

AGENCE DE L'EAU ARTOIS-PICARDIE

Réalisation de prélèvements et d'analyses phytoplanctoniques sur 5 plans d'eau dans le bassin Artois-Picardie

ASCONIT Consultants

Phytoplancton – Lot 3

Marché n°12036

Rapport d'étude 2016

Décembre 2016

Aménagement, environnement & Développement durable	ASCONIT Consultants Agence Sud
Hydrobiologie	3, boulevard de Clairfont (bât. C)
Hydrogéologie	Tél. : 04-68-54-76-08 – Fax : 04-68-54-74-09
Systèmes d'information géographique	Contact : Véronique Jacquet
Milieux littoraux et marins	Email : veronique.jacquet@asconit.com
International et DOM-TOM	Siège social : LYON 69366 Cedex 07
Biodiversité et milieux	APE 7112B – SIRET 437 960 677 000 98
Recherche & Développement	www.asconit.fr

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	6
2. SITES ET METHODOLOGIES	7
2.1 Stations de prélèvement	7
2.2 Echantillonnage du Phytoplancton.....	7
2.1 Analyse du phytoplancton.....	8
2.1.1 Identification et dénombrement.....	8
2.1.2 Indices basés sur le Phytoplancton	9
2.1.3 Chlorophylle <i>a</i> et Phéopigments	10
3. ANALYSE PAR PLAN D'EAU	11
3.1 Etang du Romelaere (FRAL01)	12
3.2 Mare à Goriaux (FRAL02).....	14
3.3 Etang du Vignoble (FRAL03)	16
3.4 Etang d'Ardres (FRAL04)	18
3.5 Lac de Val Joly (FRB2L05).....	20
4. CONCLUSION	22
5. ANNEXES	23

Liste des Figures

Figure 1 : Répartition du nombre de taxons recensés – FRAL01	12
Figure 2 : Evolution de la densité cellulaire des différents embranchements – FRAL01	12
Figure 3 : Biomasse algale en mg/l et en abondance de la biomasse totale – FRAL01.....	13
Figure 4 : Répartition du nombre de taxons recensés – FRAL02	14
Figure 5 : Evolution de la densité cellulaire des différents embranchements – FRAL02	14
Figure 6 : Biomasse algale en mg/l et en abondance de la biomasse totale – FRAL02.....	15
Figure 7 : Répartition du nombre de taxons recensés – FRAL03	16
Figure 8 : Evolution de la densité cellulaire des différents embranchements – FRAL03	16
Figure 9 : Biomasse algale en mg/l et en abondance de la biomasse totale – FRAL03.....	17
Figure 10 : Répartition du nombre de taxons recensés – FRAL04	18
Figure 11 : Evolution de la densité cellulaire des différents embranchements – FRAL04	18
Figure 12 : Biomasse algale en mg/l et en abondance de la biomasse totale – FRAL04.....	19
Figure 13 : Répartition du nombre de taxons recensés – FRB2L05	20
Figure 14 : Evolution de la densité cellulaire des différents embranchements – FRB2L05	20
Figure 15 : Biomasse algale en mg/l et en abondance de la biomasse totale – FRB2L05.....	21

Liste des Tableaux et Carte

Tableau 1 : Liste des stations relatives aux relevés de phytoplancton - Suivi 2016.....	7
Tableau 2 : Poids attribué à chaque groupe et note attribuée en fonction de l'abondance pour le calcul de l' I_{pL10}	
Tableau 3 : Limites de classes et qualités des eaux associées à l'IPL pour des plans d'eau d'origine naturelle...	10
Tableau 4 : Récapitulatif des données algales - FRAL01	12
Tableau 5 : Récapitulatif des données algales - FRAL02	14
Tableau 6 : Récapitulatif des données algales - FRAL03	16
Tableau 7 : Récapitulatif des données algales - FRAL04	18
Tableau 8 : Récapitulatif des données algales – FRB2L05.....	20
Carte 1 : Localisation des stations – Lot 3 – Phytoplancton 2016.....	7

1. INTRODUCTION

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la **Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE)** du 18 juillet 2000, sur les plans d'eau. Cette réglementation vise à conserver ou améliorer l'état des hydrosystèmes pour atteindre le «bon état», de façon à garantir la durabilité de la ressource en eau et des biocénoses associées.

Ces **objectifs de qualité** devant être définis dans le cadre de la DCE et déclinés en états écologique et chimique, devaient être atteints en 2015, sauf dérogations.

Un programme de surveillance a été établi pour suivre l'état écologique et l'état chimique des eaux douces de surface. Ce programme comporte plusieurs volets dont le contrôle de surveillance et le contrôle opérationnel. Le contrôle de surveillance consiste à déterminer l'état général des eaux, notamment à l'échelle européenne. Le contrôle opérationnel cible plus particulièrement les masses d'eau identifiées comme risquant de ne pas répondre à leurs objectifs environnementaux et d'évaluer l'efficacité des actions de protection et de restauration qui seront mises en œuvre.

Les outils pour cette surveillance sont multiples et les algues planctoniques constituent un élément fondamental en matière de bio-indication.

La présente étude vise à connaître les caractéristiques phytoplanctoniques de 5 plans d'eau du bassin Artois-Picardie par l'identification et le dénombrement des populations algales suivies entre 2013 et 2016.

Ce rapport fait état de la composition du peuplement phytoplanctonique au niveau de 5 plans d'eau (4 artificiels et 1 fortement modifié). Quatre campagnes d'échantillonnage ont été réalisées en hiver, au printemps, en été et en automne **2016**.

Le phytoplancton est étudié en termes de densités cellulaires et de biovolumes (ou biomasse) à partir de prélèvements d'eau brute. Les données ont été bancarisées à l'aide de l'outil PHYTOBS (version 2.3).

Des dosages de chlorophylle *a* et de phéopigments ont été réalisés à chaque campagne afin de pouvoir calculer l'Indice Planctonique Lacustre (IPLAC).

Les résultats sont donnés sous forme de tableaux en annexes.

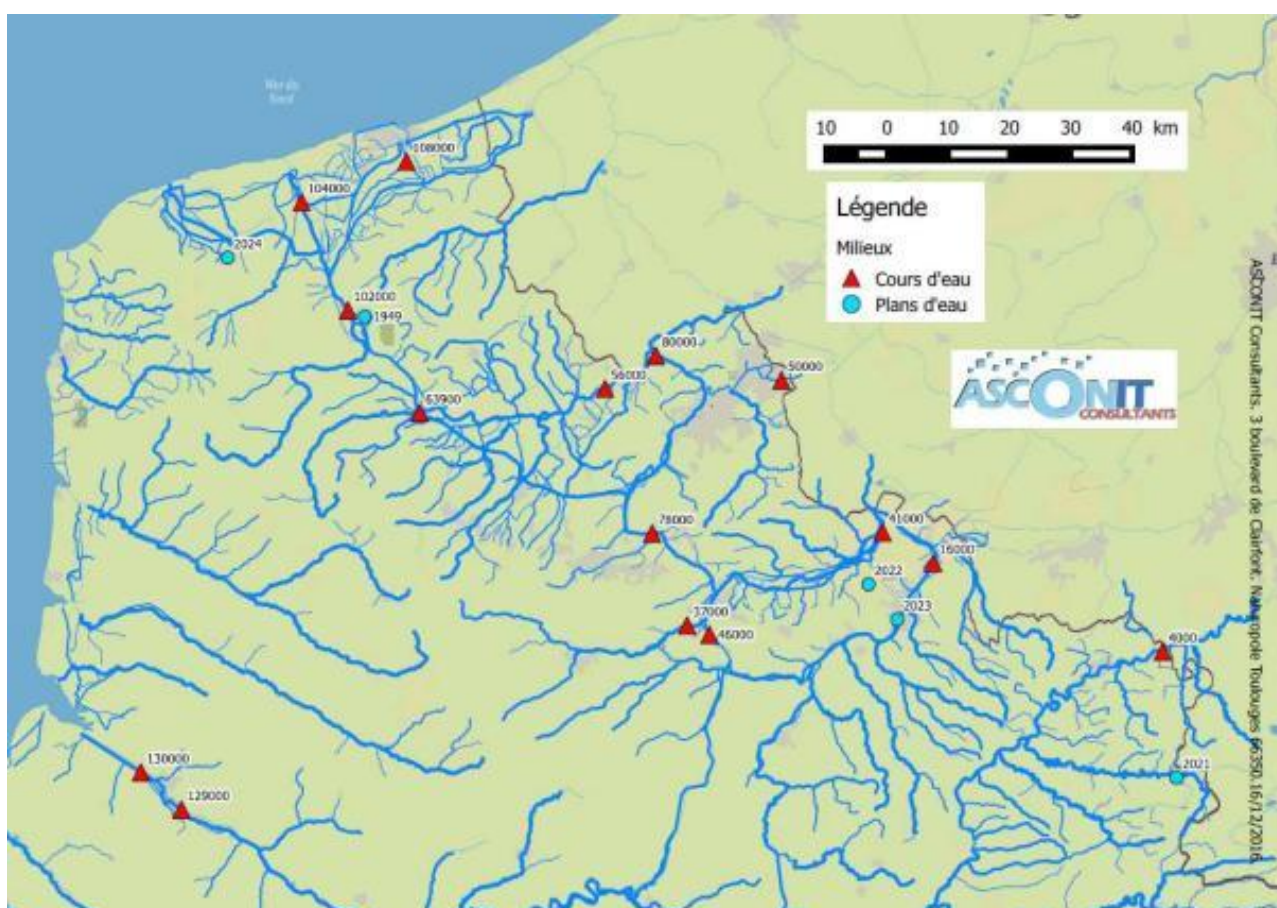
2. SITES ET METHODOLOGIES

2.1 Stations de prélèvement

Le tableau 1 et la carte 1 récapitulent les 5 plans d'eau qui ont fait l'objet du suivi du phytoplancton en 2016. Chaque lac a été visité quatre fois entre mars et septembre 2016.

