des référentiels (seuils) de l'Hexagone. En effet, les spécificités locales, particulières aux Antilles, ne sont pas prises en compte dans le calcul (saisonnalité différente à l'Hexagone, température et ensoleillement élevés, *etc.*). Il est évident qu'une adaptation de cet indice s'impose. Le traitement statistique est complexe et requière une masse importante de données (biologiques, chimiques et physico-chimiques). Le manque de sites de références sur les Antilles induit la difficulté d'élaborer un indice fiable. Toutefois, un rapprochement avec le personnel de l'IRSTEA est nécessaire pour l'élaboration d'un indice « IPLAC Antilles » car cela dépasse les limites de nos compétences.

Ces deux pistes d'amélioration peuvent être explorées par notre groupement, d'autant que nous possédons l'historique des relevés depuis 2005.

Néanmoins, il est important de prendre en compte la faiblesse relative du jeu de données (nombre d'itérations potentiellement insuffisant). Par ailleurs, le statut de Masse d'Eau Artificielle ne permet pas de rapprocher ces résultats d'un fonctionnement moins perturbé afin d'en tirer les seuils de déclassement correspondants aux EQR.

Pour ces deux raisons, il s'avère opportun :

- D'augmenter le jeu de données en continuant les acquisitions ;
- De rapprocher ces données de données acquises sur d'autres plans d'eau étudiés dans la zone biogéographique. A ce titre, une partie de notre groupement a réalisé sur un cycle 2018/2019 le suivi de 4 plans d'eau en Guadeloupe. Si deux d'entre eux sont trop éloignés du fonctionnement de la retenue de la Manzo (car au niveau de la mer et avec des eaux partiellement saumâtres), les deux autres, bien que plus hauts en altitude, peuvent apporter des informations plus proches des conditions de moindre influence anthropique.

Un tel travail pourrait être mené dans le cadre d'une coopération inter-DOM et sous le patronage de l'AFB avec l'appui et sous le contrôle d'instituts de recherche experts sur les plans d'eau (IRSTEA/INRA).

10. GLOSSAIRE

Algue : Organisme mono ou pluricellulaire à activité photosynthétique, vivant généralement dans un milieu aquatique.

Altération : Modification de l'état d'un milieu aquatique ou d'un hydrosystème, allant dans le sens d'une dégradation. Le plus souvent, ces altérations sont dues à des activités humaines, mais elles peuvent aussi être d'origine naturelle.

Biodiversité : Variété du vivant à tous ses niveaux : les gènes, les espèces et les populations, les écosystèmes et les processus naturels qui assurent la perpétuation de la vie sous toutes ses formes.

Bio-indicateur (indicateur biologique) : Indicateur constitué par une espèce (ou un groupe d'espèces) végétale ou animale dont la présence renseigne sur certaines caractéristiques physico-chimiques ou biologiques de l'environnement ou sur l'incidence de certaines pratiques. Les effets sont observables au niveau de l'individu et se traduisent par des altérations morphologiques, comportementales, tissulaires ou physiologiques (croissance et reproduction).

Biote : Ensemble des organismes vivants (la flore, la faune, les champignons, ainsi que les microorganismes tels bactéries, levures, ...) présents dans un habitat (ou biotope). Le biote intègre la description de l'organisation des espèces et de leur richesse spécifique.

Directive Cadre sur l'Eau (DCE) : Directive 2000/60/CE du parlement européen et du conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Elle fixe des objectifs environnementaux et des échéances pour améliorer l'état écologique et l'état chimique des masses d'eau de surface, ainsi que l'état quantitatif et l'état chimique des masses d'eau souterraines. La DCE fixe en particulier l'objectif général d'atteindre le « bon état » ou le « bon potentiel » des masses d'eau d'ici 2015, et établit une procédure de planification à cette fin (cycles de gestion de 6 ans : 2010-2015, 2016-2021, 2022-2027, ...).

Ecosystème aquatique (Hydrosystème) : Ecosystème spécifique des milieux aquatiques décrit généralement par les êtres vivants qui en font partie, la nature du lit des berges, les caractéristiques du bassin versant, le régime hydraulique, et les propriétés physico-chimiques de l'eau.

Etat écologique : Appréciation de la structure et du fonctionnement des écosystèmes aquatiques associés aux eaux de surface. Il s'appuie sur des critères appelés éléments de qualité qui peuvent être de nature biologiques (faune, flore), hydromorphologiques ou physico-chimiques. L'état écologique comporte 5 classes : très bon, bon, moyen, médiocre et mauvais. Pour chaque type de masse d'eau, il se caractérise par un écart aux conditions de référence (conditions représentatives d'une eau de surface pas ou très peu influencée par l'activité humaine).

Indice biologique : Indicateur global d'évaluation de l'état du système. Il peut être calculé comme une métrique englobant toutes les fonctionnalités du système pour un groupe animal ou végétal donné (indice monométrique : IBD, IBMR, IBGN, ...) ou comme la combinaison de plusieurs métriques, traduisant alors la synthèse des indications données individuellement par ces métriques (indice multimétrique : I2M2, IPR+, ...).

Masse d'eau : Portion de cours d'eau, canal, aquifère, plan d'eau ou zone côtière homogène. Il s'agit d'un découpage élémentaire des milieux aquatiques destiné à être l'unité d'évaluation de la Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE. Une masse d'eau de surface est une partie distincte et significative des eaux de surface, telles qu'un lac, un réservoir, une rivière, un fleuve ou canal, une partie de rivière, de fleuve ou de canal, une eau de transition ou une portion d'eaux côtières. Pour les cours d'eau, la délimitation des masses d'eau est basée principalement sur la taille du cours d'eau et la notion d'hydroécocorégion. Les masses d'eau sont regroupées en types homogènes qui servent de base à la définition de la notion de bon état (ou bon potentiel). Une masse d'eau souterraine est un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou plusieurs aquifères.

Richesse spécifique : Nombre d'espèces différentes recensées dans un même échantillon, permettant de mesurer la biodiversité d'un milieu.

11. ANNEXES

Annexe 1 : Tableau 87 de l'arrêté du 27 juillet 2018 : liste des polluants et normes de qualité environnementale correspondantes

Substances état chimique			
N°	Code Sandre	Paramètre	Numéro CAS ⁸
1	1101	Alachlore	15972-60-8
2	1458	Anthracène	120-12-7
3	1107	Atrazine	1912-24-9
4	1114	Benzène	71-43-2
5		Diphényléthers bromés	
	2915	BDE100	189084-64-8
	2912	BDE153	68631-49-2
	2911	BDE154	207122-15-4
	2920	BDE28	41318-75-6
	2919	BDE47	5436-43-1
	2916	BDE99	60348-60-9
6	1388	Cadmium et ses composés	7440-43-9
6 bis	1276	Tétrachlorure de carbone	56-23-5
7	1955	Chloroalcanes C10-C13	85535-84-8
8	1464	Chlorfenvinphos	470-90-6
9	1083	Chlorpyrifos (éthylchlorpyrifos)	2921-88-2
9 bis		Pesticides cyclodiènes	
	1103	Aldrine	309-00-2
	1173	Dieldrine	60-57-1
	1181	Endrine	72-20-8
	1207	Isodrine	465-73-6
9 ter	7146	DDT total	sans objet
	1148	para-para-DDT	50-29-3
10	1161	1,2-dichloroéthane	107-06-2
11	1168	Dichlorométhane	75-09-2
12	6616	Di(2-ethylhexyle)-phthalate (DEHP)	117-81-7
13	1177	Diuron	330-54-1
14	1743	Endosulfan	115-29-7
15	1191	Fluoranthène	206-44-0
16	1199	Hexachlorobenzène	118-74-1
17	1652	Hexachlorobutadiène	87-68-3
18	5537	Hexachlorocyclohexane	608-73-1
19	1208	Isoproturon	34123-59-6
20	1382	Plomb et ses composés	7439-92-1
21	1387	Mercure et ses composés	7439-97-6
22	1517	Naphtalène	91-20-3
23	1386	Nickel et ses composés	7440-02-0
24	1958	Nonylphénols (4-nonylphénol)	84852-15-3

