



HAL
open science

L'Indice Phytoplantonique Lacustre IPLAC : rapport d'avancements 2009

M. Menay, K. Ancrenaz, Christophe Laplace-Treyture, Alain Dutartre

► **To cite this version:**

M. Menay, K. Ancrenaz, Christophe Laplace-Treyture, Alain Dutartre. L'Indice Phytoplantonique Lacustre IPLAC : rapport d'avancements 2009. [Rapport Technique] irstea. 2010, pp.43. hal-02595298

HAL Id: hal-02595298

<https://hal.inrae.fr/hal-02595298>

Submitted on 15 May 2020

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

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

Convention de partenariat ONEMA-Cemagref 2009

Domaine : Qualité des masses d'eau (Plans d'eau)

Action n°15

L'Indice Phytoplanktonique Lacustre IPLAC

- Rapport d'avancements 2009 -

Auteurs : Maud Menay,
Karine Ancrenaz,
Christophe Laplace-Treyture,
Alain Dutartre

*Unité de Recherche Réseau, Epuration et
Qualité des Eaux*

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

Janvier 2010

Contexte de programmation et de réalisation

Dans le domaine « Qualité des masses d'eau (Plans d'eau) », la mission affectée au Cemagref est de développer des connaissances, pour proposer des outils et des méthodes améliorant la gestion des milieux aquatiques.

L'action 15 concerne plus particulièrement le développement de bio-indicateurs de la qualité des eaux, par compartiment biologique (Macrophytes, Phytoplancton, etc.).

La mise en place de l'indice phytoplanctonique pour plans d'eau fait ainsi parti des livrables attendus.

Les auteurs

Maud MENAY

Ingénieur d'études ~ Unité REBX

maud.menay@cemagref.fr

Cemagref Bordeaux (33)

Christophe LAPLACE-TREYTURE

Hydrobiologiste ~ Unité REBX

christophe.laplace-treuture@cemagref.fr

Cemagref Bordeaux (33)

Karine ANCRENAZ

Ingénieur d'études ~ Unité REBX

karine.ancrenaz@cemagref.fr

Cemagref Bordeaux (33)

Alain DUTARTRE

Hydrobiologiste ~ Unité REBX

alain.dutartre@bordeaux.cemagref.fr

Cemagref Bordeaux (33)

Les correspondants

Onema : Yorick, REYJOL, *Direction de l'action scientifique et technique - Chargé de Mission Bioindication, Ph.D.* yorick.reyjol@onema.fr

Cemagref : Christine, ARGILLIER, christine.argillier@cemagref.fr

Référence du document :

Menay M., Ancrenaz K., Laplace-Treuture C., Dutartre A., 2010. « L'Indice Phytoplanctonique Lacustre IPLAC – Rapport d'avancements 2009 ». Cemagref, Groupement de Bordeaux, Unité de Recherche Réseaux, Epuration et Qualité des Eaux. Rapport, 43 p.

Informations générales

Droits d'usage :	<i>accès libre</i>
Couverture géographique :	<i>France</i>
Niveau géographique :	<i>National</i>
Niveau de lecture :	<i>Professionnels, experts</i>
Nature de la ressource :	<i>Document – rapport d'activité</i>

Résumé

Résumé

L'indice phytoplanctonique lacustre (IPLAC) est l'outil développé pour apporter une évaluation de la qualité des plans d'eau français en fonction des communautés phytoplanctoniques inventoriées.

Ce rapport traite des avancées de l'année échue (2009) dans cette mise en place d'un bio-indicateur.

Un travail de collecte d'informations, et de gestion de base de données était nécessaire en premier lieu.

Les tests statistiques d'élaboration de l'indice s'appuient sur cette information disponible.

Pour l'heure, l'indice est l'imbrication de trois métriques (MBA, MGA, MCS). La réponse actuelle de ces métriques, peu robuste, justifie quelques derniers ajustements pour le premier trimestre 2010.

Mots clés

IPLAC, phytoplancton, bio-indicateur, métriques, statistiques, plans d'eau

SOMMAIRE

<i>~ Liste des figures ~</i>	5
INTRODUCTION	7
1. Base DCE « Plans d'Eau »	8
1.1 Etat initial du jeu de données	9
1.2 Données utilisées pour l'indice	10
1.3 Difficultés inhérentes aux données	12
2. Démarche de construction de l'indice	15
2.1 Fondamentaux de l'IPLAC	16
2.2 Etapes de développement de l'IPLAC : Planning effectif	17
3. Quelques rappels sur la constitution de l'IPLAC	18
4. Applications des métriques : les tests effectués	21
4.1 Détails du déroulement de la construction de l'indice	22
4.2 Tendances actuelles des métriques : leurs réponses	29
a. MGA	29
b. MCS	31
5. Discussion / Conclusion	32
6. Perspectives	34
REFERENCES	37
ANNEXES	38 à 43

~ *Liste des figures* ~

❖ **Cartes :**

Carte n°1 : Répartition des points d'eau DCE-compatibles, présents dans la base DCE Plan d'Eau

Carte n°2 : Classement des Plans d'eau en sites Référence ou non

Carte n°3 : Répartition et classement des Plans d'Eau retenus pour le calcul de l'IPLAC

❖ **Tableaux :**

Tableau n°1 : Distribution des 148 années-lacs retenues, par Agences de l'eau (organisme préleveurs)

Tableau n°2 : Répartition par Agences des années-lacs de 2008 susceptibles d'intégrer le lot « test »

Tableau n°3 : Pourcentage de biovolumes renseignés toutes années-lacs confondues

Tableau n°4 : Définition des campagnes de prélèvement du phytoplancton

Tableau n°5 : Planning effectif 2009 des étapes de la constitution de l'IPLAC

Tableau n°6 : Tests de classifications des PE par typologies

Tableau n°7 : Répartition des plans d'eau en référence et non référence dans les différents macro-types de la typologie 3

Tableau n°8 : Attributions de cotes pour les groupes algaux repères

Tableau n°9 : Nouvelle liste des groupes algaux « repères » avec leurs cotes respectives