Tableau 1 : Liste des stations relatives aux relevés de phytoplancton - Suivi 2016

Code ME	Nom	Code station	Type	Dép.	Alt. (m)	Prof. Moy. (m)	Superf. (ha)
FRAL01	Etang de Romelaere	1949	A13b	62/59	3	1,7	104
FRAL02	Mare à Goriaux	2022	A16	59	21	1	78
FRAL03	Etang du Vignoble	2023	A14	59	23	1,6	54
FRAL04	Etang d'Ardres	2024	A13b	62	5	1,3	64
FRB2L05	Lac de Val Joly	2021	A6a	59	175	3,3	180



Carte 1 : Localisation des stations – Lot 3 – Phytoplancton 2016

2.2 Echantillonnage du Phytoplancton

Les prélèvements interannuels sont réalisés les mêmes semaines, à +/- 1 près pour pouvoir comparer les résultats.

En 2016, les prélèvements de phytoplancton ont été réalisés par ASCONIT Consultants en simultané avec le bureau d'études CAR (prélèvements en vue d'analyses physico-chimiques). Les échantillons ont ensuite été acheminés au laboratoire de l'agence Asconit C. Sud à Toulouges (66), pour les analyses. Les échantillons d'eau

brute destinés à l'analyse de la chlorophylle *a* et des phéopigments ont été envoyés, par transporteur, au laboratoire CARSO de Lyon.

Chaque plan d'eau a fait l'objet de prélèvements au niveau d'un point central (point de plus grande profondeur).

Les prélèvements destinés à l'analyse quantitative du phytoplancton ont été réalisés à l'aide d'une bouteille de type Van Dorn à différentes profondeurs sur une tranche d'eau dont la hauteur était égale à 2,5 fois la profondeur de disparition du disque de Secchi. Au moins **cinq prélèvements élémentaires** ont ainsi été réalisés ; le mélange et l'homogénéisation des prélèvements élémentaires constituent un **échantillon intégré**.

Après homogénéisation, les flacons ont été remplis et chaque échantillon a été conservé *in situ* à l'aide d'une solution de lugol (2 ml pour 500 ml d'eau brute).

Les flacons destinés aux dénombrements phytoplanctoniques ont été maintenus au frais et à l'obscurité (glacières munies de pains de glace réfrigérés chaque jour), jusqu'à leur acheminement au laboratoire d'analyses.

2.1 Analyse du phytoplancton

2.1.1 Identification et dénombrement

Le dénombrement des cellules algales est effectué selon la méthode Utermöhl, conformément à la norme AFNOR NF EN 15204/T 90-379 de décembre 2006, au moyen d'un microscope inversé (Leica, type DMI 3000B).

Après homogénéisation de l'échantillon, un volume réduit d'eau brute est préalablement mis à sédimenter dans une chambre de sédimentation Hydro-Bios.

Le temps de sédimentation des algues varie selon le volume d'échantillon mis à décanter (avec le lugol, de l'ordre de 4 heures par cm de hauteur de colonne). Les dénombrements sont effectués sous un objectif de grossissement 63x à immersion. Selon la densité phytoplanctonique, un nombre variable de champs est compté. Conformément à la norme AFNOR NF EN 15204/T 90-379, une fidélité de comptage de 5% est respectée en comptant (au moins) 400 objets algaux, dans la mesure du possible. Les recommandations de Olrik *et al.*, (1998)¹, sont également prises en considération, notamment la nécessité de compter au moins 100 individus du taxon le plus abondant. Notons que les cellules vides (dépourvues de plastes) ne sont pas comptées.

Les organismes phytoplanctoniques sont identifiés au niveau de l'espèce lorsque les critères utiles sont accessibles par l'observation en microscopie optique. Pour les organismes les plus petits ainsi que pour ceux dont l'allure générale n'est pas suffisante pour l'identification spécifique, les espèces sont dénombrées par genre, voire par groupe.

La densité (*N*) des différents groupes algaux rencontrés est déterminée à l'aide de la formule suivante :

$$N = n \times S / s \times v$$

Avec *n* : le nombre de cellules comptées,
S : la surface de la cuve à sédimenter,
s : la surface observée,
v : le volume sédimenté.

Un filament est considéré comme un individu et le nombre de cellules est obtenu en rapportant à la longueur du filament la longueur d'une cellule, dimensions mesurées à l'aide d'un micromètre oculaire. De la même façon, le nombre de cellules des algues coloniales est estimé par la mesure des dimensions de la colonie (forme

¹ OLRIK, K., P. BLOMQUIVST, et al. (1998). "Methods for quantitative assessment of phytoplankton in freshwater". Stockholm

rapportée à la géométrie la plus proche). Pour les formes simples (*Scenedesmus* sp., *Pediastrum* sp...), le nombre de cellules est déterminé au moment du comptage.

Pour chaque campagne, et pour chaque station, la liste taxonomique et les calculs de densités et de biovolumes phytoplanctoniques sont réalisés après bancarisation dans l'outil PHYTOBS de l'IRSTEA (version la plus récente, actuellement version 2.3). La codification SANDRE est utilisée.

Les résultats sont fournis sous forme de tableaux avec la densité de chaque taxon, exprimée en nombre de cellules par millilitre et en biomasse par litre (mg/l). A titre informatif, l'équivalent en terme de biovolume est $1 \text{ mg/l} = \text{mm}^3/\text{l}$.

2.1.2 Indices basés sur le Phytoplancton

Le phytoplancton est un des éléments biologiques identifiés par la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE) sur les plans d'eau pour participer à la définition de l'état écologique de ces masses d'eau.

Depuis l'arrêté du 27 juillet 2015, l'IPLAC est désormais l'indice officiel à appliquer sur les plans d'eau.

Indice Planctonique Lacustre (IPLAC)

A partir de la version 2.3, PHYTOBS permet le calcul de l'Indice Phytoplancton Lacustre (IPLAC). 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**. Elle repose sur la moyenne des mesures de chlorophylle *a* exprimée en $\mu\text{g/l}$;

- la **MCS, Métrique de Composition Spécifique**. Elle est basée sur la composition de la communauté phytoplanctonique déterminée au niveau de l'espèce essentiellement. Elle utilise les taxons quantifiés en biovolumes (mm^3/l).

Sur les rapports édités par Phytobs, 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.

Limites de classes et qualités des eaux associées à l'IPLAC

	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise
IPLAC	1 0,8	0,6	0,4	0,2	0

Indice Planctonique (IPL)

L'Indice Planctonique (I_{PL}) ou Indice Phytoplancton (CEMAGREF, 2003) était considéré jusqu'en 2015 comme un bon indicateur du niveau trophique (arrêté du 25 janvier 2010). Il a été remplacé par l'IPLAC ; cependant par souci d'homogénéité avec les années précédentes, nous avons calculé cet indice à titre indicatif.

Cet indice se calcule théoriquement à partir de prélèvements au filet (Diagnose rapide). Cependant nous l'avons calculé à partir des prélèvements d'eau brute et des résultats issus de la méthode Utermöhl après conversion des biovolumes de chaque taxon en abondances relatives (méthode recommandée par l'IRSTEA, C. Laplace-Treytore, comm. pers.).

L' I_{PL} est construit pour s'échelonner en fonction de la dégradation de la qualité du milieu suivant une échelle de 0 à 100.

$$IPL = \text{moyenne de } \sum Qi \times Aj$$

Avec Qi = poids attribué à chaque groupe phytoplanctonique,

et Aj = note de 0 à 5 en fonction de l'abondance de chaque groupe (Tab. 2).

Tableau 2 : Poids attribué à chaque groupe et note attribuée en fonction de l'abondance pour le calcul de l' I_{PL}

Groupes algaux	Q_i	Abondance relative	A_j
Desmidiées	1	0 à ≤ 10	0
Diatomées	3	10 à ≤ 30	1
Chrysophycées	5	30 à ≤ 50	2
Dinophycées & Cryptophycées	9	50 à ≤ 70	3
Chlorophycées (sauf Desmidiées)	12	70 à ≤ 90	4
Cyanophytes	16	90 à ≤ 100	5
Eugléniens	20		

Le calcul de l' I_{PL} s'effectue à partir des trois campagnes de plus forte production biologique. La moyenne des trois valeurs obtenues permet d'obtenir l' I_{PL} et une classe de qualité des eaux qui lui est associée (Tab. 3).

Tableau 3 : Limites de classes et qualités des eaux associées à l'IPL pour des plans d'eau d'origine naturelle.