Substances état chimique				
N°	Code Sandre	Paramètre	Numéro CAS ⁸	
	5433	PCB 114	74472-37-0	
	1243	PCB 118	31508-00-6	
	1089	PCB 126	57465-28-8	
	2032	PCB 156	38380-08-4	
	5435	PCB 157	69782-90-7	
	5436	PCB 167	52663-72-6	
	1090	PCB 169	32774-16-6	
	1091	PCB 77	32598-13-3	
	5432	PCB 81	70362-50-4	
	5434	PCB123	65510-44-3	
	5437	PCB189	39635-31-9	
	38	1688	Aclonifène	74070-46-5
	39	1119	Bifénox	42576-02-3
	40	1935	Cybutryne	28159-98-0
41	1140	Cyperméthrine	52315-07-8	
42	1170	Dichlorvos	62-73-7	
43		Hexabromocyclododécane (HBCDD)		
	6651	Alpha 1,2,5,6,9,10-HBCDD	134237-50-6	
	6652	Beta 1,2,5,6,9,10-HBCDD	134237-51-7	
	6653	Gamma 1,2,5,6,9,10-HBCDD	134237-52-8	
44		Heptachlore et époxyde d'heptachlore		
	1197	Heptachlore	76-44-8	
	1748	Heptachlore époxyde exo cis	1024-57-3	
	1749	Heptachlore époxyde endo trans	28044-83-9	
45	1269	Terbutryne	886-50-0	

Substances état chimique			
N°	Code Sandre	Paramètre	Numéro CAS ⁸
25	1959	Octylphénols (4-1,1',3,3'-tétraméthylbutylphénol)	140-66-9
26	1888	Pentachlorobenzène	608-93-5
27	1235	Pentachlorophénol	87-86-5
28		Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	sans objet
	1115	Benzo(a)pyrène	50-32-8
29	1263	Simazine	122-34-9
29 bis	1272	Tétrachloroéthylène	127-18-4
29 ter	1286	Trichloroéthylène	79-01-6
30	2879	Composés du tributylétain (Tributylétain cation)	36643-28-4
31	1774	Trichlorobenzène	12002-48-1
32	1135	Trichlorométhane	67-66-3
33	1289	Trifluraline	1582-09-8
34	1172	Dicofol	115-32-2
35	6561	Acide perfluorooctanesulfonique et ses dérivés (perfluorooctanesulfonate PFOS)	1763-23-1
36	2028	Quinoxylène	124495-18-7
37		Dioxines et composés de type dioxine	
	2566	1,2,3,4,6,7,8,9-Octachlorodibenzodioxine	3268-87-9
	2575	1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	35822-46-9
	2596	1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	67562-39-4
	2597	1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	55673-89-7
	2571	1,2,3,4,7,8-hexachlorodibenzo[b,e][1,4]dioxine	39227-28-6
	2591	1,2,3,4,7,8-hexachlorodibenzofurane	70648-26-9
	2592	1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	57117-44-9
	2572	1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzo-p-dioxine	57653-85-7
	2594	1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	72918-21-9
	2573	1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzo-p-dioxine	19408-74-3
	2588	1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	57117-41-6
	2569	1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzo-p-dioxine	40321-76-4
	2593	2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	60851-34-5
2589	2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	57117-31-4	
2586	2,3,7,8-Tétrachlorodibenzofurane	51207-31-9	
2562	2,3,7,8-Tétrachlorodibenzo-p-Dioxine	1746-01-6	
5248	Octachlorodibenzofurane	39001-02-0	
1627	PCB 105	32598-14-4	

Annexe 2 : Annexe 3 de l'arrêté du 27 juillet 2018 paragraphe 1.3

1.3. Polluants spécifiques de l'état écologique pour les cours d'eau

Les polluants spécifiques de l'état écologiques et les normes de qualité environnementales correspondantes à prendre en compte dans l'évaluation de l'état écologique des eaux de surface continentales métropolitaines sont listés dans les tableaux 43 et 44 ci-dessous :

Tableau 43 : polluants spécifiques non synthétiques

Code Sandre	Nom substance	NQE en moyenne annuelle-eaux douces de surface [$\mu\text{g}/\text{L}$]
1383	Zinc	7,8
1369	Arsenic	0,83
1392	Cuivre	1
1389	Chrome	3,4

Les polluants spécifiques non synthétiques concernent l'ensemble des bassins métropolitains et DOM. Pour les métaux et leurs composés, il est possible de tenir compte lors de l'évaluation des résultats obtenus au regard des NQE :

- de la dureté, du pH ou d'autres paramètres liés à la qualité de l'eau qui affectent la biodisponibilité des métaux, par exemple en utilisant un modèle de calcul de la fraction dissoute biodisponible de type BLM (Biotic Ligand Model). De tels modèles sont disponibles pour le cuivre et le zinc, dont les NQE correspondent aux conditions maximales de biodisponibilité ;
- des concentrations de fonds géochimiques naturelles.

Tableau 44 : polluants spécifiques synthétiques

Code Sandre	Nom substance	Bassins pour lesquelles la norme s'applique											NQE en moyenne annuelle-eaux douces de surface [$\mu\text{g}/\text{L}$]	
		Adour Garonne	Artois-Picardie	Loire-Bretagne	Rhin-Meuse	Rhône-Méditerranée	Corse	Seine-Normandie	Guadeloupe	Guyane	Martinique	Mayotte		Réunion
1136	Chlortoluron	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0,1
1670	Métazachlore	X	X	X	X	X	X	X						0,019
1105	Aminotriazole	X	X	X	X	X	X	X						0,08
1882	Nicosulfuron	X		X	X	X	X	X						0,035
1667	Oxadiazon	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0,09
1907	AMPA	X	X	X	X	X	X	X			X			452
1506	Glyphosate	X	X	X	X	X	X	X			X			28
1113	Bentazone	X												70
1212	2,4 MCPA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0,5
1814	Diflufenicanil		X	X	X	X	X	X						0,01

1359	Cyprodinil		X			X	X									0,026
1877	Imidaclopride		X					X								0,2
1206	Iprodione		X													0,35
1141	2, 4D		X	X	X			X	X	X	X	X	X			2,2
1951	Azoxystrobine		X													0,95
1278	Toluène			X												74
1847	Phosphate de tributyle		X			X	X									82
1584	Biphényle							X								3,3
5526	Boscalid			X				X								11,6
1796	Métaldéhyde			X				X								60,6
1694	Tebuconazole				X											1
1474	Chlorprophame		X			X	X	X								4
1780	Xylène							X								1
1209	Linuron								X	X	X	X	X			1
1713	Thiabendazole				X						X					1.2
1234	Pendiméthaline					X	X									0,02
1866	Chlordécone*								X		X					5e-06*

* En complément, pour la chlordécone, les normes suivantes s'appliquent :

-Norme de qualité environnementale en moyenne annuelle dans le biote : 3 µg/ kg ;

-Norme de qualité environnementale en moyenne annuelle dans les eaux côtières et de transition : 5e-07 µg/ L.

Lorsque le suivi a été réalisé dans le biote, la norme biote s'applique et suffit à évaluer l'état.

Les modalités d'interprétation des résultats d'analyses sont identiques à celles définies à l'article 11 relatif à l'évaluation de l'état chimique des masses d'eau du présent arrêté.

Annexe 3 : Mesures *in situ* pour les quatre campagnes d'échantillonnage du suivi 2018-2019

en novembre 2018

Profondeur (m)	Température (en °C)	Conductivité (en µS/cm)	pH	Oxygène (en mg/l)	Oxygène (%)	Turbidité (NFU)
0,1	26,57	78,1	7,95	4,46	52,29	8,69
0,5	27,83	113,3	7,49	3,13	39,6	4,26
1	27,84	90,66	7,04	3,75	44,94	3,58
2	27,85	113	7,14	2,94	37,27	3,82
3	27,66	314	6,67	6,71	84,85	6,74
4	27,6	114	7,32	6,51	83,25	9,79
5	27,74	15,7	7,38	6,21	83,06	21,03
6	27,42	130	7,22	6,68	83,72	11,28
7	27,08	71	7,39	6,75	84,75	7,71
8	27,52	91,43	7,21	6,46	81,21	4,26
9	27,52	76,32	7,27	4,75	58,35	7,8
10	27,62	57	7,26	6,66	84,25	10,49
11	27,81	91,7	7,18	5,9	73,37	5,33
12	27,84	108,6	7,14	4,53	59,64	12,14
13	27,84	102,7	7,06	4,49	63,52	7,94
14	27,84	104,8	6,9	3,35	50,39	1,49
15	27,84	97,16	6,88	3,11	40,55	14,49
16	27,77	103	6,81	4,61	61,08	7,65