Tableau n°10 : Détermination de classes d'abondance à partir des biovolumes totaux

Tableau n°11 : Calendrier prévisionnel des dernières étapes de développement de l'IPLAC

❖ Graphiques :

Graphique n°1 : Comparaison des réponses de la MGA, avant (Test A) et après (Test B) ajustements et ajouts des données de 2008

Graphique n°2 : Comparaison des réponses de la MCS, avant (Test A) et après (Test B) ajustements et ajouts des données de 2008

Graphiques n°3, 4, et 5 : Représentations graphiques de tests d'ACP effectués entre le pourcentage de Cyanophycées et différents paramètres abiotiques

Graphique n°6 : Réponse du paramètre « pourcentage de Cyanophycées » sur les PE Références ou non, pour chacune des macro-typologies

Graphique n°7 : Répartition des notes de MGA des 148 années-lacs par macro-typologies, Références (1) ou Non-référence (0)

Graphique n°8 : Réponse de la MGA sur les PE Références ou non, pour chacune des macro-typologies

Graphique n°9 : Répartition des notes de MCS des 148 années-lacs par macro-typologies, Références (1) ou Non-référence (0)

Graphique n°10 : Réponse de la MCS sur les PE Références ou non, pour chacune des macro-typologies

INTRODUCTION

La qualité des eaux en Europe est un sujet important, traité notamment par la DCE (Directive Cadre européenne sur l'Eau). Pour évaluer l'état écologique des plans d'eau européens, chaque pays a été sollicité pour le développement d'indices biologiques.

Un des éléments biologiques retenus pour cette évaluation d'état est le phytoplancton et le présent rapport traite des travaux réalisés en 2009 sur cet élément. Un premier rapport d'activité (*Ancrenaz et al.*, 2009) avait présenté l'élaboration de l'Indice Phytoplanctonique attendu : l'IPLAC. Les travaux reposaient alors essentiellement sur des pistes et réflexions à développer, et sur la construction première de l'indice et des métriques le composant.

Pour 2009, plusieurs de ces réflexions ont conduit à des tests de métriques, certains plus concluants que d'autres, mais contribuant tous à l'amélioration de l'indice.

Dans le rapport qui suit, les résultats sont présentés dans leur globalité suivant le fil conducteur de la création de l'IPLAC. Ainsi sont décrites les étapes concluantes comme les essais échoués, sans omettre les différentes difficultés rencontrées indépendamment du développement propre de l'Indice.

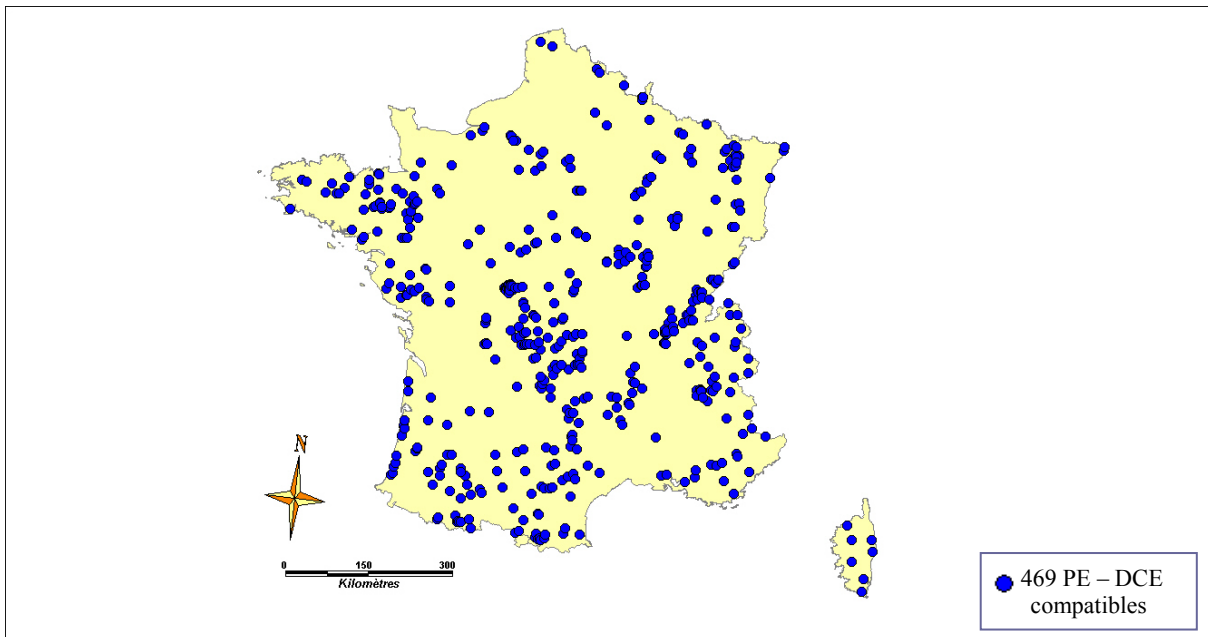
1. Base DCE « Plans d'Eau »

Dans cette partie seront évoqués l'état initial des données consultables, les problèmes inhérents à la qualité de la base de données, ainsi que le processus de sélection des données pour la construction des métriques.