	Limites de classes				
	Très Bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise
Indice Planctonique (IPL)	< 25	25 < IPL < 40	40 < IPL < 60	60 < IPL < 80	> 80

L'indice planctonique est aussi interprété selon la grille suivante :

Valeur de l'indice	0	20	50	100
Niveau trophique	Oligotrophe	Mésotrophe	Eutrophe	

2.1.3 Chlorophylle a et Phéopigments

Les données de chlorophylle a sont comparées avec les seuils de l'arrêté du 25 janvier 2010 qui fixe les limites de chaque classe d'état en fonction de la profondeur moyenne du plan d'eau.

Les feuilles de calcul Excel nous ont été transmises par l'IRSTEA.

Le tableau de synthèse récapitulant les valeurs seuil, en fonction de la profondeur moyenne de chaque plan d'eau et de la concentration moyenne en chlorophylle a (campagnes 2, 3 et 4), est donné en annexe 6.

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 morte. Le rapport [Chlorophylle a]/[Phéopigments] permet donc de calculer la vitalité du peuplement. Lorsque ce rapport est supérieur à 1 cela signifie que le phytoplancton est productif et que les conditions environnantes lui conviennent pour son développement.

3. ANALYSE PAR PLAN D'EAU

La densité de chaque taxon est exprimée en nombre de cellules par millilitre ainsi qu'en biomasse (mg/l).

L'intégralité des résultats est présentée en annexes.

Ci-après figurent les principales données relatives à l'étude du phytoplancton, acquises pour l'année 2016.

Dans les différents graphiques, « C1 », « C2 », « C3 » et « C4 » désignent respectivement les campagnes d'hiver, de printemps, d'été et d'automne. Les résultats sont présentés sous la forme de fiches synthétiques mentionnant :

- un tableau récapitulatif des données algales et de concentration en chlorophylle *a* et phéopigments ainsi que les différents indices calculés,
- la répartition du nombre de taxons recensés,
- l'évolution de la densité cellulaire (nombre de cellules/ml),
- l'évolution de la biomasse algale, en mg/l, ainsi qu'en termes de biomasse relative des différents embranchements (% de la biomasse totale),
- un commentaire sur la particularité du peuplement et sur la classe de qualité du plan d'eau vis-à-vis du phytoplancton d'après le calcul des deux indices, IPLAC et I_{pL} .

Afin de rendre les résultats plus lisibles, l'analyse qui suit a été réalisée selon les embranchements auxquels les taxons appartiennent (classification PHYTOBS v.2.3). Le code couleur suivant a été attribué pour chaque embranchement :

	Bacillariophytes		Cyanobactéries
	Charophytes		Dinophytes
	Chlorophytes		Euglénophytes
	Cryptophytes		Hétérokontophytes
	Haptophytes		

3.1 Etang du Romelaere (FRAL01)

Tableau 4 : Récapitulatif des données algales - FRAL01

Plan d'eau		Etang de Romelaere			
		FRAL01			
Date de prélèvements		16/03/16	27/05/16	27/07/16	22/09/16
Concentrations cellulaires (cellules/ml)		63 508,1	43 373,9	472 830,2	398 689,5
Biomasse (mg/l)		6,6	7,8	38,6	40,2
Richesse taxonomique (nb taxon/récolte)		64	49	73	76
Espèce dominante	en cellules abondance relative (%)	<i>Merismopedia warmingiana</i> 34,6	<i>Coelastrum microporum</i> 17,7	<i>Planktothrix suspensa</i> 12,9	<i>Planktothrix suspensa</i> 27,3
	en biovolume biovolume relatif (%)	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> 22,5	<i>Pediastrum duplex</i> 18,8	<i>Dolichospermum</i> 18,2	<i>Planktothrix suspensa</i> 18,9
IPLAC			0,406		
IPL			52		
[Chlorophylle a] (µg/l)		66	6	85	61
[Phéopigments] (µg/l)		15	7	61	40

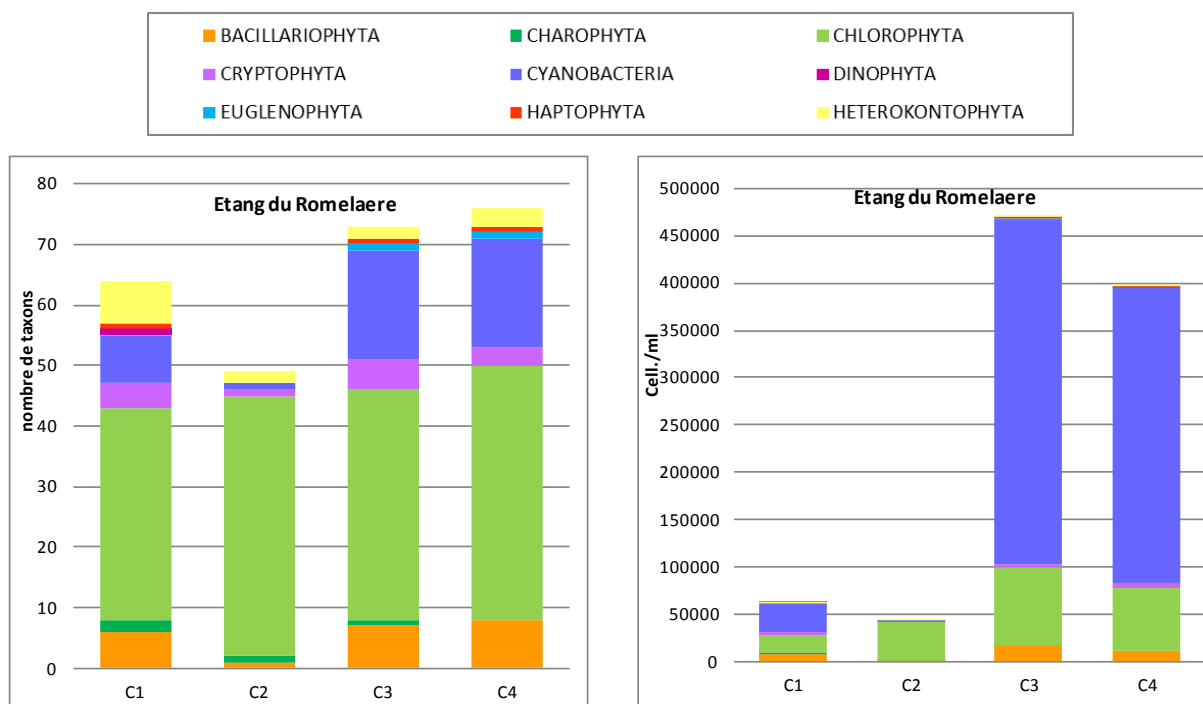


Figure 1 : Répartition du nombre de taxons recensés – FRAL01

Figure 2 : Evolution de la densité cellulaire des différents embranchements – FRAL01

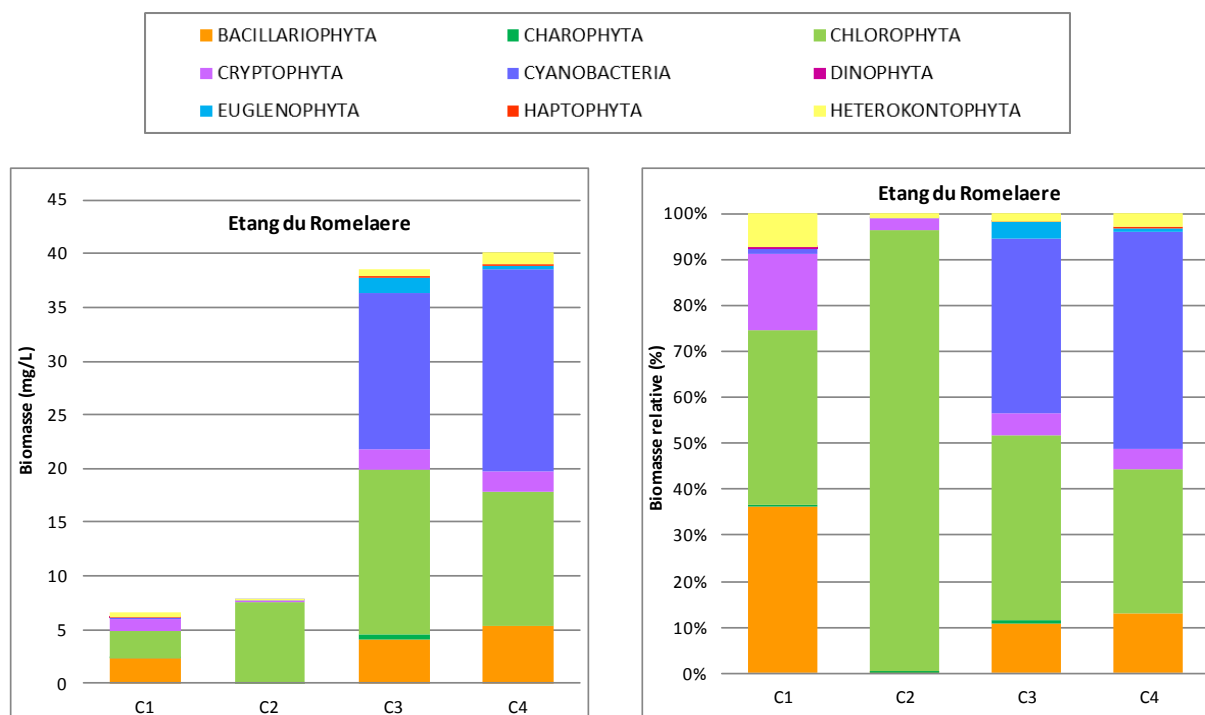


Figure 3 : Biomasse algale en mg/l et en abondance de la biomasse totale – FRAL01

Avec une moyenne 66 taxons par récolte, la richesse taxonomique de l'étang de Romelaere est relativement élevée. Un nombre maximal de 76 taxons a été enregistré en automne. Comme couramment observé, les Chlorophytes sont les plus diversifiées tout au long du suivi (43 taxons recensés en été). Les espèces présentes témoignent de milieux lacustres dont la charge en nutriments est plutôt riche.