en mars 2019

Profondeur (m)	Température (en °C)	Conductivité (en µS/cm)	pH	Oxygène (en mg/l)	Oxygène (%)	Turbidité (NFU)
0,1	-	-	-	-	-	-
0,5	-	-	-	-	-	-
1	27,35	118,3	8,69	7,9	99,88	6,88
2	27,3	118,6	8,75	7,86	99,28	7,5
3	26,95	95,05	8,98	7,64	95,76	6,42
4	26,73	12,87	8,16	7,7	95,78	7,67
5	26,76	14,37	8,22	7,6	94,69	0,5
6	26,66	14,37	8,2	7,16	95,32	1,1
7	26,88	34,82	8,53	7,64	94,7	15,84
8	26,66	35,66	7,94	6,7	95,94	5,8
9	26,48	35,75	7,56	7,6	94,8	19,62
10	26	44,72	7,62	7,64	93,82	10,93
11	26,14	59,99	6,85	7,6	93,58	18,22
12	26,33	62,73	7,08	7,5	92,98	15,8
13	26,55	63,9	7,07	7,45	92,97	84,4
14	25,2	135,3	7,33	6,1	78,8	21,24

en mai 2019

Profondeur (m)	Température (en °C)	Conductivité (en µS/cm)	pH	Oxygène (en mg/l)	Oxygène (%)	Turbidité (NFU)
0,1	29,35	130	9,17	8,2	102	12,08
0,5	29,36	129	9,26	8,2	102	12,91
1	29,36	129	9,23	8	100	16,09
2	29,34	129	9,21	7,92	98	11,85
3	29,33	129	8,86	7,83	97	13,58
4	29,26	129	9,26	7,68	93	17,94
5	28,77	128,00	8,94	7,60	88,00	9,51
6	28,26	128	7,6	5,07	65,32	8,75
7	27,84	129	7,17	3,03	38,73	7,56

en août 2019

Profondeur (m)	Température (en °C)	Conductivité (en µS/cm)	pH	Oxygène (en mg/l)	Oxygène (%)	Turbidité (NFU)
0,1	-	-	-	-	-	-
0,5	30,88	148	8,58	7,96	106,7	9,53
1	30,81	148,2	8,49	7,65	100,1	10,65
2	30,58	148,5	7,92	6,44	85,55	14,01
3	30,21	149,5	7,66	6,36	84,03	13,42
4	29,52	45,31	7,53	7,12	93,22	-
5	29,46	49,02	6,96	7,04	92,6	-
6	29,72	154,4	8,35	7,61	100,6	-

Annexe 4 : Paramètres physico-chimiques généraux analysés en laboratoire issus des prélèvements d'eau en surface et au fond, lors des quatre campagnes de prélèvement du suivi Manzo 2018-2019

	Campagne 1		Campagne 2		Campagne 3		Campagne 4		Unités
	Surface	Fond	Surface	Fond	Surface	Fond	Surface	Fond	
Turbidité	4,5	9,2	12	12	6,7	5,6	14	17	NFU
Phosphore total	0,038	0,037	0,2	0,01	0,08	0,085	0,033	0,028	mg/l P
pH	7,22	6,81	6,94	7,76	7,62	7,01	7,65	7,18	-
Température	21,2	19,9	20,4	20,2	21,9	21,5	20	20,1	°C
MES	8,4	6,6	9,4	12	19	11	11	10	mg/l
COT	2,6	2,5	2,4	2,2	4,2	4,7	3,1	2,6	mg/l C
COD	2,6	2,4	2,2	2,2	2,4	2,4	3,1	2,6	mg/l C
DBO5	3	2,4	0,5	3	4	4	0,6	1,8	mg/l O2
Résidu sec à 105°C	< 100	< 100	118	112	136	198	114	122	mg/l
Résidu sec à 525°C	< 100	< 100	< 100	54	74	104	< 100	< 100	mg/l
Nh	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1,0	< 1,0	mg/l N
Chlorophylle a	20	10	8	8	47	1	32	2	µg/l
Phéopigments	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	µg/l
Ammonium	< 0,05	0,26	0,14	0,06	0,07	0,16	0,27	0,53	mg/l NH4
Nitrates	1,4	2,6	< 0,1	2,8	0,2	0,1	0,3	0,2	mg/l NO3-
Nitrites	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	0,01	mg/l NO2-
Orthophosphates	0,03	0,03	0,04	< 0,01	0,17	0,04	0,04	0,08	mg/l PO4--
Silicates dessous	13,4	13,5	12,7	12,1	11,8	12,1	11,8	11,5	mg/l SiO2
TA	0	0	0	0	0	0	0	0	°f
TAC	2,85	2,8	3,25	2,9	2,8	3	2,95	3,15	°f
TH	3,21	3,39	3,27	3,02	3,19	3,16	3,32	4,28	°f
Calcium dissous	7,4	7,8	7,3	6,5	7	6,7	7,2	10,7	mg/l Ca++
Magnesium dissous	3,3	3,5	3,5	3,4	3,5	3,6	3,7	3,9	mg/l Mg++
Sodium dissous	9	9,5	10	9,6	10,5	10,9	12,3	13,3	mg/l Na+
Potassium dissous	2,1	2,1	2,2	2,1	2	2,1	1,9	2,2	mg/l K+
Carbonates	0	0	0	0	0	0	0	0	mg/l CO3--
Bicarbonates	35	34	40	35	34	37	36	38,8	mg/l HCO3-
Chlorures	14,3	14,3	15,4	15,1	16,9	17	21	21,5	mg/l Cl-
Sulfates	1,8	3,7	1,8	1,9	3,5	3,1	5,3	5,4	mg/l SO4--

Annexe 5 : Liste taxonomique du phytoplancton (Manzo 2018-2019)

Taxons	Nom Auteur	Code Sandre	Manzo			
			19/11/2018	28/03/2019	24/05/2019	19/08/2019
BACILLARIOPHYTA				2	1	2
<i>Diatomées centriques indéterminées < 10 µm</i>		6598			x	
<i>Discostella pseudostelligera</i>	(Hustedt) Houk & Klee	8656		x		x
<i>Nitzschia</i>	Hassall	9804				x
<i>Urosolenia longiseta</i>	(Zacharias) Bukhtiyarova	9501		x		
CHAROPHYTA			8	8	9	3
<i>Cosmarium</i>	Corda	1127			x	
<i>Cosmarium bioculatum</i>	(Breb.) ex Ralfs	5321	x	x	x	
<i>Cosmarium moniliforme</i>	(Turpin) Ralfs	5345	x	x		
<i>Cosmarium nitidulum</i>	De Not.	5347	x	x	x	
<i>Cosmarium regnesi</i>	Reinsch	5370				x
<i>Cosmarium tinctum</i>	Ralfs	31923			x	
<i>Cosmarium tinctum var. subretusum</i>	Messikommer	46153	x	x	x	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	Wille	5664	x	x	x	x
<i>Staurastrum</i>	Meyen	1128	x			
<i>Staurastrum micron</i>	West	5477	x	x	x	
<i>Staurastrum tetracerum</i>	(Kützing) Ralfs	5495	x	x	x	x
<i>Staurastrum sp.7</i>	Meyen	1128		x	x	
CHLOROPHYTA			17	20	21	23
<i>Amphikrikos minutissimus</i>	Korshikov	5593	x	x	x	
<i>Ankistrodesmus arcuatus</i>	Korshikov	46026				x
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	Corda	5926	x			
<i>Botryococcus braunii</i>	Kützing	5599	x	x	x	x
<i>Coelastrum astroideum</i>	De Notaris	5608				x
<i>Coenochloris</i>	Korshikov	5617		x		
<i>Coenocystis</i>	Korshikov	5622		x		
<i>Crucigeniella apiculata</i>	(Lemmermann) J. Komárek	5635	x		x	x
<i>Desmodesmus armatus</i>	(Chodat) Hegewald	31930			x	x
<i>Desmodesmus armatus var. bicaudatus</i>	(Guglielmetti) Hegewald	44681			x	x
<i>Desmodesmus bicaudatus</i>	(Dedusenko) Tsarenko	37351			x	
<i>Granulocystopsis coronata</i>	(Lemmermann) Hindák	5681	x			
<i>Hariotina reticulata</i>	Dangeard	31974	x	x	x	x
<i>Hindakia tetrachotoma</i>	(Printz) Bock, Pröschold & Krieger	41770				x
<i>Koliella longiseta f. tenuis</i>	Nygaard	31985		x	x	x
<i>Lemmermannia tetrapedia</i>	(Kirchner) Lemmermann	46582		x		
<i>Monactinus simplex</i>	(Meyen) Corda	32004		x	x	x
<i>Monoraphidium circinale</i>	(Nyg.) Nygaard	5730		x		
<i>Monoraphidium contortum</i>	(Thur.) J. Komárek-Legn.	5731	x	x	x	x
<i>Monoraphidium convolutum</i>	(Corda) J. Komárek-Legn.	5733		x		
<i>Monoraphidium griffithii</i>	(Berk.) Legn.	5734	x	x	x	
<i>Monoraphidium komarkovae</i>	Nygaard	5735	x			
<i>Monoraphidium minutum</i>	(Naegeli) Komárek-Legn.	5736	x	x	x	x
<i>Mucidosphaerium pulchellum</i>	(Wood) Bock, Proschold & Krieger	34196		x	x	
<i>Nephrochlamys rostrata</i>	Nygaard	5745	x	x	x	
<i>Oocystis lacustris</i>	Chodat	5757	x			x
<i>Oocystis parva</i>	W. et G.S. West	5758	x	x	x	x
<i>Pectinodesmus regularis</i>	(Svirenko) Hegewald, Wolf, Kell	45200			x	x
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	G.M. Smith	5782		x		
<i>Scenedesmus obtusus f. disciformis</i>	(Chodat) Compère	44968	x	x	x	x
<i>Schroederia setigera</i>	(Schroed.) Lemmermann	5867			x	x
<i>Siderocelis ornata</i>	(Fott) Fott	5873	x		x	x
<i>Tetrademus bernardii</i>	(Smith) Wynne	45031				x
<i>Tetraedron caudatum</i>	(Corda) Ralfs	5885	x	x	x	x
<i>Tetraedron minimum</i>	(Braun) Hansgirg	5888				x
<i>Tetrallantos lagerheimii</i>	Teil.	5895	x			
<i>Tetrastrum heteracanthum</i>	(Nordstedt) Chodat	5898				x
<i>Treubaria schmidlei</i>	(Schroed.) Fott & Kovac.	5910				x
<i>Treubaria setigera</i>	(W. Archer) G.M. Smith	5911		x	x	