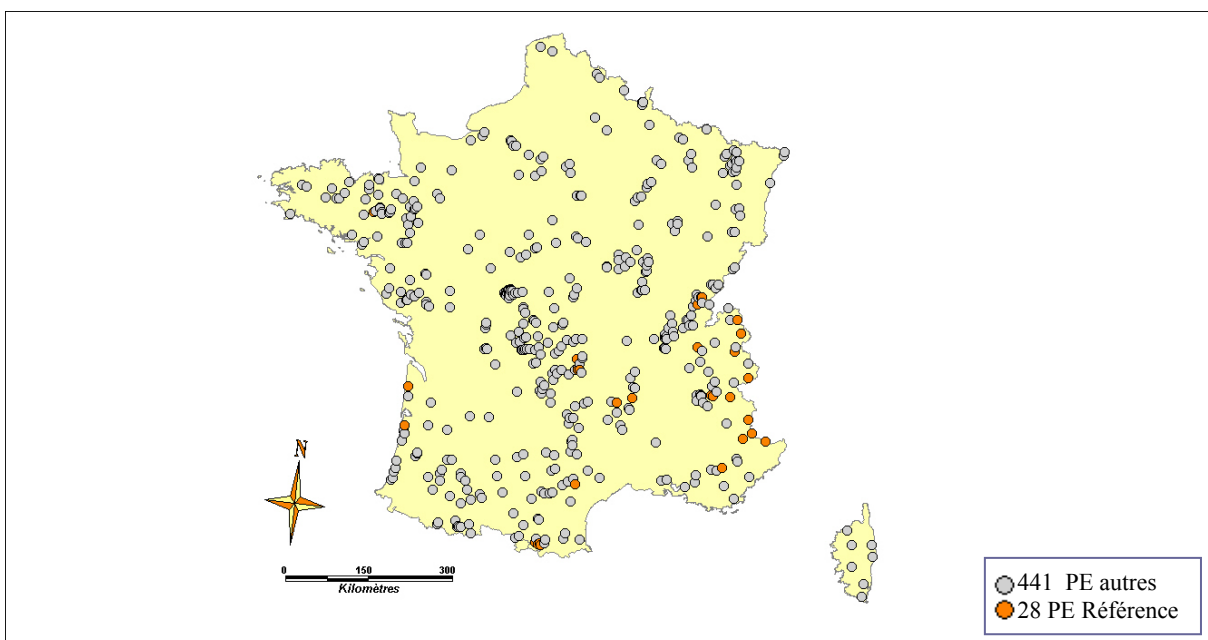
1.1 Etat initial du jeu de données

Avant d'aborder la construction et l'élaboration de l'indice en tant que tel, il est nécessaire de disposer d'un jeu de données suffisant et homogène.

Le choix des données pour appliquer des tests statistiques dans des conditions efficaces constitue la base du travail. En ce qui concerne l'IPLAC, les données sélectionnées proviennent de la Base DCE Plans d'Eau du Cemagref (centralisée à Aix-en-Provence). Les informations des relevés, pour être utilisables, doivent répondre aux critères du protocole d'échantillonnage du phytoplancton (*Laplace-Treytore et al., 2009*) qui est disponible pour les opérateurs de terrain. La Base DCE comporte **469** Plans d'Eau (PE) « DCE-compatibles » dont **28** sont notés « Sites de référence » (cf. Carte n°1 et Carte n°2).



Carte n°1 : Répartition des points d'eau DCE-compatibles, présents dans la base DCE Plan d'Eau



Carte n°2 : Classement des Plans d'eau en sites Référence ou non

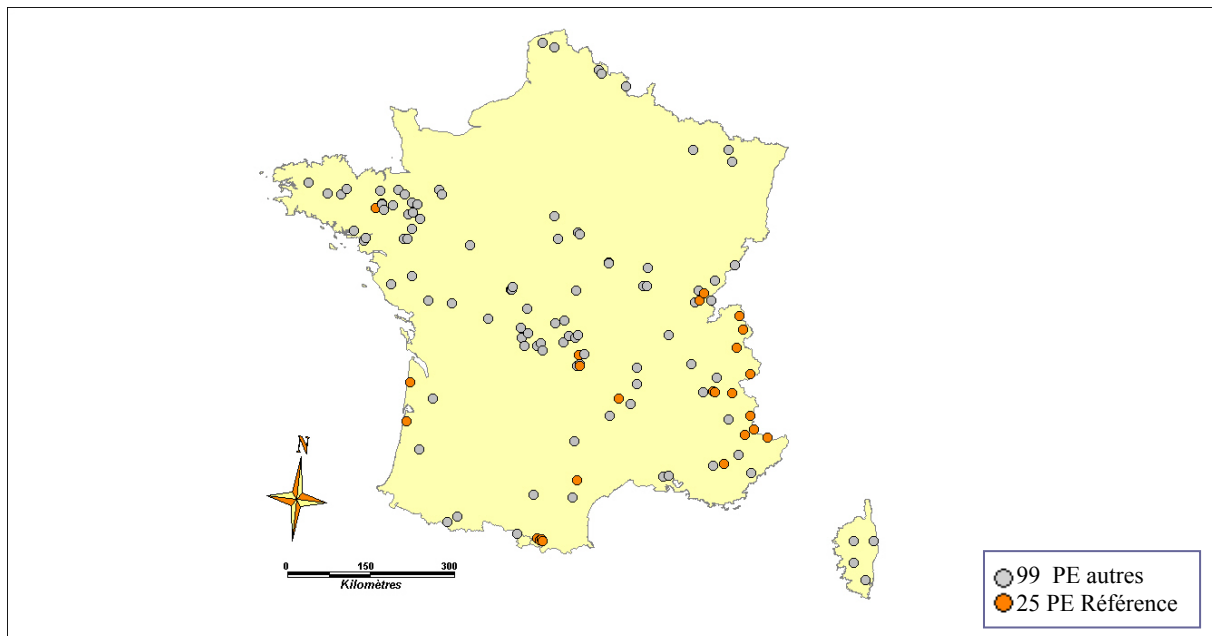
1.2 Données utilisées pour l'indice

Parmi ces **469** plans d'eau DCE-compatibles, ne sont retenus que ceux possédant des informations de relevés physico-chimiques et phytoplanctoniques aux mêmes dates.

S'ensuit une sélection minutieuse de chaque critère nécessaire au calcul de l'indice : aussi bien la seule présence de l'information, que son contenu propre, ou de l'unité dans laquelle est exprimé la mesure (cf. Annexe 1). Cela concerne par exemple les informations suivantes :

- Phosphore Total
- Azote Total
- Biovolume Total

Ainsi, les plans d'eau retenus après sélection ne sont plus qu'au nombre de **124** (cf. Carte n°3).



Carte n°3 : Répartition et classement des Plans d'Eau retenus pour le calcul de l'PLAC

Certains lacs ont été échantillonnés sur plusieurs années, et toutes ces informations sont utiles. Un lac prélevé en 2005 puis 2007 apportera 2 lots d'informations différents : on parle ainsi « d'année-lac ».