Les concentrations cellulaires sont maximales en été, avec 472 830 cell./ml, en raison notamment du développement de cyanobactéries filamenteuses (*Planktothrix suspensa*, *Pseudanabaena limnetica*, *P. catenata* et *Dolichospermum* – potentiellement toxiques, *Geitlerinema acutissimum*, *Limnothrix redekei* – non toxigène) et coloniales (*Aphanocapsa* spp., *Merismopedia tenuissima* – considérée comme non-toxigènes). A noter que le nombre de cellules de cyanobactéries potentiellement toxiques par ml est supérieur à 50 000 lors des campagnes estivales et automnales, c'est à dire supérieur au seuil interdisant la baignade dans le cadre de la veille sanitaire (note d'information ministérielle du 23 mai 2014).

La biomasse phytoplanctonique est relativement élevée ; elle oscille entre 6,6 mg/l en hiver et 40,2 mg/l en automne. En termes de biomasse, Chlorophytes et diatomées (ou Bacillariophytes) codominent le peuplement hivernal. Au printemps, les Chlorophytes constituent 98% de la biomasse. Elles sont dominées par des formes coloniales de grande taille (*Coelastrum microporum*, *Pediastrum duplex*, *P. boryanum*...). Leur proportion diminue ensuite, en été et en automne, en faveur des cyanobactéries.

Selon l'arrêté du 27 juillet 2015, l'IPLAC indique que l'étang de Romelaere possède des eaux de **qualité moyenne** (IPLAC : 0,406). Les teneurs élevées en chlorophylle *a* confèrent à la MBA une mauvaise qualité. Elles constituent un paramètre déclassant. En revanche, la métrique basée sur la composante spécifique (MCS) est de moyenne qualité. Cette note semble relativement robuste au regard des biovolumes qui y contribuent.

A titre comparatif, l'indice planctonique calculé à partir des biovolumes, indique également une eau de **moyenne** qualité ($I_{pl} = 52$) et peut être considéré comme un milieu **eutrophe** (le seuil entre mésotrophe et eutrophe étant fixé à 50).

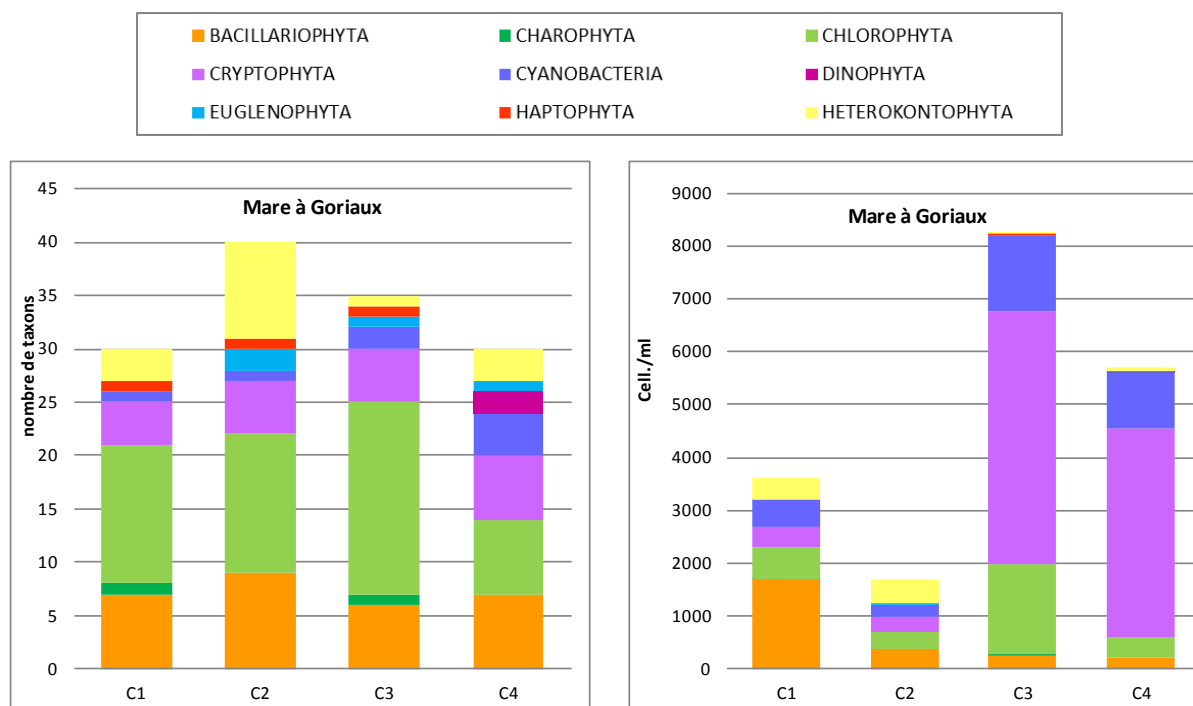
Les valeurs de concentrations en chlorophylle *a* relevées dans ce plan d'eau sont relativement élevées, excepté au printemps ; ceci suggère que ce prélèvement a été réalisé durant la phase des eaux claires (les algues sont broutées par le zooplancton herbivore ; seules les Chlorophytes coloniales de grande taille échappent au broutage). La valeur moyenne estivale (50,7 µg/l) indique une qualité de l'eau **mauvaise** (Annexe 6).

Excepté au printemps, la vitalité est supérieure à 1 ; ce qui indique que le phytoplancton se trouve dans les conditions optimales pour son développement. C'est en période hivernale que la vitalité du phytoplancton est la plus forte (>4).

3.2 Mare à Goriaux (FRAL02)

Tableau 5 : Récapitulatif des données algales - FRAL02

Plan d'eau		Mare à Goriaux			
		FRAL02			
Date de prélèvements		15/03/16	26/05/16	26/07/16	21/09/16
Concentrations cellulaires (cellules/ml)		3 629,8	1 697,1	8 248,4	5 712,4
Biomasse (mg/l)		0,7	0,8	1,7	1,6
Richesse taxonomique (nb taxon/récolte)		30	40	35	30
Espèce dominante	en cellules abondance relative (%)	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> 40,0	<i>Aulacoseira granulata</i> 15,0	<i>Plagioselmis nannoplantica</i> 51,3	<i>Plagioselmis nannoplantica</i> 58,3
	en biovolume biovolume relatif (%)	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> 53,6	<i>Aulacoseira granulata</i> 41,4	<i>Cryptomonas</i> 37,1	<i>Cryptomonas</i> 59,5
IPLAC			0,755		
IPL			35		
[Chlorophylle a] (µg/l)		6	3	2	2
[Phéopigments] (µg/l)		8	1	4	4


Figure 4 : Répartition du nombre de taxons recensés – FRAL02
Figure 5 : Evolution de la densité cellulaire des différents embranchements – FRAL02