Taxons	Nom Auteur	Code Sandre	Manzo			
			19/11/2018	28/03/2019	24/05/2019	19/08/2019
CRYPTOPHYTA			2	3	3	1
<i>Cryptomonas</i>	Ehrenberg	6269	x	x	x	x
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Skuja	6273	x	x	x	
<i>Plagioselmis nannoplantica</i>	(H. Skuja) G. Novarino, I.A.N. L.	9634		x	x	
CYANOBACTERIA			6	4	6	7
<i>Aphanocapsa elachista</i>	W. & G.S. West	6310	x			
<i>Coelomoron</i>	(Van Goor) J. Komárek	9644		x	x	x
<i>Cyanogranis ferruginea</i>	(Wawrik) Hindák	33848	x	x	x	x
<i>Cyanogranis libera</i>	Hindák	10184		x	x	x
<i>Merismopedia marssonii</i>	Lemmermann	9714	x			
<i>Merismopedia tenuissima</i>	Lemmermann	6330				x
<i>Microcystis natans</i>	Lemmermann ex Skuja	9660	x	x	x	x
<i>Microcystis smithii</i>	J. Komárek & Anagnostidis	9661			x	
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	(Lemmermann) Komarkova-Leg	6467	x			x
<i>Planktothrix</i>	Anagnostidis & J. Komárek	6429				x
<i>Pseudanabaena limnetica</i>	(Lemmermann) J. Komárek	6459	x			
<i>Pseudanabaena woronichinii</i>	Anagnostidis	32030			x	
DINOPHYTA			2	2	1	1
<i>Gymnodinium</i>	F. Stein	4925		x		x
<i>Peridinales indéterminées < 20 µm</i>	Haeckel	4921		x		
<i>Peridinium</i>	Ehrenberg	6577	x		x	
<i>Peridinium volzii</i>	Lemmermann	6588	x			
EUGLENOPHYTA			2		1	1
<i>Euglena</i>	Ehrenberg	6479				x
<i>Trachelomonas</i>	Ehrenberg	6527	x			
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i>	Svirenko	6545	x		x	
HETEROKONTOPHYTA			3	2		
<i>Goniochloris mutica</i>	(Braun) Fott	6237	x	x		
<i>Mallomonas</i>	Perty	6209	x			
<i>Ochromonas</i>	Wyssotski	6158		x		
<i>Pseudostaurastrum</i>	R. Chodat	5944	x			
Nombre de taxons			40	41	42	38

Annexe 6 : Concentrations exprimées en nombre d'algues/ml (Manzo 2018-2019)

Plan d'eau :	Manzo			
	19/11/2018	28/03/2019	24/05/2019	19/08/2019
BACILLARIOPHYTA		110,6	44,2	298,6
<i>Diatomées centriques indéterminées < 10 µm</i>			44,2	
<i>Discostella pseudostelligera</i>		88,5		276,5
<i>Nitzschia</i>				22,1
<i>Urosolenia longiseta</i>		22,1		
CHAROPHYTA	1765,3	10109,8	3041,8	132,7
<i>Cosmarium</i>			110,6	
<i>Cosmarium bioculatum</i>	141,6	177,0	44,2	
<i>Cosmarium moniliforme</i>	79,6	44,2		
<i>Cosmarium nitidulum</i>	17,7	110,6	22,1	
<i>Cosmarium regnesi</i>				11,1
<i>Cosmarium tinctum</i>			287,6	
<i>Cosmarium tinctum var. subretusum</i>	97,3	663,7	177,0	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	154,9	8340,0	2112,7	88,5
<i>Staurastrum</i>	132,7			
<i>Staurastrum micron</i>	893,7	154,9	66,4	
<i>Staurastrum tetracerum</i>	247,8	464,6	132,7	33,2
<i>Staurastrum sp.7</i>		154,9	88,5	
CHLOROPHYTA	5679,5	11249,1	18073,7	4801,9
<i>Amphikrikos minutissimus</i>	115,0	44,2	22,1	
<i>Ankistrodesmus arcuatus</i>				11,1
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	8,8			
<i>Botryococcus braunii</i>	4672,2	10308,9	12808,7	1725,5
<i>Coelastrum astroideum</i>				
<i>Coenochloris</i>		22,1		
<i>Coenocystis</i>		22,1		
<i>Crucigeniella apiculata</i>	50,1		44,2	33,2
<i>Desmodesmus armatus</i>			132,7	29,5
<i>Desmodesmus armatus var. bicaudatus</i>			44,2	59,0
<i>Desmodesmus bicaudatus</i>			44,2	
<i>Granulocystopsis coronata</i>	8,8			
<i>Hariotina reticulata</i>	29,5	44,2	44,2	52,1
<i>Hindakia tetrachotoma</i>				22,1
<i>Koliella longiseta f. tenuis</i>		22,1	4269,6	2378,1
<i>Lemmermannia tetrapedia</i>		44,2		
<i>Monactinus simplex</i>		22,1	22,1	120,7
<i>Monoraphidium circinale</i>		66,4		
<i>Monoraphidium contortum</i>	17,7	22,1	177,0	132,7
<i>Monoraphidium convolutum</i>		66,4		
<i>Monoraphidium griffithii</i>	177,0	88,5	22,1	
<i>Monoraphidium komarkovae</i>	97,3			
<i>Monoraphidium minutum</i>	53,1	44,2	177,0	11,1
<i>Mucidosphaerium pulchellum</i>		44,2	22,1	
<i>Nephrochlamys rostrata</i>	38,3	44,2	22,1	
<i>Oocystis lacustris</i>	8,8			22,1
<i>Oocystis parva</i>	199,1	55,3	44,2	71,9
<i>Pectinodesmus regularis</i>			22,1	22,1
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>		22,1		
<i>Scenedesmus obtusus f. disciformis</i>	26,5	22,1	44,2	11,1
<i>Schroederia setigera</i>			44,2	22,1
<i>Siderocelis ornata</i>	115,0		22,1	33,2
<i>Tetrademus bernardii</i>				
<i>Tetraedron caudatum</i>	8,8	221,2	22,1	22,1
<i>Tetraedron minimum</i>				
<i>Tetrallantos lagerheimii</i>	53,1			
<i>Tetrastrum heteracanthum</i>				11,1
<i>Treubaria schmidlei</i>				11,1
<i>Treubaria setigera</i>		22,1	22,1	