Les années-lacs utilisées ne se répartissent pas équitablement entre les différents organismes préleveurs (cf. Tableau n° 1). Cela est dû à plusieurs facteurs tels que date à laquelle l'organisme a réellement appliqué le protocole DCE, respect de celui-ci dans son intégralité, nombre de plans d'eau inventoriés, etc.

Agence	ANNEE	Total lacs utilisables / an
AG	2006	1
	2007	10
AP	2007	5
	2008	5
LB	2005	23
	2006	29
	2007	19
RM	2007	3
RMC	2005	5
	2006	8
	2007	25
	2008	15

AG : Adour-Garonne
AP : Artois-Picardie
LB : Loire-Bretagne
RM : Rhin-Meuse
RMC : Rhône-Méditerranée-Corse

Tableau n°1 : Distribution des 148 années-lacs retenues, par Agences de l'eau (organismes préleveurs)

Les années-lacs qui ont été retenues vont de 2005 (date de début d'application du protocole) à 2008. Notons que les données acquises sur le terrain en 2008 n'ont pu être intégrées au lot « test » qu'en Octobre 2009, suite à leur bancarisation durant l'été. Ainsi elles ne figurent pas toutes dans les essais présentés dans la suite du rapport. Le nombre d'années-lacs en 2008 à ajouter au lot « test » est notable et ces données devraient être de bonne qualité, avec une assez grande homogénéité des renseignements visibles dès la bancarisation (meilleure application du protocole dans les processus d'échantillonnage, unités employées, etc.). 72 années-lacs sont ainsi attendues (cf. Tableau n°2).

Agences	Années-lacs 2008
LB	36
AP	5
Cemagref	4
AG	11
RMC	16
Total	72

Tableau n°2 : Répartition par Agences des années-lacs de 2008 susceptibles d'intégrer le lot « test »

1.3 Difficultés inhérentes aux données

Les opérateurs de terrain sont multiples (différents bureaux d'étude), et les structures collectrices nombreuses (Agence de l'eau et DIREN), une difficulté réside dans les processus de centralisation et de validation de ces données pour limiter les erreurs.

La nécessité d'avoir une base unique et de qualité prend toute son importance à la vue des informations brutes fournies par les organismes préleveurs et/ou collecteurs.

Ainsi, comme évoqué précédemment, le premier travail, avant même la création de l'indice, était la constitution d'un lot de données « test » fonctionnel.

Une liste non exhaustive des problèmes rencontrés dans cette phase du travail est présentée en *Annexe 2*. En voici quelques extraits :

- Données non renseignées car paramètres non mesurés (ex : mesures environnementales, physicochimie).
- Renseignements erronés (ex: Limite de détection ou de quantification, erreur d'unités, noms de taxons qui n'existe pas)
- Non respect du protocole dans sa globalité (de 3 à 6 campagnes annuelles et non 4)
- Données non fournies mais réputées disponibles (à récupérer)
- Données fournies erronées (erreur de mesure, erreur de détermination de taxons)

Le temps passé à détecter ces erreurs, récupérer la véritable information, et les rectifier est conséquent (cf. Annexe 3). Il réduit le temps consacré spécifiquement au développement de l'indice, ou du moins retarde considérablement les avancées et perspectives originellement planifiées.

Pour résumer, même si la situation dans ce domaine semble s'améliorer progressivement, ces difficultés subsistent et engendrent encore une inertie notable, souvent fortement sous-évaluée.

Pour accélérer cette tendance à l'amélioration, il est envisageable de produire des éléments de rédaction pouvant compléter les cahiers des charges des opérations de terrain et de fournir aux opérateurs un fichier type des données attendues.

Dans ce qui suit, deux exemples concrets portant sur les causes de réduction du nombre de données retenues pour les tests sont présentés.

Exemple 1 : Paramètre « seuil » pour le Phosphore Total - Renseignements erronés

148 années-lacs sont retenues pour les calculs, avec au total **575 campagnes** de prélèvements : 575 données de Phosphore Total (« Ph.Tot ») devraient donc être disponibles.

Or 168 champs de Ph.Tot sont vides, **soit 29 %** non renseignés
407 données de Ph.Tot sont présentes, **soit 71 % de données disponibles**.

Des difficultés complémentaires subsistent pour ces données. Tout d'abord, **20%** des données renseignées ont des valeurs inférieures au seuil de quantification. Ces valeurs sont donc par définition très peu fiables puisque c'est au dessus du seuil de quantification qu'un paramètre peut être mesuré et donc présenter une valeur chiffrée. Les valeurs en dessous du seuil ne sont pas suffisamment fiables analytiquement pour être retenues.

Par ailleurs, certaines valeurs fournies ne semblent pas correspondre à l'information attendue : en effet, égales au seuil de quantification, elles pourraient avoir été renseignées par défaut avec cette valeur de seuil et non avec la mesure elle-même. Il se pourrait que dans certains cas, en absence de mesure effective, la valeur de seuil ait été copiée à la place, dans le champ « résultat ». **10%** des données renseignées ont donc été considérées comme difficilement exploitables à cause de ce risque d'erreur. Enfin certains seuils analytiques sont trop élevés (0,05 ou 0,02 mg/l de P) pour permettre une construction d'indice basé sur des sites de références non ou peu impactés et présentant des teneurs en phosphore total souvent inférieures à 0,02 mg/l.

Exemple 2 : Champs « Biovolume » non renseignés - Informations manquantes

Les biovolumes des taxons dénombrés par échantillon restent l'information la moins souvent renseignée dans les données reçues. Dans de nombreux cas, il ne s'agit pas d'un oubli de mesure et le laboratoire d'analyse possède cette information. Il devient donc nécessaire de prendre contact avec les opérateurs pour récupérer cette information.

Malgré tout, les données manquantes de biovolumes restent en nombre notable et ce manque d'information élimine nécessairement les années-lacs correspondantes (cf. Tableau n°3) du traitement des données.