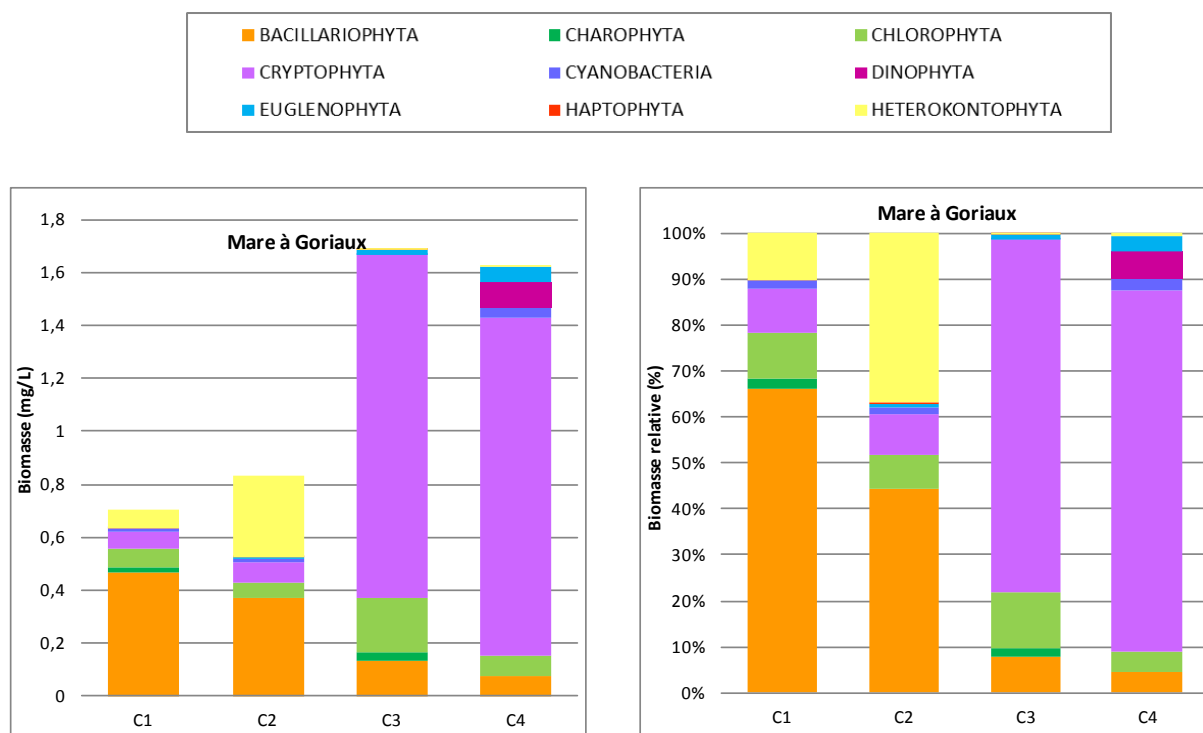


Figure 6 : Biomasse algale en mg/l et en abondance de la biomasse totale – FRAL02

La richesse taxonomique de la Mare à Goriaux est modérée (34 taxons en moyenne), avec un maximum observé au printemps (40 taxons). L'embranchement le plus diversifié est celui des Chlorophytes tout au long du suivi (18 taxons recensés en été).

Effectifs cellulaires et biomasses sont relativement faibles tout au long du suivi. Une densité maximale de 8 248 cell./ml enregistrée en été, associée à la plus forte biomasse (1,7 mg/l).

Au cours des 2 premières campagnes (hiver et printemps), le peuplement phytoplanctonique est dominé par les diatomées centriques (respectivement *Stephanodiscus hantzschii* et *Aulacoseira granulata*, caractéristiques des milieux plutôt eutrophes). L'importance des Hétérokontophytes (habituellement présentes dans des milieux pauvres en nutriments) est toutefois à souligner. La seconde partie du suivie (campagnes d'été et d'automne) est marquée par le développement des Cryptophytes ; *Plagioselmis nannoplanctica* domine les effectifs alors que des individus de grande taille, appartenant au genre *Cryptomonas*, dominent la biomasse.

L'IPLAC montre un plan d'eau de **bonne qualité** (IPLAC : 0,755). En effet, les teneurs en chlorophylle *a* sont faibles, ce qui qualifie la MBA de très bonne. La MCS vient modérer la note en mettant en évidence une bonne qualité de l'eau du point de vue de la composition spécifique. Cette dernière métrique ne peut pas être considérée comme robuste lors de la dernière campagne car moins de 25% du biovolume contribue à la note.

Avec un I_{pL} de 35, ce plan d'eau est également considéré comme étant de **bonne** qualité selon l'arrêté du 25 janvier 2010. Ses eaux peuvent être qualifiées de **mésotrophes**. L'écologie des taxons présents dans les échantillons semble en adéquation avec cette note.

La qualité de l'eau sur la mare à Goriaux est **très bonne** d'après la valeur moyenne estivale de concentration en chlorophylle *a* (2,3 $\mu\text{g/l}$). En effet, malgré sa faible profondeur, la quantité de chlorophylle *a* est relativement faible tout au long de l'année.

Hormis au printemps, la vitalité est inférieure à 1 ; ce qui indique que le phytoplancton ne rencontre pas les conditions optimales de croissance.

3.3 Etang du Vignoble (FRAL03)

Tableau 6 : Récapitulatif des données algales - FRAL03

Plan d'eau		Etang du Vignoble			
		FRAL03			
Date de prélèvements		15/03/16	26/05/16	26/07/16	21/09/16
Concentrations cellulaires (cellules/ml)		18 884,4	42 471,9	38 602,9	57 907,7
Biomasse (mg/l)		4,2	2,3	3,3	6,8
Richesse taxonomique (nb taxon/récolte)		26	25	35	62
Espèce dominante	en cellules abondance relative (%)	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> 58,9	<i>Aphanizomenon yezoense</i> 92,2	<i>Discostella pseudostelligera</i> 38,6	<i>Merismopedia tenuissima</i> 20,5
	en biovolume biovolume relatif (%)	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> 69,4	<i>Aphanizomenon yezoense</i> 82,9	<i>Discostella pseudostelligera</i> 39,8	<i>Cryptomonas</i> 19,0
IPLAC			0,7		
IPL			27		
[Chlorophylle a] (µg/l)		32	14	8	8
[Phéopigments] (µg/l)		38	4	22	9

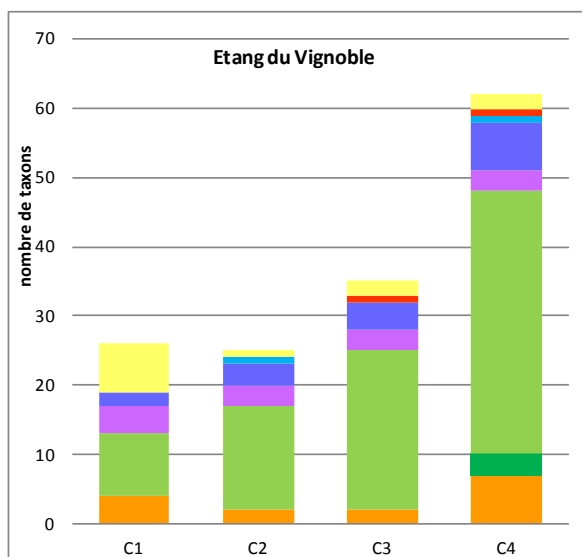
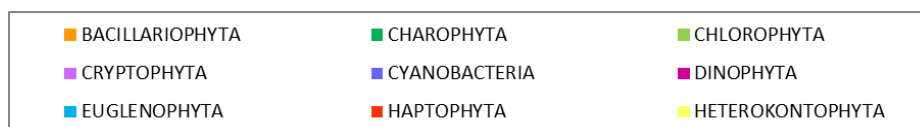


Figure 7 : Répartition du nombre de taxons recensés – FRAL03

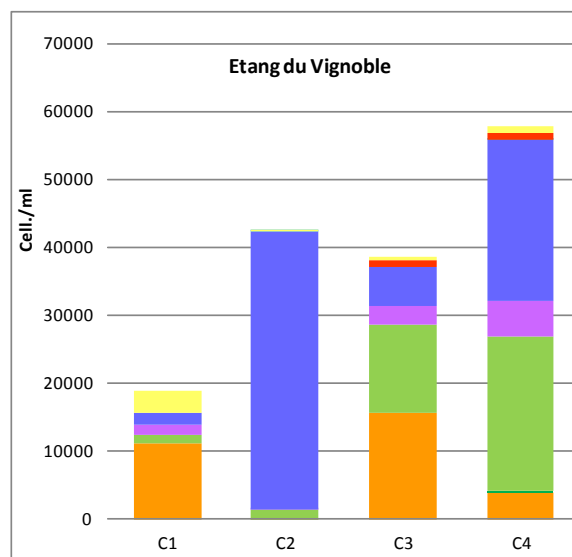


Figure 8 : Evolution de la densité cellulaire des différents embranchements – FRAL03

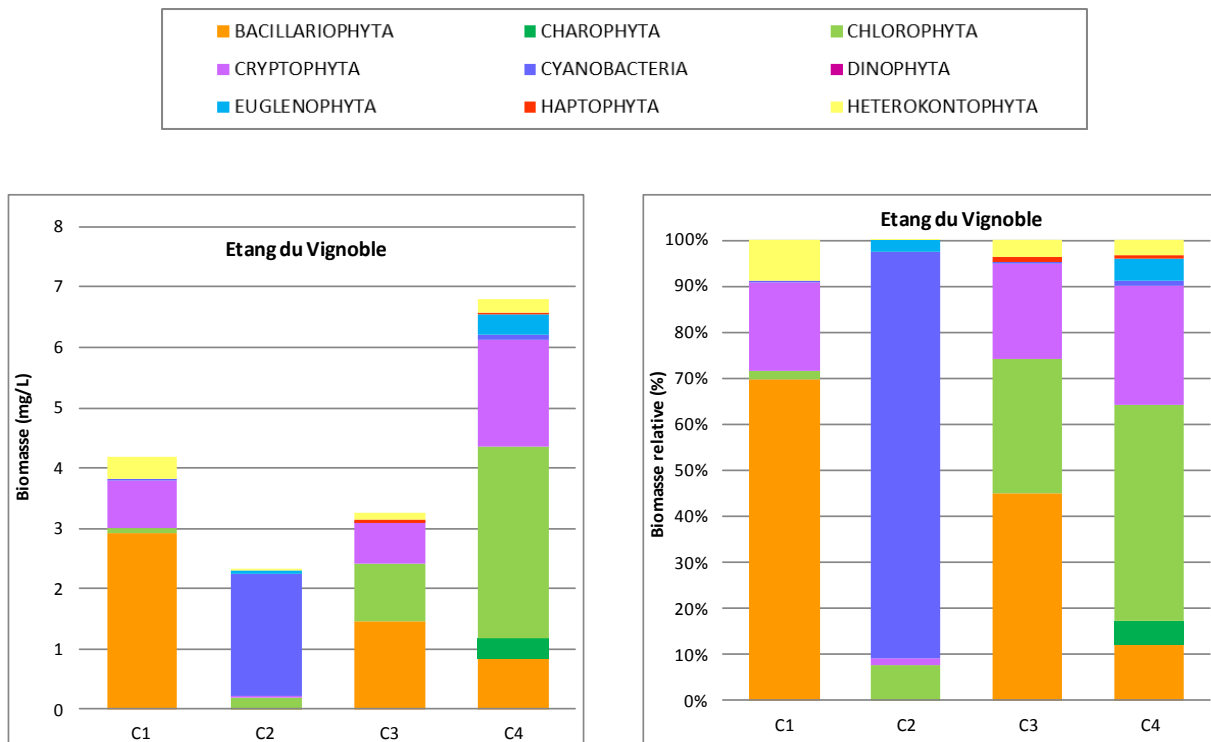


Figure 9 : Biomasse algale en mg/l et en abondance de la biomasse totale – FRAL03