Plan d'eau :	Manzo			
Date de prélèvement :	19/11/2018	28/03/2019	24/05/2019	19/08/2019
CRYPTOPHYTA	177,0	309,7	420,3	66,4
<i>Cryptomonas</i>	123,9	265,5	331,8	66,4
<i>Cryptomonas marssonii</i>	53,1	22,1	66,4	
<i>Plagioselmis nannoplanctica</i>		22,1	22,1	
CYANOBACTERIA	600,9	1594,4	1536,6	4201,4
<i>Aphanocapsa elachista</i>	17,7			
<i>Coelomoron</i>		88,5	86,2	22,1
<i>Cyanogranis ferruginea</i>	117,0	829,6	581,5	2975,4
<i>Cyanogranis libera</i>		654,2	216,3	895,9
<i>Merismopedia marssonii</i>	41,3			
<i>Merismopedia tenuissima</i>				11,1
<i>Microcystis natans</i>	212,4	22,1	431,4	263,6
<i>Microcystis smithii</i>			199,1	
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	122,1			33,2
<i>Planktothrix</i>				
<i>Pseudanabaena limnetica</i>	90,5			
<i>Pseudanabaena woronichinii</i>			22,1	
DINOPHYTA	97,3	66,4	88,5	
<i>Gymnodinium</i>		44,2		
<i>Peridinales indéterminées < 20 µm</i>		22,1		
<i>Peridinium</i>	79,6		88,5	
<i>Peridinium volzii</i>	17,7			
EUGLENOPHYTA	88,5		44,2	11,1
<i>Euglena</i>				11,1
<i>Trachelomonas</i>	44,2			
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i>	44,2		44,2	
HETEROKONTOPHYTA	61,9	44,2		
<i>Goniochloris mutica</i>	35,4	22,1		
<i>Mallomonas</i>	17,7			
<i>Ochromonas</i>		22,1		
<i>Pseudostaurastrum</i>	8,8			
Total général (ind./ml)	8470,5	23484,2	23249,4	9512,0

* Taxons toxigènes

Annexe 7 : Concentrations exprimées en nombre de cell./ml (Manzo 2018-2019)

Plan d'eau :	Manzo			
	19/11/2018	28/03/2019	24/05/2019	19/08/2019
BACILLARIOPHYTA		110,6	44,2	298,6
<i>Diatomées centriques indéterminées < 10 µm</i>			44,2	
<i>Discostella pseudostelligera</i>		88,5		276,5
<i>Nitzschia</i>				22,1
<i>Urosolenia longiseta</i>		22,1		
CHAROPHYTA	1920,2	10109,8	5154,4	132,7
<i>Cosmarium</i>			110,6	
<i>Cosmarium bioculatum</i>	141,6	177,0	44,2	
<i>Cosmarium moniliforme</i>	79,6	44,2		
<i>Cosmarium nitidulum</i>	17,7	110,6	22,1	
<i>Cosmarium regnesi</i>				11,1
<i>Cosmarium tinctum</i>			287,6	
<i>Cosmarium tinctum var. subretusum</i>	97,3	663,7	177,0	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	309,7	8340,0	4225,3	88,5
<i>Staurastrum</i>	132,7			
<i>Staurastrum micron</i>	893,7	154,9	66,4	
<i>Staurastrum tetracerum</i>	247,8	464,6	132,7	33,2
<i>Staurastrum sp.7</i>		154,9	88,5	
CHLOROPHYTA	6442,0	13206,9	19976,2	8561,2
<i>Amphikrikos minutissimus</i>	115,0	44,2	22,1	
<i>Ankistrodesmus arcuatus</i>				11,1
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	17,7			
<i>Botryococcus braunii</i>	4672,2	10308,9	12808,7	1725,5
<i>Coelastrum astroideum</i>				
<i>Coenochloris</i>		177,0		
<i>Coenocystis</i>		88,5		
<i>Crucigeniella apiculata</i>	300,9		354,0	165,9
<i>Desmodesmus armatus</i>			398,2	88,5
<i>Desmodesmus armatus var. bicaudatus</i>			88,5	177,0
<i>Desmodesmus bicaudatus</i>			132,7	
<i>Granulocystopsis coronata</i>	8,8			
<i>Hariatina reticulata</i>	88,5	354,0	265,5	365,0
<i>Hindakia tetrachotoma</i>				331,8
<i>Koliella longiseta f. tenuis</i>		22,1	4269,6	2378,1
<i>Lemmermannia tetrapedia</i>		177,0		
<i>Monactinus simplex</i>		354,0	354,0	2654,7
<i>Monoraphidium circinale</i>		66,4		
<i>Monoraphidium contortum</i>	17,7	22,1	177,0	132,7
<i>Monoraphidium convolutum</i>		66,4		
<i>Monoraphidium griffithii</i>	177,0	88,5	22,1	
<i>Monoraphidium komarkovae</i>	97,3			
<i>Monoraphidium minutum</i>	53,1	44,2	177,0	11,1
<i>Mucidosphaerium pulchellum</i>		796,4	354,0	
<i>Nephrochlamys rostrata</i>	115,0	132,7	88,5	
<i>Oocystis lacustris</i>	17,7			110,6
<i>Oocystis parva</i>	398,2	110,6	88,5	143,8
<i>Pectinodesmus regularis</i>			88,5	88,5
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>		22,1		
<i>Scenedesmus obtusus f. disciformis</i>	132,7	88,5	177,0	44,2
<i>Schroederia setigera</i>			44,2	22,1
<i>Siderocelis ornata</i>	115,0		22,1	33,2
<i>Tetrademus bernardii</i>				
<i>Tetraedron caudatum</i>	8,8	221,2	22,1	22,1
<i>Tetraedron minimum</i>				
<i>Tetrallantos lagerheimii</i>	106,2			
<i>Tetrastrum heteracanthum</i>				44,2
<i>Treubaria schmidlei</i>				11,1
<i>Treubaria setigera</i>		22,1	22,1	

Plan d'eau :	Manzo			
Date de prélèvement :	19/11/2018	28/03/2019	24/05/2019	19/08/2019
CRYPTOPHYTA	177,0	309,7	420,3	66,4
<i>Cryptomonas</i>	123,9	265,5	331,8	66,4
<i>Cryptomonas marssonii</i>	53,1	22,1	66,4	
<i>Plagioselmis nannoplanctica</i>		22,1	22,1	
CYANOBACTERIA	5247,4	11061,0	11016,8	33581,3
<i>Aphanocapsa elachista</i>	884,9			
<i>Coelomoron</i>		1061,9	1637,0	442,4
<i>Cyanogranis ferruginea*</i>	1053,0	4977,5	4070,5	23803,4
<i>Cyanogranis libera</i>		4579,3	1946,7	7167,6
<i>Merismopedia marssonii</i>	247,8			
<i>Merismopedia tenuissima</i>				88,5
<i>Microcystis* natans</i>	212,4	442,4	1725,5	1581,7
<i>Microcystis* smithii</i>			1194,6	
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	1221,1			497,7
<i>Planktothrix*</i>				
<i>Pseudanabaena limnetica</i>	1628,2			
<i>Pseudanabaena woronichinii</i>			442,4	
DINOPHYTA	97,3	66,4	88,5	
<i>Gymnodinium</i>		44,2		
<i>Peridinales indéterminées < 20 µm</i>		22,1		
<i>Peridinium</i>	79,6		88,5	
<i>Peridinium volzii</i>	17,7			
EUGLENOPHYTA	88,5		44,2	11,1
<i>Euglena</i>				11,1
<i>Trachelomonas</i>	44,2			
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i>	44,2		44,2	
HETEROKONTOPHYTA	61,9	44,2		
<i>Goniochloris mutica</i>	35,4	22,1		
<i>Mallomonas</i>	17,7			
<i>Ochromonas</i>		22,1		
<i>Pseudostaurastrum</i>	8,8			
Total général (cell./ml)	14034,2	34908,6	36744,8	42651,4

* Taxons toxigènes

Annexe 8 : Biovolumes exprimés en mm³/l (Manzo 2018-2019)