<i>Biovolume unitaire</i>	<i>Biovolume Total</i>
93,54 %	19,15 %

Tableau n°3 : Pourcentage de biovolumes renseignés toutes années-lacs confondues

Rappelons que le biovolume unitaire est l'information demandée aux laboratoires préleveurs. Le taux présenté dans le tableau 3 correspond au pourcentage de l'information présente dans les données sélectionnées. Ce chiffre (93,54 %) peut sembler convenable, mais en réalité ce taux est dû aux nombreux calculs de biovolumes standard réalisé en interne au Cemagref grâce à la Liste Phytoplantonique mise à disposition par l'outil de comptage

« PHYTOBS » récemment développé. Le pourcentage de biovolumes unitaires effectivement renseignés par les opérateurs est inférieur à **50%**.

Ce manque d'information est plus évident à l'examen du taux de champs de biovolumes totaux renseignés. A peine **20%** de l'information est présente. Puisqu'il s'agit d'une mesure calculée, une absence d'information provient généralement du manque de calcul par l'opérateur du biovolume unitaire de chaque espèce déterminée.

Ces deux exemples sont des difficultés régulièrement rencontrées. Elles réduisent fortement le nombre de données utilisables pour les tests statistiques et augmentent notablement le temps de mise en forme du corpus de données faisant l'objet de ces tests.

2. Démarche de construction de l'indice

Rappel sur le processus d'élaboration des métriques : pistes et cheminements des réflexions autour de l'Indice Phytoplanktonique Lacustre (IPLAC).

2.1 Fondamentaux de l'IPLAC

Le précédent rapport (*Ancrenaz et al.*, 2009) détaillait l'origine de l'IPLAC et présentait des éléments de construction.

Pour rappel :

L'IPLAC a été développé à partir de l'Indice Planctonique (*Barbe et al.*, 2003). Cet indice permettait l'évaluation de l'état trophique des plans d'eau, essentiellement à partir des classes d'abondances des principaux groupes algaux phytoplanctoniques, pour lesquels des cotes avaient été attribuées selon leur sensibilité à la trophie.

L'IPLAC est très largement basé sur la biomasse du phytoplancton (abondance absolue et relative calculées à partir des biovolumes spécifiques).

Il correspond à l'association de 3 métriques :

- MBA : Métrique de Biomasse Algale totale (Chlorophylle-a).
- MGA : Métrique des Groupes Algaux repères (dérivée de l'ancien IPL)
- MCS : Métrique de Composition Spécifique (cote sur environ **300 taxons**)

Les premières versions de cet indice s'appuyaient sur la moyenne pondérée des métriques sur 4 campagnes annuelles définies dans le tableau 4. Mais suite à différents tests, la campagne d'hiver a été volontairement retirée des calculs ultérieurs, notamment à cause du nombre important de données manquantes, et seules les trois saisons dites estivales (Printemps / Été / Automne). ont été prises en compte dans les traitements de données suivants.

Définition de la période	Saison	Période de prélèvement
<i>Période de mélange hivernal (isothermie)</i>	<i>Hiver</i>	<i>Février – mars</i>
Période de la mise en place de la stratification	Printemps	Mai – Juin
Période de stratification thermique maximale (si existante)	Été	Juillet - Août
Refroidissement des eaux de surface	Automne	Septembre – Octobre

Tableau n°4 : Définition des campagnes de prélèvement du phytoplancton

Conformément aux prescriptions de la DCE, les résultats de l'IPLAC sont exprimés de deux manières différentes :

- Une note sur 20
- Et le Ratio de Qualité Ecologique ou EQR (variant de 0 à 1)

Le jeu de données « test », constitué à partir d'informations présentes dans la base de données centralisée DCE, sert de base pour élaborer les métriques.

Comme explicité dans la partie précédente, en amont de la construction de ces métriques, un travail conséquent de sélection et d'harmonisation des données servant aux tests est indispensable.

Une vérification de la cohérence des valeurs de certaines données est également obligatoire pour pouvoir utiliser ces informations par la suite (ex : Mesures physico-chimiques - valeurs de Phosphore Total prélevé). Comme nous l'avons déjà signalé, ces vérifications et ces tris ont conduit à une réduction importante du nombre de données effectivement disponibles.

2.2 Etapes de développement de l'IPLAC : Planning effectif

Pour ce qui est du déroulement des actions dans le temps, le planning de travail prévisionnel a été sujet à des modifications en fonction des difficultés rencontrées.

Pour 2009, le tableau 5 résume les différentes phases d'élaboration de l'indice.

	Année 2009											
	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Bancarisation (données de 2007 puis 2008)	■					■						
Ecriture des scripts R		■										
Tests des différentes Métriques				■				■				
Interprétations des résultats					■		■			■		■
Réajustements des scripts						■		■		■		
Synthèse des avancées - Rapport d'activité											■	

Tableau n°5 : Planning effectif 2009 des étapes de la constitution de l'IPLAC

La complexité du jeu de données, due aux sources variées, à l'ancienneté de certaines données et à leur niveau d'adéquation au protocole par exemple, a engendré certaines difficultés dans la réalisation des étapes de travail : la durée d'écriture et de mise au point des scripts figurant dans le tableau 5 en est une démonstration évidente.

3. Quelques rappels sur la constitution de l'indice

L'indice Phytoplanctonique Lacustre est composé de plusieurs métriques qui répondent chacune à des variables différentes. Dans ce qui suit, les principes des composantes de l'indice ainsi que leurs évolutions sont explicités.

L'indice IPLAC développé est l'agrégation des trois métriques citées précédemment : MBA, MGA, et MCS. Les algorithmes de calcul de chacune d'entre elles étaient présentés dans le rapport d'avancement précédent. Les formules de bases sont seules rappelées ici puisqu'elles n'ont subi aucune modification majeure mais uniquement des ajustements dans leur application.

➤ **MBA - Métrique de Biomasse Algale**

Cette métrique est basée sur le taux de Chlorophylle-a moyen de la période estivale et à déjà été développée puis testée (*Ancrenaz et al., 2009 ; De Bortoli et al., 2008*).