Avec 37 taxons en moyenne, la richesse taxonomique de l'étang du Vignoble est modérée. Un maximum de 62 taxons est observé septembre. Les Chlorophytes sont les plus diversifiées dans tous les prélèvements avec jusqu'à 38 taxons de ce groupe recensés en automne. Globalement, le cortège d'espèces recensées est inféodé à des milieux plutôt riches en nutriments.

Les concentrations cellulaires sont modérées ; elles oscillent entre 18 884 cell./ml, en hiver et 57 908 cell./ml, en automne. Les pics de croissance observés sont liés au développement de cyanobactéries : *Aphanizomenon yezoense*, en mai, et *Merismopedia tenuissima* en septembre. Même si parmi les cyanobactéries observées, plusieurs taxons sont toxigènes, leur effectifs demeurent limités ; ils ne dépassent pas le seuil interdisant la baignade dans le cadre de la veille sanitaire (note d'information ministérielle du 23 mai 2014).

La biomasse totale est relativement faible ; elle oscille entre 2,3 mg/l au printemps et 6,8 mg/l en automne. Les diatomées centriques dominent la biomasse en hiver (*Stephanodiscus hantzschii*) et en été (*Discostella pseudostelligera*). En mai, *Aphanizomenon yezoense*, contribue, à elle seule, à 33% de la biomasse totale. En automne, en revanche les Chlorophytes sont représentés par des espèces coloniales (*Pediastrum spp.*, *Crucigenia tetrapedia*, *Tetrastrum komarekii*...); elles constituent 47% de la biomasse totale. Quelques individus de grande taille, appartenant au genre *Cryptomonas*, représentent 19% de la biomasse contre 1,3%, seulement, des effectifs cellulaires.

L'IPLAC met en évidence une **bonne qualité** pour l'étang du Vignoble (IPLAC : 0,700). La MBA et la MCS sont bonnes. La métrique « Composition Spécifique » ne peut pas être considérée comme robuste car, au printemps, moins de 25% du biovolume contribue à la note, L'IPLAC pourrait ainsi surestimer la qualité de ce milieu.

Ceci dit, l'I_{PL} de 27 confère également une **bonne qualité** à ce plan d'eau. Il peut être considéré comme **mésotrophe**. La concentration moyenne estivale en chlorophylle *a* (10,0 µg/l) témoigne d'une bonne qualité de l'eau, d'après l'arrêté du 25 janvier 2010.

La vitalité du phytoplancton est inférieure à 1, pour 3 campagnes sur 4, témoignant d'une charge importante de matière organique morte. La vitalité est maximale au printemps (3,5).

3.4 Etang d'Ardres (FRAL04)

Tableau 7 : Récapitulatif des données algales - FRAL04

Plan d'eau		Etang d'Ardres			
		FRAL04			
Date de prélèvements		16/03/16	27/05/16	27/07/16	22/09/16
Concentrations cellulaires (cellules/ml)		101 958,5	101 242,4	231 278,8	614 516,1
Biomasse (mg/l)		7,6	18,1	21,3	31,4
Richesse taxonomique (nb taxon/récolte)		46	76	76	32
Espèce dominante	en cellules abondance relative (%)	<i>Limnothrix redekei</i> 48,7	<i>Aphanocapsa holsatica</i> 14,3	<i>Aphanocapsa holsatica</i> 14,5	<i>Planktothrix suspensa</i> 43,8
	en biovolume biovolume relatif (%)	<i>Limnothrix redekei</i> 17,7	<i>Closterium</i> 21,7	<i>Cosmarium humile</i> 14,4	<i>Planktothrix suspensa</i> 59,9
IPLAC			0,482		
IPL			56		
[Chlorophylle a] (µg/l)		15	16	48	45
[Phéopigments] (µg/l)		5	5	45	36

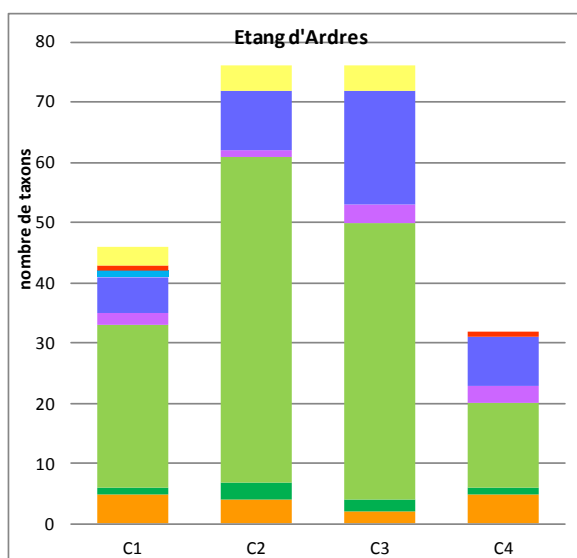
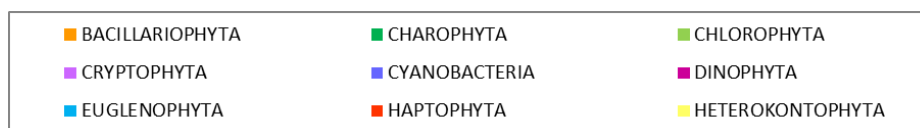


Figure 10 : Répartition du nombre de taxons recensés – FRAL04

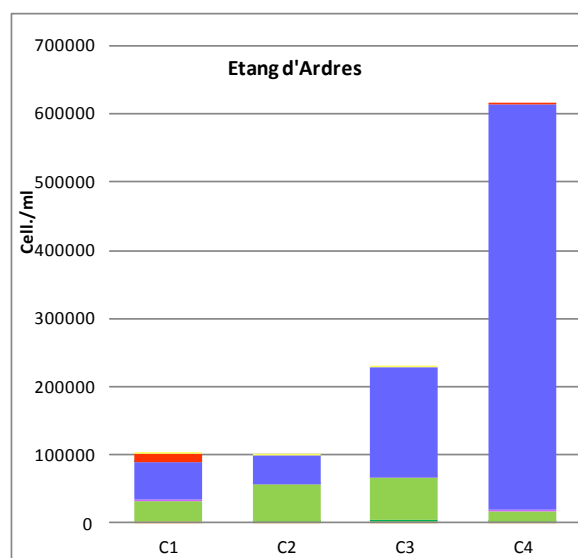


Figure 11 : Evolution de la densité cellulaire des différents embranchements – FRAL04