Plan d'eau :	Manzo			
Date de prélèvement :	19/11/2018	28/03/2019	24/05/2019	19/08/2019
BACILLARIOPHYTA		0,0182	0,0049	0,0254
<i>Diatomées centriques indéterminées < 10 µm</i>			0,0049	
<i>Discostella pseudostelligera</i>		0,0077		0,0241
<i>Nitzschia</i>				0,0013
<i>Urosolenia longiseta</i>		0,0105		
CHAROPHYTA	3,4421	5,4672	2,7161	0,2429
<i>Cosmarium</i>			0,7743	
<i>Cosmarium bioculatum</i>	0,1034	0,1292	0,0323	
<i>Cosmarium moniliforme</i>	0,0651	0,0361		
<i>Cosmarium nitidulum</i>	0,0219	0,1368	0,0274	
<i>Cosmarium regnesi</i>				0,0035
<i>Cosmarium tinctum</i>			0,0802	
<i>Cosmarium tinctum var. subretusum</i>	0,0057	0,0390	0,0104	
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	0,0592	1,5929	0,8070	0,0169
<i>Staurastrum</i>	0,9886			
<i>Staurastrum micron</i>	0,5368	0,3221	0,0399	
<i>Staurastrum tetracerum</i>	1,6615	3,1154	0,8901	0,2225
<i>Staurastrum sp.7</i>		0,0956	0,0546	
CHLOROPHYTA	1,4600	1,5423	1,5776	5,5010
<i>Amphikrikos minutissimus</i>	0,0041	0,0016	0,0008	
<i>Ankistrodesmus arcuatus</i>				0,0004
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	0,0021			
<i>Botryococcus braunii</i>	1,2662	0,3505	0,4355	0,0587
<i>Coelastrum astroideum</i>				
<i>Coenochloris</i>		0,1350		
<i>Coenocystis</i>		0,0024		
<i>Crucigeniella apiculata</i>	0,0147		0,0173	0,0081
<i>Desmodesmus armatus</i>			0,1406	0,0312
<i>Desmodesmus armatus var. bicaudatus</i>			0,0312	0,0625
<i>Desmodesmus bicaudatus</i>			0,0125	
<i>Granulocystopsis coronata</i>	0,0012			
<i>Hariotina reticulata</i>	0,0127	0,0510	0,0382	0,0526
<i>Hindakia tetrachotoma</i>				0,0348
<i>Koliella longiseta f. tenuis</i>		0,0002	0,0470	0,0262
<i>Lemmermannia tetrapedia</i>		0,0239		
<i>Monactinus simplex</i>		0,6838	0,6838	5,1288
<i>Monoraphidium circinale</i>		0,0017		
<i>Monoraphidium contortum</i>	0,0020	0,0025	0,0200	0,0150
<i>Monoraphidium convolutum</i>		0,0044		
<i>Monoraphidium griffithii</i>	0,0412	0,0206	0,0052	
<i>Monoraphidium komarkovae</i>	0,0156			
<i>Monoraphidium minutum</i>	0,0049	0,0041	0,0165	0,0010
<i>Mucidosphaerium pulchellum</i>		0,1147	0,0510	
<i>Nephrochlamys rostrata</i>	0,0030	0,0035	0,0023	
<i>Oocystis lacustris</i>	0,0019			0,0117
<i>Oocystis parva</i>	0,0251	0,0070	0,0056	0,0091
<i>Pectinodesmus regularis</i>			0,0118	0,0118
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>		0,0200		
<i>Scenedesmus obtusus f. disciformis</i>	0,0219	0,0146	0,0292	0,0073
<i>Schroederia setigera</i>			0,0115	0,0058
<i>Siderocelis ornata</i>	0,0236		0,0045	0,0068
<i>Tetradesmus bernardii</i>				
<i>Tetraedron caudatum</i>	0,0039	0,0973	0,0097	0,0097
<i>Tetraedron minimum</i>				
<i>Tetrallantos lagerheimii</i>	0,0160			
<i>Tetrastrum heteracanthum</i>				0,0054
<i>Treubaria schmidlei</i>				0,0142
<i>Treubaria setigera</i>		0,0035	0,0035	

Plan d'eau :	Manzo			
Date de prélèvement :	19/11/2018	28/03/2019	24/05/2019	19/08/2019
CRYPTOPHYTA	0,2832	0,2271	0,3300	0,0498
<i>Cryptomonas</i>	0,2195	0,1990	0,2488	0,0498
<i>Cryptomonas marssonii</i>	0,0637	0,0265	0,0796	
<i>Plagioselmis nannoplanctica</i>		0,0015	0,0015	
CYANOBACTERIA	0,0235	0,0190	0,0911	0,0393
<i>Aphanocapsa elachista</i>	0,0018			
<i>Coelomoron</i>		0,0086	0,0133	0,0036
<i>Cyanogranis ferruginea</i>	0,0011	0,0050	0,0041	0,0238
<i>Cyanogranis libera</i>		0,0046	0,0019	0,0072
<i>Merismopedia marssonii</i>	0,0005			
<i>Merismopedia tenuissima</i>				0,0001
<i>Microcystis natans</i>	0,0002	0,0009	0,0035	0,0032
<i>Microcystis smithii</i>			0,0657	
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	0,0037			0,0015
<i>Planktothrix</i>				
<i>Pseudanabaena limnetica</i>	0,0163			
<i>Pseudanabaena woronichinii</i>			0,0027	
DINOPHYTA	1,3660	0,0670	0,8141	
<i>Gymnodinium</i>		0,0575		
<i>Peridinales indéterminées < 20 µm</i>		0,0095		
<i>Peridinium</i>	0,7327		0,8141	
<i>Peridinium volzii</i>	0,6333			
EUGLENOPHYTA	0,1572		0,0863	0,0026
<i>Euglena</i>				0,0026
<i>Trachelomonas</i>	0,0710			
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i>	0,0863		0,0863	
HETEROKONTOPHYTA	0,0593	0,0075		
<i>Goniochloris mutica</i>	0,0085	0,0053		
<i>Mallomonas</i>	0,0473			
<i>Ochromonas</i>		0,0022		
<i>Pseudostaurastrum</i>	0,0035			
Total général (mm³/l)	6,7914	7,3485	5,6201	5,8609

Annexe 9 : Détails du calcul de l'IPLAC (contraintes forcées) (Manzo 2018-2019)

MANZO - Année 2019

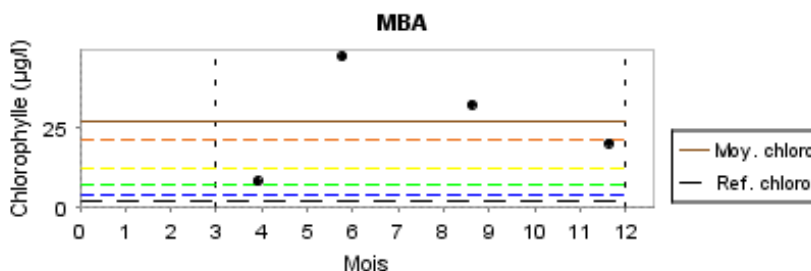
Altitude (m) : 52 m - Profondeur moyenne : 7.3 m

Contraintes modifiées : Début de période acceptée (01/03), Fin de période acceptée (30/11),

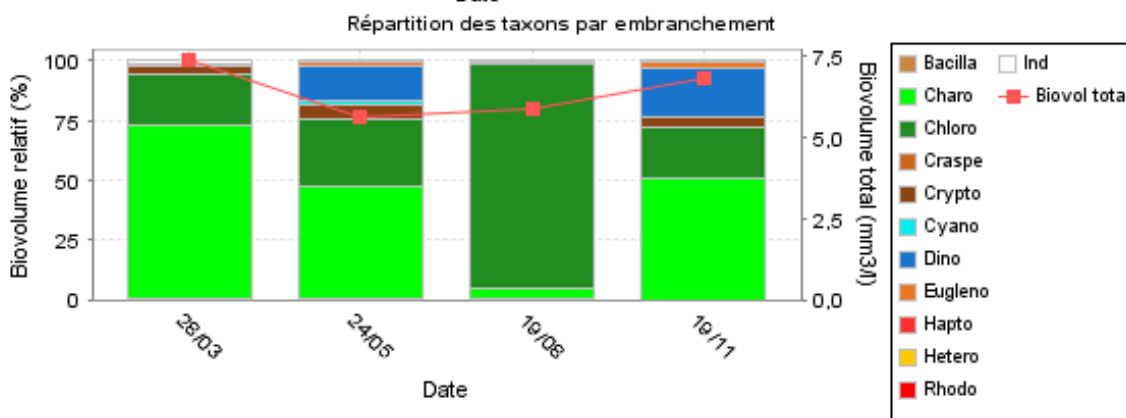
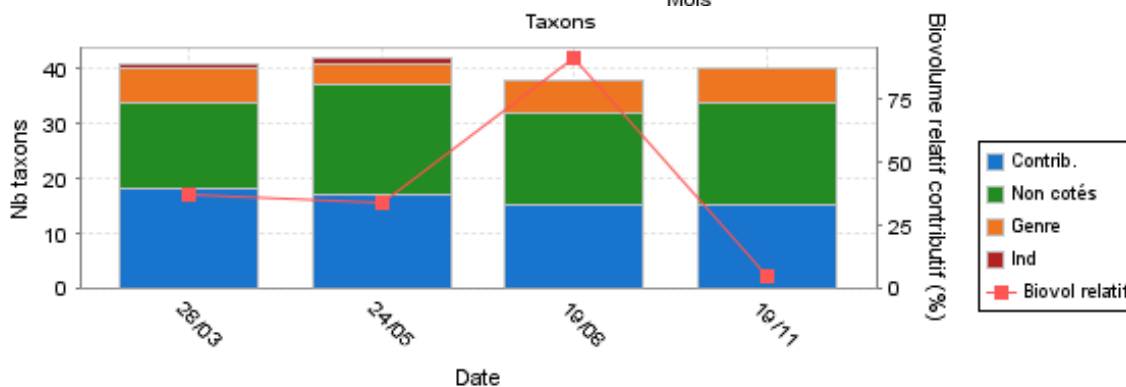
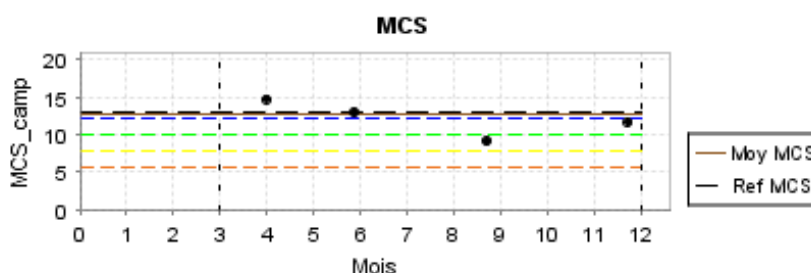
Minimum de campagnes acceptées (4)