Le premier calcul est celui de la moyenne des teneurs estivales en chlorophylle.

$$MChlo = \frac{\sum Chlo([hiver], printemps, été, automne)}{Ncamp}$$

Le second est le calcul de la métrique.

$$MBA = \frac{Référence}{MChlo} \quad \text{Avec} \quad Référence = 10^{0.754 - 0.489 \times \log(P_{moy})}$$

Cette métrique ne sera pas détaillée dans la Partie 4 « Applications des métriques » puisqu'elle est stable et utilisée telle quelle.

➤ **MGA - Métriques des groupes Algaux**

Cette métrique donne une réponse en fonction de l'abondance et des cotes attribuées aux groupes phytoplanctoniques repères présents. Son application découle de la méthode de calcul de l'IPL contenu dans la diagnose rapide.

En premier lieu, des notes « MGAc » sont attribuées à chaque campagne estivale d'un plan d'eau pour une année d'échantillonnage :

$$MGA_c = \frac{\sum (A_j \times CG_j)}{\sum (A_j)}$$

Avec A_j : Classe d'abondance du groupe algal j, de 1 à 5
 CG_j : Côte du groupe algal repère j, de 1 à 20

Puis une note globale est attribuée à chaque année-lac en calculant la moyenne des MGAc obtenues.

$$MGA = \frac{\sum MGA_c}{3}$$

➤ **MCS - Métrique de Composition Spécifique**

Sur la même base que la MGA, la MCS exprime une note en fonction de la présence de taxons indicateurs figurant dans une liste de référence.

La note finale est obtenue en couplant la note spécifique attribuée aux taxons indicateurs, avec leur coefficient de sténoécie.

La première attribution de note MCS_c se fait pour chaque campagne estivale.

$$B_i = (\text{Biov}_o)_i \times AS_i \quad \text{Puis} \quad MCS_c = \frac{\sum (B_i \times CS_i \times S_i)}{\sum (B_i \times S_i)}$$

Avec

- Bi : Biomasse de l'espèce i en mg/l
- (Biov_o)_i : Biovolume unitaire de l'objet compté o pour le taxon i en μm³
- AS_i : Abondance du taxon i en nombre d'objet algaux/ml
- CS_i : Cote Spécifique de l'espèce i de 0 à 20
- Si : Coefficient de Sténoécie de l'espèce i de 1 à 3

Ensuite, la note globale de chaque « année-lac » est attribuée en calculant la moyenne des MCS_c obtenues.

$$MCS = \frac{\sum MCS_c}{3}$$

Différents essais d'agrégation de ces métriques ont été menés. Les réflexions portaient sur les différentes pondérations applicables à chaque métrique en fonction de leurs réponses.

Par exemple : **IPLAC = (2 MBA + 2 MGA + 1 MCS)**
5

Une autre possibilité était un calcul strict de la moyenne des trois métriques.

Finalement, le calcul de l'indice à partir des médianes de chacune des métriques a semblé être la meilleure solution.

A ce stade, la description de l'indice peut être considérée comme fixée. La version de l'IPLAC diffusable début 2010 correspondra donc à ce qui vient d'être soumis. Des ajustements mineurs proposant des améliorations restent toutefois encore possibles.

4. Applications des métriques : tests effectués

A ce stade du développement de l'indice, plusieurs résultats sont à présenter. Il semble important d'exposer aussi bien les pistes avortées que les avancées concrètes pour montrer quelle logique de construction a été suivie cette année 2009.

4.1 Détails du déroulement de la construction de l'indice

La partie qui suit a pour but de détailler chronologiquement les étapes de travail citées précédemment en Partie 2.2.

Le travail s'appuyait sur les données bancarisées dans la base DCE depuis 2005, sessions de 2007 comprises, puis 2008.

Divisions des PE en "macro-types"

L'une des premières observations a été le manque de sites de référence pour un grand nombre de types de plans d'eau français or le résultat attendu de l'indice est basé sur un écart à la référence.

L'utilisation d'une nouvelle typologie, plus globale et disposant de référence dans chacun des types (appelés macro-types par la suite) a donc été nécessaire. Cette nouvelle typologie simplifiée est basée sur le paramètre de profondeur moyenne, en reprenant les limites employées dans les différents Groupes d'Intercalibration Européenne, soit inférieur à 3 m, compris entre 3 et 15 m et supérieur à 15 m. Le deuxième critère retenu est la localisation géographique illustré par l'HER de premier niveau (Circulaire DCE 2005/11) afin de discriminer 3 zones : plaine, méditerranée, montagne. Les résultats des tests de classification réalisés pour arriver à cette typologie sont présentés dans le tableau 6.

TYPOLOGIE 1				
		MONTAGNE	PLAINES	MEDITERRANEEN
		HER : 1,2, 3, 4, 5, 7, 21, 16 > 1200 m	HER : 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 22	HER : 6, 8, 16 < 1200m
Profondeur moyenne	< 15 m	MON1	PLA1	MED1
	≥ 15 m	MON2	PLA2	MED2

TYPOLOGIE 2				
		MONTAGNE	PLAINES	MEDITERRANEEN
		HER : 1,2, 3, 4, 5, 7, 21, 16 > 1200 m	HER : 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 22	HER : 6, 8, 16 < 1200m
Profondeur moyenne	< 3 m	MON1	PLA1	MED1
	≥ 3 m	MON2	PLA2	MED2

TYPOLOGIE 3				
		MONTAGNE	PLAINES	MEDITERRANEEN
		HER : 1,2, 3, 4, 5, 7, 21, 16 > 1200 m	HER : 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 22	HER : 6, 8, 16 < 1200m
Profondeur moyenne	P ≤ 3 m	MON1	PLA1	MED1
	3 m < P ≤ 15 m	MON2	PLA2	MED2
	P > 15 m	MON3		
	Grands Lacs Alpins	MON0		

Tableau n°6 : Tests de classifications des PE par typologies

La typologie 3 s'est avérée être la plus représentative et la plus adaptée aux essais car elle permet d'obtenir un nombre satisfaisant de plans d'eau de référence et de non référence dans les différents types comme illustrée dans le tableau 7.

Elle a donc été retenue pour la suite des tests statistiques.