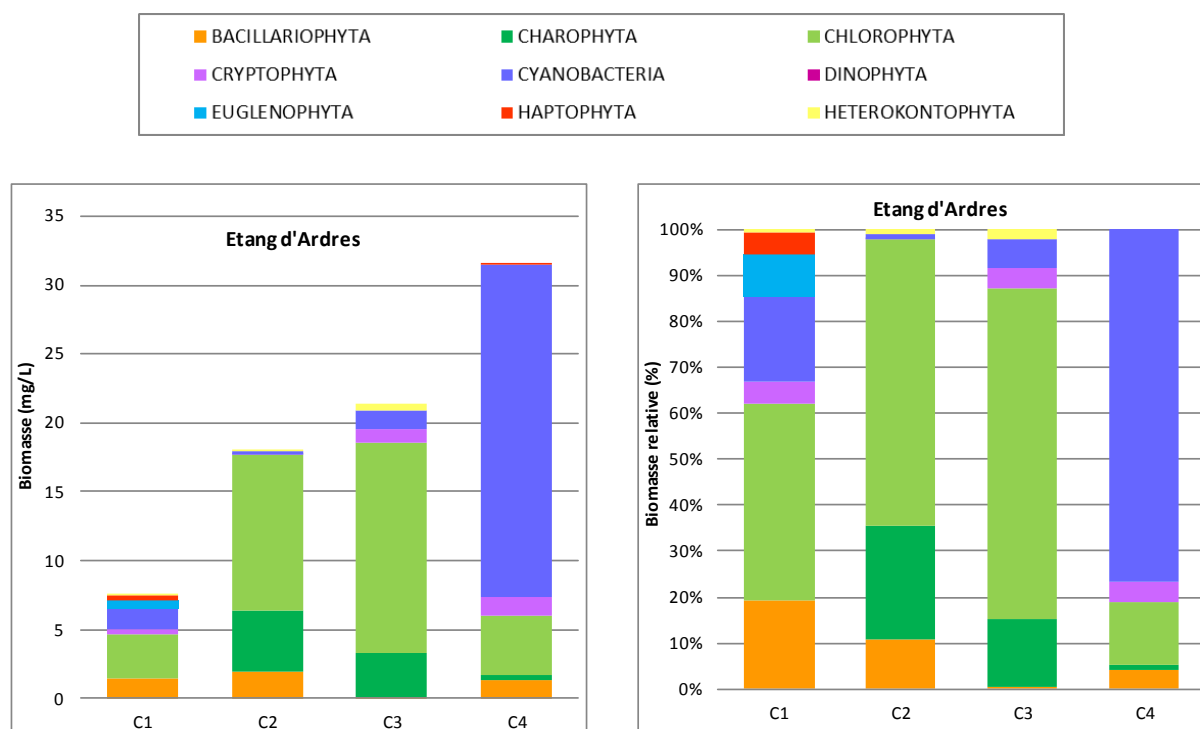


Figure 12 : Biomasse algale en mg/l et en abondance de la biomasse totale – FRAL04

Avec une moyenne sur l'année de 58 taxons, la richesse taxonomique de l'étang d'Ardres est relativement élevée. Elle varie de 32 taxons en automne à un maximum de 76 taxons au printemps et en été. Les Chlorophytes sont les plus diversifiées sur l'ensemble du suivi (54 taxons répertoriés au printemps).

Les concentrations cellulaires sont importantes (entre 101 242 cell./ml en mai et 614 516 cell./ml en septembre). Ces forts effectifs sont principalement dus à la présence des cyanobactéries filamenteuses (*Limnothrix redekei*, en hiver, *Planktothrix suspensa*, en automne) et coloniales (*Aphanocapsa holsatica*, au printemps et en été)

Lors de la dernière campagne, la concentration cellulaire en cyanobactéries toxigènes (*Planktothrix suspensa*, *Pseudanabaena limnetica*, *Aphanizomenon yezoense*, *Cuspidothrix issatschenkoi*...) dépasse le seuil sanitaire de 50 000 cell./ml fixé par la DGS interdisant la baignade.

La biomasse totale oscille entre 7,6 mg/l, en hiver et 31,4 mg/l, en automne. En termes de biomasse, les Chlorophytes dominent sur les 3 premiers relevés. En automne, en revanche, Les cyanobactéries dominent largement ; *Planktothrix suspensa*, contribue à elle seule à 60% de la biomasse totale. L'importance des Charophytes est à souligner au printemps et en été. Globalement, ce groupe algal est constitué de « taxons nobles » (Desmidiées appartenant aux genres *Closterium*, *Cosmarium* ...) ; il constitue 15 à 25% de la biomasse totale sur ces 2 campagnes.

Selon l'arrêté du 27 juillet 2015, l'IPLAC indique que l'étang d'Ardres possède des eaux de **qualité moyenne** (IPLAC : 0,482). La MBA est passable en raison des teneurs élevées en chlorophylle *a* en été et en automne ($\geq 45 \mu\text{g/l}$). La MCS est moyenne. Cette métrique ne peut pas être considérée comme robuste lors de la campagne d'automne en raison du faible taux de biovolume contributif (<20%).

La valeur 56 de l'IPL suggère également une eau de **moyenne** qualité ; l'étang d'Ardres peut être considéré comme **eutrophe**.

Au regard de la concentration moyenne estivale en chlorophylle *a* (36,3 $\mu\text{g/l}$), la qualité de l'eau de l'étang d'Ardres peut être considérée comme **médiocre**.

Sur les 4 campagnes, la vitalité est bonne (>1), témoignant de conditions optimales pour le développement du phytoplancton .

3.5 Lac de Val Joly (FRB2L05)

Tableau 8 : Récapitulatif des données algales – FRB2L05

Plan d'eau		Lac de Val Joly			
		FRB2L05			
Date de prélèvements		15/03/16	26/05/16	26/07/16	21/09/16
Concentrations cellulaires (cellules/ml)		738,2	1 005,8	24 294,4	57 997,3
Biomasse (mg/l)		0,1	0,7	3,3	9,5
Richesse taxonomique (nb taxon/récolte)		44	14	77	57
Espèce dominante	en cellules abondance relative (%)	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> 19,7	<i>Plagioselmis nannoplantica</i> 40,6	<i>Cyanogranis ferruginea</i> 14,7	<i>Aphanizomenon yezoense</i> 83,5
	en biovolume biovolume relatif (%)	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> 27,4	<i>Cryptomonas</i> 47,8	<i>Ceratium hirundinella</i> 20,6	<i>Ceratium hirundinella</i> 37,6
IPLAC			0,704		
IPL			40		
[Chlorophylle a] (µg/l)		4	1	6	26
[Phéopigments] (µg/l)		6	1	9	34

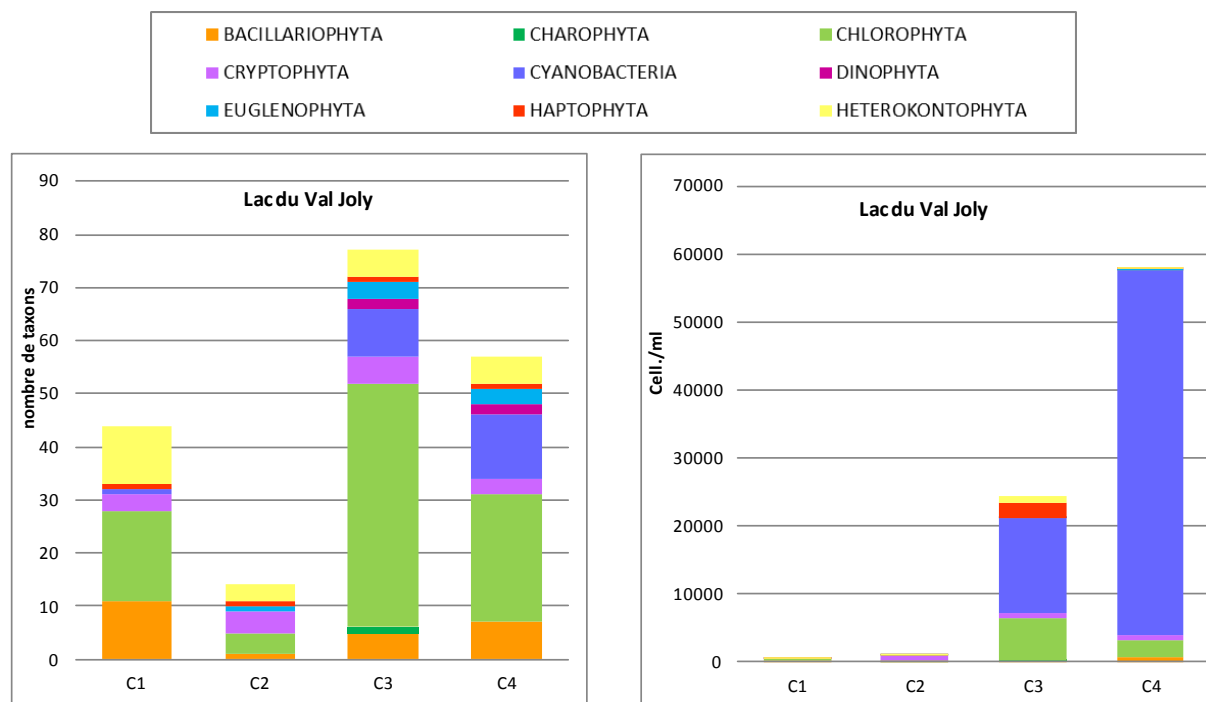


Figure 13 : Répartition du nombre de taxons recensés – FRB2L05

Figure 14 : Evolution de la densité cellulaire des différents embranchements – FRB2L05