MBA	0.118
Classe MBA	B
Moyenne chloro (µg/l)	26,75
Ref chloro (µg/l)	2,147
Nb de campagnes	4
Campagnes utilisées	4



MCS	0.839
Classe MCS	H
MCS annuelle	12,699
Ref MCS	13,069
Nb de campagnes	4
Campagnes utilisées	4



IPLAC					
MBA	Classe MBA	MCS	Classe MCS	IPLAC	Classe IPLAC
0.118	B	0.839	H	0.623	G

Phytobs v3.1.3 - 07/01/2019

Annexe 10 : Coefficients attribués aux groupes repères (Qi), abondance relative (et biovolume relatif), classes d'abondance relative (Aj) du phytoplancton et IPL. (Manzo 2018-2019)

Manzo (% algues)					
Groupes algaux	Qi	Abondance relative (%)		Aj	Qi x Aj
Campagne 1 (novembre 2018)					
Desmidiées	1	19,0	1	(10 à ≤ 30%)	1
Diatomées	3	0,0	0	(≤10%)	0
Chrysophycées	5	0,0	0	(≤10%)	0
Dinophycées & Cryptophycées	9	3,2	0	(≤10%)	0
Chlorophycées (sauf Desmidiées)	12	68,9	3	(50 à ≤ 70%)	36
Cyanophycées	16	7,1	0	(≤10%)	0
Eugléniens	20	1,0	0	(≤10%)	0
				Somme :	37
Campagne 2 (mars 2019)					
Desmidiées	1	7,5	0	(≤10%)	0
Diatomées	3	0,5	0	(≤10%)	0
Chrysophycées	5	0,1	0	(≤10%)	0
Dinophycées & Cryptophycées	9	1,6	0	(≤10%)	0
Chlorophycées (sauf Desmidiées)	12	83,4	4	(70 à ≤ 90%)	48
Cyanophycées	16	6,8	0	(≤10%)	0
Eugléniens	20	0,0	0	(≤10%)	0
				Somme :	48
Campagne 3 (mai 2019)					
Desmidiées	1	4,0	0	(≤10%)	0
Diatomées	3	0,2	0	(≤10%)	0
Chrysophycées	5	0,0	0	(≤10%)	0
Dinophycées & Cryptophycées	9	2,2	0	(≤10%)	0
Chlorophycées (sauf Desmidiées)	12	86,8	4	(70 à ≤ 90%)	48
Cyanophycées	16	6,6	0	(≤10%)	0
Eugléniens	20	0,2	0	(≤10%)	0
				Somme :	48
Campagne 4 (août 2019)					
Desmidiées	1	0,5	0	(≤10%)	0
Diatomées	3	3,1	0	(≤10%)	0
Chrysophycées	5	0,0	0	(≤10%)	0
Dinophycées & Cryptophycées	9	0,7	0	(≤10%)	0
Chlorophycées (sauf Desmidiées)	12	51,4	3	(50 à ≤ 70%)	36
Cyanophycées	16	44,2	2	(30 à ≤ 50%)	32
Eugléniens	20	0,1	0	(≤10%)	0
				Somme :	68
IPL :			50		

Manzo (% biovolumes)					
Groupes algaux	Qi	Biovolume relatif (%)	Aj		Qi x Aj
Campagne 1 (novembre 2018)					
Desmidiées	1	49,8	2	(30 à ≤ 50%)	2
Diatomées	3	0,0	0	(≤10%)	0
Chrysophycées	5	0,0	0	(≤10%)	0
Dinophycées & Cryptophycées	9	24,3	1	(10 à ≤ 30%)	9
Chlorophycées (sauf Desmidiées)	12	22,4	1	(10 à ≤ 30%)	12
Cyanophycées	16	0,3	0	(≤10%)	0
Eugléniens	20	2,3	0	(≤10%)	0
				Somme :	23
Campagne 2 (mars 2019)					
Desmidiées	1	52,7	3	(50 à ≤ 70%)	3
Diatomées	3	0,2	0	(≤10%)	0
Chrysophycées	5	0,0	0	(≤10%)	0
Dinophycées & Cryptophycées	9	4,0	0	(≤10%)	0
Chlorophycées (sauf Desmidiées)	12	42,7	2	(30 à ≤ 50%)	24
Cyanophycées	16	0,3	0	(≤10%)	0
Eugléniens	20	0,0	0	(≤10%)	0
				Somme :	27
Campagne 3 (mai 2019)					
Desmidiées	1	34,0	2	(30 à ≤ 50%)	2
Diatomées	3	0,1	0	(≤10%)	0
Chrysophycées	5	0,0	0	(≤10%)	0
Dinophycées & Cryptophycées	9	20,4	1	(10 à ≤ 30%)	9
Chlorophycées (sauf Desmidiées)	12	42,4	2	(30 à ≤ 50%)	24
Cyanophycées	16	1,6	0	(≤10%)	0
Eugléniens	20	1,5	0	(≤10%)	0
				Somme :	35
Campagne 4 (août 2019)					
Desmidiées	1	3,9	0	(≤10%)	0
Diatomées	3	0,4	0	(≤10%)	0
Chrysophycées	5	0,0	0	(≤10%)	0
Dinophycées & Cryptophycées	9	0,8	0	(≤10%)	0
Chlorophycées (sauf Desmidiées)	12	94,1	5	(>90%)	60
Cyanophycées	16	0,7	0	(≤10%)	0
Eugléniens	20	0,0	0	(≤10%)	0
				Somme :	60
IPL :		36			

Annexe 11 : Résultats d'analyse des substances de l'état chimique pour les prélèvements d'eau de surface et de fond, des quatre campagnes du suivi Manzo 2018-2019 (en rouge : substance détectée)

	Campagne 1		Campagne 2		Campagne 3		Campagne 4		Unités
	Surface	Fond	Surface	Fond	Surface	Fond	Surface	Fond	
Cadmium total	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	µg/l
Mercuré total	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	µg/l
Nickel total	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	µg/l
Plomb total	0,32	0,98	< 0,1	< 0,1	0,13	0,66	0,3	< 0,1	µg/l
BTEX									
Benzène	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	µg/l
1,2-dichlorométhane	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	µg/l
Dichlorométhane	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0	µg/l
Tétrachloroéthylène	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	µg/l
Tétrachlorure de carbone	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	µg/l
Trichloroéthylène	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	µg/l
HAP									
Fluoranthène	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,001	µg/l
Benzo(b)fluoranthène	< 0,0005	0,0008	0,0006	< 0,0005	0,0011	< 0,0005	< 0,0005	0,0018	µg/l
Benzo(k)fluoranthène	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	µg/l
Benzo(a)pyrène	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	µg/l
Benzo(g,h,i)pyrène	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	µg/l
Indéno(1,2,3-c,d)pyrène	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	µg/l
Anthracène	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	µg/l
Naphtalène	< 0,005	0,011	< 0,005	< 0,005	0,013	< 0,005	< 0,005	0,006	µg/l
Pesticides									
Terbutyryne	13	35	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	22	ng/l
Cybutryne	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Atrazine	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Simazine	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
2,4'-DDT	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	ng/l
4,4'-DDD	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
4,4'-DDE	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	ng/l
4,4'-DDT	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	ng/l
Aldrine	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Dicofol	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Dieldrine	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Endosulfan alpha	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Endosulfan bêta	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Endosulfan total (alpha+beta)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Endrine	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
HCB (hexachlorobenzène)	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
HCH alpha	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
HCH bêta	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
HCH delta	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Heptachlore	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Heptachlore époxyde endo trans	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Heptachlore époxyde exo cis	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Isodrine	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Chlorfenvinphos	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Chlorpyrifos éthyl	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Dichlorvos	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	ng/l
Alachlore	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Trifluraline	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Aclonifen	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Pentachlorophénol	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	ng/l
Cyperméthrine	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Bifenox	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Quinoxifène	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Diuron	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Isoproturon	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l