TYPLOGIE 3

		MONTAGNE	PLAINES	MEDITERRANEEN
		HER : 1,2, 3, 4, 5, 7, 21, 16 > 1200 m	HER : 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 22	HER : 6, 8, 16 < 1200m
Profondeur moyenne	Prof moyenne			
	P ≤ 3 m	MON1	PLA1	MED1
		4	3	0
			1	40
				1
	3 m < P ≤ 15 m	MON2	PLA2	MED2
		25	20	4
			2	16
				9
	P > 15 m	MON3		
		7	15	
	Grands Lacs Alpins	MON0 = 0		

Légende : Chiffres en bleu = Plans d'eau références
 Chiffres en rouge = Plans d'eau perturbés

Tableau n°7 : Répartition des plans d'eau en référence et non référence dans les différents macro-types de la typologie 3

Evolution de la MGA

Plusieurs ajustements ont été apportés aux paramètres de la MGA, comme par exemple l'attribution des cotes, mais également la définition même des groupes algaux « repères » comme l'indique le Tableau 8. Ainsi les anciennes valeurs de cote (Qi) contenues dans l'Ipl ont été inversées afin que la métrique varie de 0 à 20 avec 20 correspondant à la meilleure note.

Groupes algaux	Qi	CGj (essai A)	CGj (essai B)
Desmidiées	1	20	20
Diatomées	3	16	18
Chrysophycées	5	12	16
Dinophycées	9	9	12
Cryptophycées	9	9	9
Chlorophycées (exceptées les Desmidiées)	12	5	10
Cyanophycées	16	3	3
Euglenophycées	20	1	1

Tableau n°8 : Cotes des groupes algaux repères (CGj) comparées aux anciennes valeurs (Qi) de l'Ipl

Ces cotations qui déterminent l'étalement de la réponse de la métrique. Si leur attribution n'est pas représentative (proche du poids réel de la présence d'une espèce), les tests qui suivront s'en verront biaisés. Pour cette raison, les cotes peuvent être l'un des premiers critères à être rectifié, comme l'illustrent les 2 colonnes des essais A et B, en fonction des premiers résultats.

La saisie de données des relevés de 2008 a permis de prendre en compte des informations supplémentaires au lot test de la base DCE, durant le mois d'octobre 2009.

Au total, 72 années-lacs supplémentaires peuvent être concernées par les tests des métriques (cf. Partie 1.2). A ce jour, ces données interviennent progressivement dans les tests, au fur et à mesure de leur validation et de leur requalification si cela s'avère nécessaire.

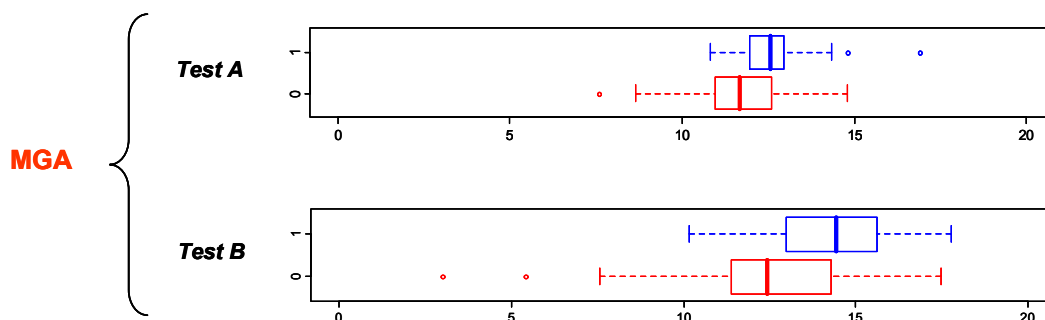
A partir de ce nouveau jeu de données, les tests des métriques ont été relancés qui comportaient des ajustements destinés à améliorer les réponses de la métrique.

Pour la MGA, un nouvel étalement des notes a été obtenu par la réduction de la liste des groupes algaux « repères » pris en compte. Seuls les groupes algaux fortement indicateurs soit de bonne qualité d'eau soit de mauvaise qualité ont été conservés. Les groupes plus ubiquistes des Chlorophycées, des Dinophycées et des Cryptophycées ont été enlevés. Il en résulte le Tableau 9 comprenant alors 5 groupes repères.

<i>Groupes algaux</i>	Qi	CGj <i>(issu de l'essai A)</i>
Desmidiées	1	20
Diatomées	3	16
Chrysophycées	5	12
Cyanophycées	16	3
Euglenophycées	20	1

Tableau n°9 : Nouvelle liste des groupes algaux « repères » avec leurs cotes respectives

A titre de comparaison, le Graphique n°1 présente cette métrique avant et après ajustements, toutes typologies confondues, ce qui permet d'évaluer la différence de réponse pour les PE références (0) et non-références (1).



Graphique n°1 : Comparaison des réponses de la MGA, avant (Test A) et après (Test B) ajustements et ajouts des données de 2008

Pour la MGA, les derniers ajustements en date, c'est-à-dire le test B sont probants : la réponse est meilleure et l'étalement des notes est plus approprié à l'application d'un indice.

Evolution de la MCS

Pour cette métrique, le problème principal réside dans le nombre réduit de valeurs de biovolumes (cf. Partie 1.3).

La liste taxonomique développée et contenue dans l'outil de comptage PHYTOBS¹, permet l'obtention d'informations considérées comme « standards ». Cette liste est une base de référence des différents taxons composant le phytoplancton. Elle comporte des informations comme les valeurs de biovolumes standard de chaque espèce, l'auteur ayant décrit l'espèce, les synonymies existantes, etc..

Grâce au développement régulier de cet outil, une grande partie des biovolumes des taxons utilisés dans la métrique a pu être compilée, ce qui a augmenté le nombre de données (campagnes, années-lacs) prises en compte dans les calculs.

En ce qui concerne la MCS, des tests par campagnes ont été effectués en complément des tests préalables à l'échelle annuelle. Ceci avait pour but de mettre en évidence un effet des campagnes, et par conséquent l'existence d'un effet saison pouvant expliquer la réponse actuelle assez diffuse de la métrique.