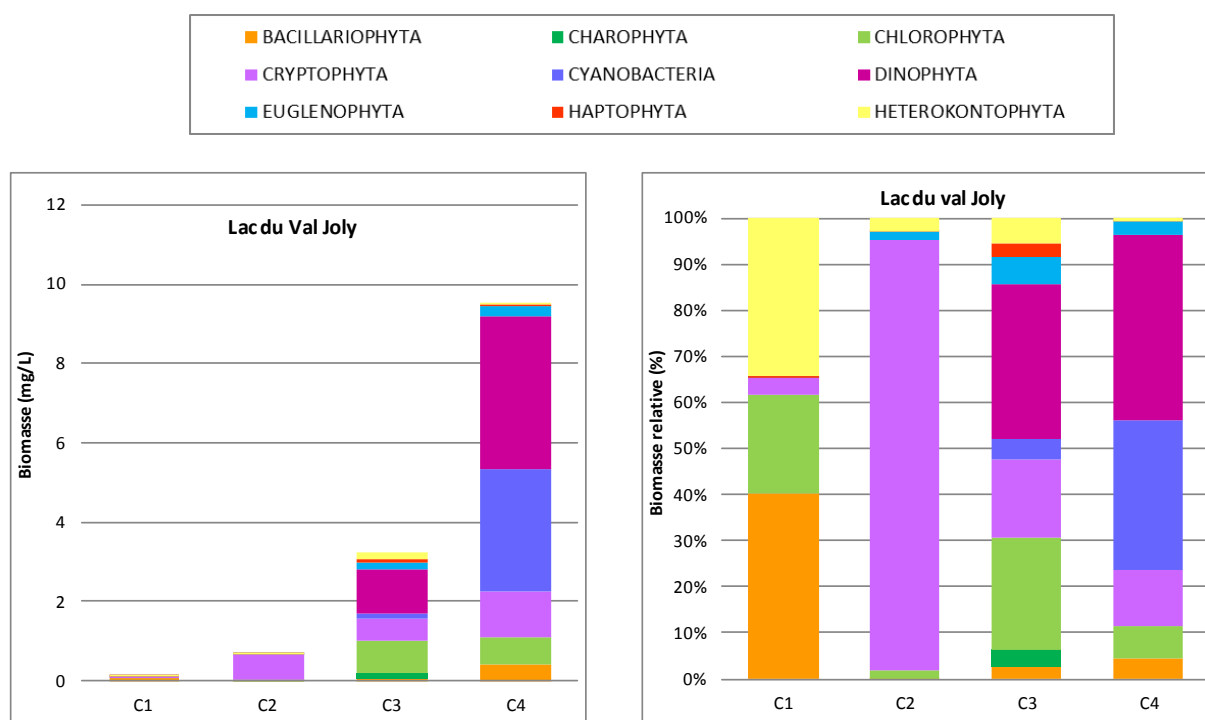


Figure 15 : Biomasse algale en mg/l et en abondance de la biomasse totale – FRB2L05

Le lac de Val Joly possède une richesse taxonomique modérée à forte, avec un minimum de 14 taxons au printemps et un maximum de 77 taxons en été. Les Chlorophytes sont les plus diversifiées tout au long du suivi ; 48 taxons appartenant à ce groupe ont été recensés en été.

Les concentrations cellulaires sont très faibles en hiver (738 cell./ml) et atteignent un maximum de 57 997 cell./ml en septembre. Les cyanobactéries *Cyanogranis ferruginea* et *Aphanizomenon yezoense* (toxigènes) dominent les effectifs en été et en automne. Le seuil des 20 000 cellules toxigènes par ml est d'ailleurs atteint ; Ce seuil déclenche la recherche de toxines mais n'interdit pas la baignade.

La biomasse totale est relativement faible ; elle oscille entre 0,1 mg/l en hiver et 9,5 mg/l en automne. En hiver, le peuplement révèle des biomasses plutôt équilibrées où les diatomées, les Chlorophytes et les Hétérokontophytes sont équitablement représentées. Au printemps, en revanche, les Cryptophytes (*Cryptomonas* spp.) contribuent à 93,5% de la biomasse. En été et en automne, quelques individus de grande taille de *Ceratium hirundinella* (Dinophytes) constituent plus de 20% de la biomasse contre moins de 1% des effectifs totaux. En septembre, *Aphanizomenon yezoense* contribue, à elle seule, à 25% de la biomasse.

L'IPLAC indique que le plan d'eau du Val Joly possède des eaux de **bonne qualité** (IPLAC : 0,704). La MBA est moyenne. La teneur relativement élevée en chlorophylle *a* (26 µg/l) est à souligner en automne ; elle constitue un paramètre déclassant. La MCS est bonne ; cependant cette métrique ne peut pas être considérée comme robuste lors de la campagne printanière en raison du faible taux de biovolume contributif (<25%). L'IPLAC pourrait ainsi surestimer la qualité de ce milieu.

L'IPL est plus sévère que l'IPLAC. La composition du peuplement et la valeur 40 de l'Indice Planctonique met en évidence que le lac de Val Joly possède des eaux de **qualité moyenne** et pourrait être considéré comme un milieu **mésotrophe**.

La qualité de l'eau du Val Joly est **moyenne**, d'après la valeur moyenne estivale de concentration en chlorophylle *a* (11 µg/l).

Les données concernant la vitalité du peuplement sont inférieures à ,1 hormis au printemps, indiquant que les conditions ne sont pas optimales pour le développement du phytoplancton.

4. CONCLUSION

Cinq plans d'eau répartis sur le bassin Artois-Picardie ont fait l'objet d'un suivi entre mars et septembre 2016. Le phytoplancton a été identifié et dénombré afin de faire ressortir les caractéristiques de ces plans d'eau. L'indice planctonique lacustre (IPLAC) et L'indice planctonique (IPL) ont été calculés, pour chaque plan d'eau, sur la base de trois campagnes (mai, juillet, septembre) afin de déterminer les classes de qualité des eaux associées. La chlorophylle *a* et les phéopigments ont aussi été dosés pour estimer la vitalité du peuplement phytoplanctonique.

Nous retiendrons de cette étude :

- ✓ Une **richesse taxonomique** (nombre de taxons par récolte) **moyenne à élevée**, reflétant globalement des peuplements algaux équilibrés. Pour les 4 campagnes de prélèvements 2016 confondues, la Mare à Goriaux est le plan d'eau le moins diversifié (34 taxons par récolte en moyenne), alors que l'étang de Romelaere présente le plus grand nombre de taxons (66 taxons par récolte, en moyenne). Ceci étant, c'est la Val Joly qui présente la plus forte richesse taxonomique, avec 77 taxons recensés en été.
- ✓ Les **concentrations cellulaires** sont relativement élevées sur l'ensemble des plans d'eau exceptée sur la Mare à Goriaux où moins de 9 000 cell./ml ont été estimées. Les effectifs cellulaires sont élevés sur l'étang d'Ardres, avec plus de 600 000 cell./ml, en automne.
- ✓ De nombreuses **cyanobactéries** ont été observées dans les différents plans d'eau, dont certaines sont potentiellement toxiques. Sur au moins un des quatre relevés 2016, l'Etang du Romelaere, l'Etang d'Ardres et le Val Joly dépassent le seuil des 50 000 cellules toxigènes par ml interdisant la baignade. Les taxons concernés sur l'Etang du Romelaere sont *Anabaena*, *Aphanizomenon yezoense*, *Coelosphaerium kuetzingianum*, *Cuspidothrix issatschenkoi*, *Cyanogranis ferruginea*, *Dolichospermum*, *Microcystis*, *Planktothrix suspensa*, *Pseudanabaena*. L'Etang d'Ardres est concerné par les taxons suivants : *Aphanizomenon yezoense*, *Cuspidothrix issatschenkoi*, *Planktothrix suspensa*, *Microcystis*, *Pseudanabaena limnetica*. Sur le Val Joly, ont été observés *Aphanizomenon yezoense*, *Cyanogranis ferruginea*, *Dolichospermum spp.*, *Woronichinia naegeliana*. L'étang du Vignoble dépasse les 20 000 cellules toxigènes par millilitre (en mai, avec *Aphanizomenon yezoense*) imposant théoriquement la recherche de toxines.
- ✓ Sur la base de la teneur en chlorophylle *a* et de la composition spécifique du peuplement, les valeurs d'IPLAC de 2016 donnent les résultats suivants :
 - la **Mare à Goriaux** et **l'Etang du Vignoble** peuvent être considérés en **bonne qualité** en raison des faibles teneurs en chlorophylle *a*. L'I_{PL} donne des résultats similaires ;
 - Le lac de **Val Joly** est en **bonne** qualité sur la base de l'IPLAC. L'I_{PL} donne un résultat plus sévère (qualité moyenne) car il ne prend pas en compte la biomasse totale ;
 - les étangs **d'Ardres** et de **Romelaere** sont de **moyenne** qualité (IPLAC et IPL donnent des conclusions similaires). Sur l'étang d'Ardres, le peuplement est largement dominé par les cyanobactéries tout au long de l'année. Les teneurs élevées en chlorophylle *a* enregistrées sur Romelaere, expliquent ce classement ;
- ✓ Les classes de qualité basée sur la concentration en chlorophylle *a* (arrêté du 25 janvier 2010) diffèrent de celles obtenues avec le calcul de l'IPLAC : elles sont plus sévères (d'une à 2 classes) pour les plans d'eau d'Ardres, de Romelaere et de Val Joly. La Mare à Goriaux apparait, en revanche, en très bonne qualité (donc moins sévère, d'une classe, que l'IPLAC). Seul l'étang du Vignoble obtient la même classe de qualité qu'avec l'IPLAC.

5. ANNEXES

Annexe 1 – Listes taxonomiques

Annexe 2 – Concentrations cellulaires (cell./ml)

Annexe 3 – Biomasses (mg/l)

Annexe 4 - Coefficients attribués aux groupes repères (Q_i), abondance relative, classes d'abondance relative (A_j) du phytoplancton et IPL calculé pour chaque plan d'eau, en 2016

Annexe 5 - Détails du calcul de l'IPLAC

Annexe 6 – Limites de classe par plan d'eau pour le paramètre moyenne estivale de la concentration en chlorophylle a

Annexe 7 - Rapports CARSO – données chlorophylle a & phéopigments