	Campagne 1		Campagne 2		Campagne 3		Campagne 4		Unités
	Surface	Fond	Surface	Fond	Surface	Fond	Surface	Fond	
DIOXINES									
Prise d'essai	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	ml
Dioxines, furanes : TEQ (OMS-1998) nd=0	0	0	0	0	0	0	0	0	ng/l
Dioxines, furanes : TEQ (OMS-1998) nd=loq	0,0034	0,0034	0,0034	0,0034	0,0034	0,0034	0,0034	0,0034	ng/l
Dioxines, furanes : TEQ (OMS-1998) nd=loq/2	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	ng/l
Dioxines, furanes : TEQ (OTAN-1988) nd=0	0	0	0	0	0	0	0	0	ng/l
Dioxines, furanes : TEQ (OTAN-1988) nd=loq	0,0029	0,0029	0,0029	0,0029	0,0029	0,0029	0,0029	0,0029	ng/l
Dioxines, furanes : TEQ (OTAN-1988) nd=loq/2	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	ng/l
Dioxines, furanes : TEQ (OMS-2005) nd=0	0	0	0	0	0	0	0	0	ng/l
Dioxines, furanes : TEQ (OMS-2005) nd=loq	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	0,0032	ng/l
Dioxines, furanes : TEQ (OMS-2005) nd=loq/2	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	ng/l
PCB									
PCB 77	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	ng/l
PCB 126	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	ng/l
PCB 169	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	ng/l
PCB 156	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	ng/l
PCB 157	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	ng/l
PCB 167	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	ng/l
PCB 189	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	ng/l
PCB 123	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	ng/l
PCB 118	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
PCB 114	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	ng/l
PCB 105	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	ng/l
PCB 81	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	ng/l
PBDE									
2,2',4,4',5'- pentabromodiphényléther (BDE99)	< 0,15	< 0,15	< 0,15	N.M.	-	< 0,15	< 0,15	< 0,15	ng/l
2,2',4,4',6'- pentabromodiphényléther (BDE100)	< 0,15	< 0,15	< 0,15	N.M.	-	< 0,15	< 0,15	< 0,15	ng/l
2,4,4'- tribromodiphényléther (BDE28)	< 0,15	< 0,15	< 0,15	N.M.	-	< 0,15	< 0,15	< 0,15	ng/l
2,2',4,4'- tétrabromodiphényléther (BDE47)	< 0,15	< 0,15	< 0,15	N.M.	-	< 0,15	< 0,15	< 0,15	ng/l
2,2',4,4',5,5'- hexabromodiphényléther (BDE153)	< 0,15	< 0,15	< 0,15	N.M.	-	< 0,15	< 0,15	< 0,15	ng/l
2,2',4,4',5,6'- hexabromodiphényléther (BDE154)	< 0,15	< 0,15	< 0,15	N.M.	-	< 0,15	< 0,15	< 0,15	ng/l
PFCa									
1,2,3-trichlorobenzène	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	µg/l
1,2,4-trichlorobenzène	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	µg/l
1,3,5-trichlorobenzène	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	µg/l
Somme des trichlorobenzènes	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	µg/l
Pentachlorobenzène	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	µg/l
Dérivés du phénol									
Octylphénols linéaires	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	ng/l
4-tert octylphénol	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	ng/l
4-n nonylphénol	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	ng/l
4-nonylphénols ramifiés	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	ng/l
4-n octylphénol	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30	ng/l
Nonylphénols	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	ng/l
Bis (2-éthyl hexyl) phtalate (DEHP)	0,91	0,66	0,24	< 0,20	0,31	1,07	< 0,20	0,89	µg/l
Tributylétain cation	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,10	< 0,10	ng/l
Composés divers									
PCA à chaine courte C10-C13	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	µg/l
HBCD alpha (alpha hexabromocyclododecane)	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	ng/l
HBCD beta (beta hexabromocyclododecane)	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	ng/l
HBCD gamma (gamma hexabromocyclododecan)	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50	ng/l

Annexe 12 : Résultats d'analyse des substances pertinentes pour les prélèvements d'eau de surface et de fond, des quatre campagnes du suivi Manzo 2018-2019 (en rouge : substance détectée)

	Campagne 1		Campagne 2		Campagne 3		Campagne 4		Unités
	Surface	Fond	Surface	Fond	Surface	Fond	Surface	Fond	
Cyanures libres	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	mg/l CN-
Manganèse total	0,258	0,58	0,81	0,047	0,01	< 0,010	0,093	0,257	mg/l
Antimoine total	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	mg/l
Sélénium total	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	mg/l
Pesticides									
Carbendazime	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	µg/l
Metolachlor- OXA (metolachlor oxalinic acid)	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	µg/l
Metolachlor- ESA (metolachlor ethylsulfonic acid)	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 20	< 20	ng/l
Acétochlor	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Propyzamide	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Métolachlor	0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	µg/l
Fenpropidine	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	µg/l
Piperonil butoxyde	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	µg/l
PFCA	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	ng/l
Dérivés du phénol									
Di isobutyl phthalate (DIBP)	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	µg/l
Composés divers									
Perchlorate	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	µg/l
Bisphénol A	1,019	< 0,200	< 0,200	< 0,200	< 0,200	4,306	0,467	< 0,200	µg/l
Médicaments									
Ofloxacine	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	ng/l
Sulfaméthoxazole	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Diclofenac	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	µg/l
Ketoprofen	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Ibuprofen	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	ng/l
Paracetamol	14	14	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	ng/l
Oxazepam	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Carbamazépine	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
10,11-carbamazépine époxyde	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	ng/l
Substances émergentes									
Triclosan	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	ng/l
Ethyl-paraben	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	ng/l
Propyl-paraben	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	ng/l
Méthyl-paraben	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	ng/l

Annexe 13 : Résultats d'analyse des substances pour les prélèvements de sédiments au point le plus profond, lors de la deuxième campagne du suivi Manzo 2018-2019 (en rouge : substance détectée)

	Campagne 2	
Groupe 2 et 2bis	Paramètres	
	Matière sèche	43,3
	Nk	1,6
	Granulométrie	-
	refus de tamisage > 2mm	0
	Azote ammoniacal (NH4) sur extrait KCl	< 1,168
	Matière sèche	21,4
	Matière organique	17,94
	Carbone organique total	48,4
	Orthophosphates sur extrait aqueux	< 1,17
	Azote Kjeldhal	1,6
	Minéralisation HCl/HNO3	-
Groupe 3	Phosphore total	729
	Aluminium total	98618
	Fer total	97867
Groupe 10	Rafus de tamisage > 2mm	0
	Matières sèches	21,7
	Minéralisation HCl/HNO3	-
	Aluminium total	73774
	Antimoine total	0,3
	Argent total	< 0,10
	Baryum total	131,6
	Etain total	1,48
	Fer total	92922
	Manganèse total	2182,2
	Sélénium total	0,62
	Béryllium total	0,62
	Cobalt total	34,86
	Lithium total	8,1
	Molybdène total	0,48
	Thalium total	0,24
	Vanadium total	225,14
	Titane total	1547,58
	Uranium total	0,57
	Chlordécone	< 50
	Chlordécone 5b Hydro	
	PBDE	
	Décabromodiphényléther (BDE209)	< 20000
	NPEO1 (nonylphénol monoéthoxylate)	< 0,05
	NPEO2 (nonylphénol diéthoxylate)	< 0,050
	Di n-butyl phtalate	27



Avec le soutien financier de

**AGENCE FRANÇAISE
POUR LA BIODIVERSITÉ**
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

www.afbiodiversite.fr



www.eaumartinique.fr