Note : Cet effet « campagne » avait déjà été testé pour la MGA, sans résultats significatifs.

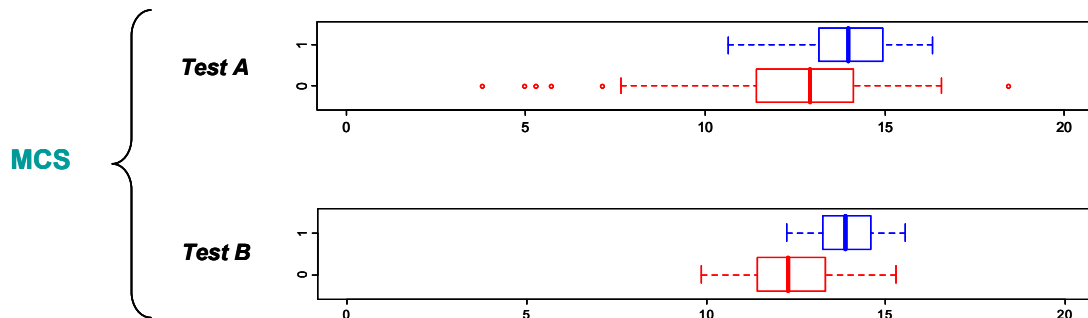
L'ajustement le plus important pour la MCS a été l'établissement de classes d'abondance. Le calcul qui en découle n'est donc plus directement basé sur les biovolumes totaux. Ces classes s'inspirent du modèle allemand (*Mischke et al.*, 2008).

Biovolumes mesurés (mm³/l)	Classes d'abondance
≤ 0,0001	1
0,0001 < x < 0,001	2
0,001 < x < 0,01	3
0,01 < x < 0,1	4
0,1 < x < 1	5
1 < x < 5	6
5 < x < 25	7
> 25	8

Tableau n°10 : Détermination de classes d'abondance à partir des biovolumes totaux

¹ https://hydrobio-dce.cemagref.fr/Plans_d_eau/Phytoplancton

Le graphique 2 présente les réponses de cette métrique avant et après ajustements.



Graphique n°2 : Comparaison des réponses de la MCS, avant (Test A) et après (Test B) ajustements et ajouts des données de 2008

La réponse du test B est meilleure dans le sens où la différence entre les sites de référence et les sites de surveillance est plus significative que lors des tests précédent. Toutefois,, les notes obtenues restent encore concentrées dans une gamme réduite de 4 à 5 points, avec un étalement des notes entre 10 et 15 sur 20.

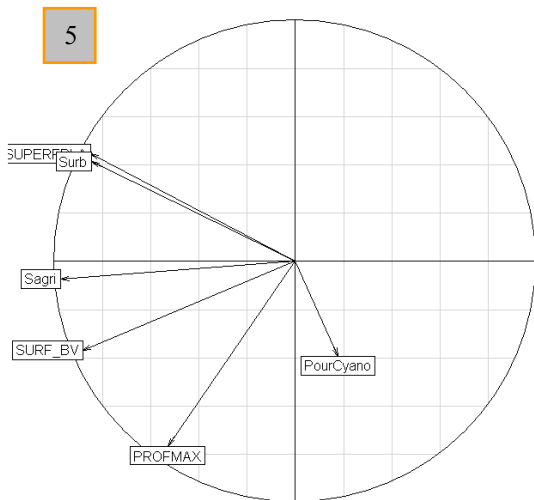
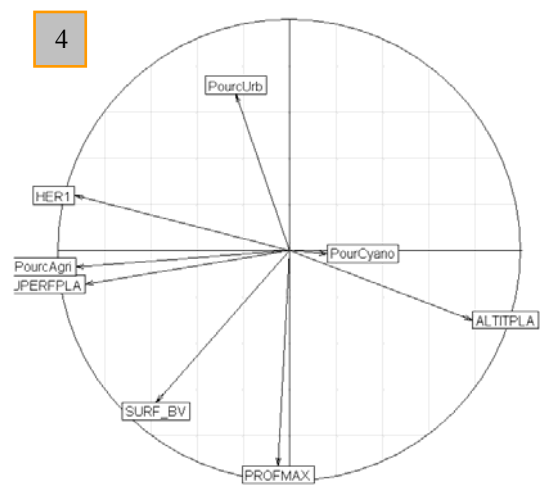
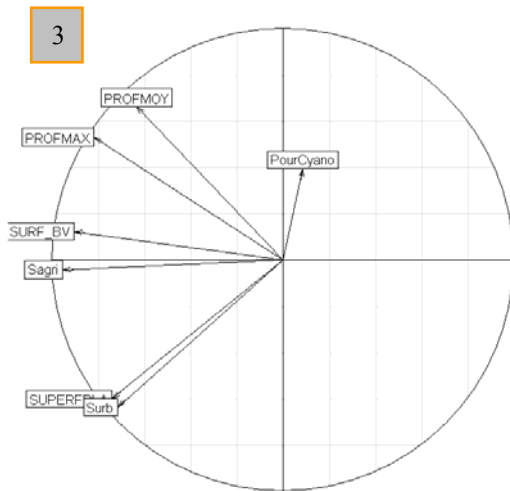
Autre Métrique testée

En parallèle aux tests statistiques, une recherche bibliographique, a permis d'identifier les différentes métriques et les indices élaborés dans les pays limitrophes (Allemagne, Italie, Grande-Bretagne).

L'une de ces métriques a été utilisée dans plusieurs pays pour incrémenter un indice fiable : il s'agit du pourcentage de cyanobactéries.

Il a été décidé de tester cette métrique afin de remplacer la MGA ou du moins d'apporter des modifications à cette dernière.

Quelques extraits des tests appliqués sont présentés ci-après. Ceux-ci considéraient l'établissement de plans d'eau en sites de références d'après certains critères. Concrètement, la démarche était de mettre en évidence un ou plusieurs paramètres abiotiques qui auraient permis d'établir un modèle de calcul des conditions de références et ce dans les cas où aucun site de référence n'aurait été présent pour une typologie donnée.



Légende: Paramètres testés par ACP

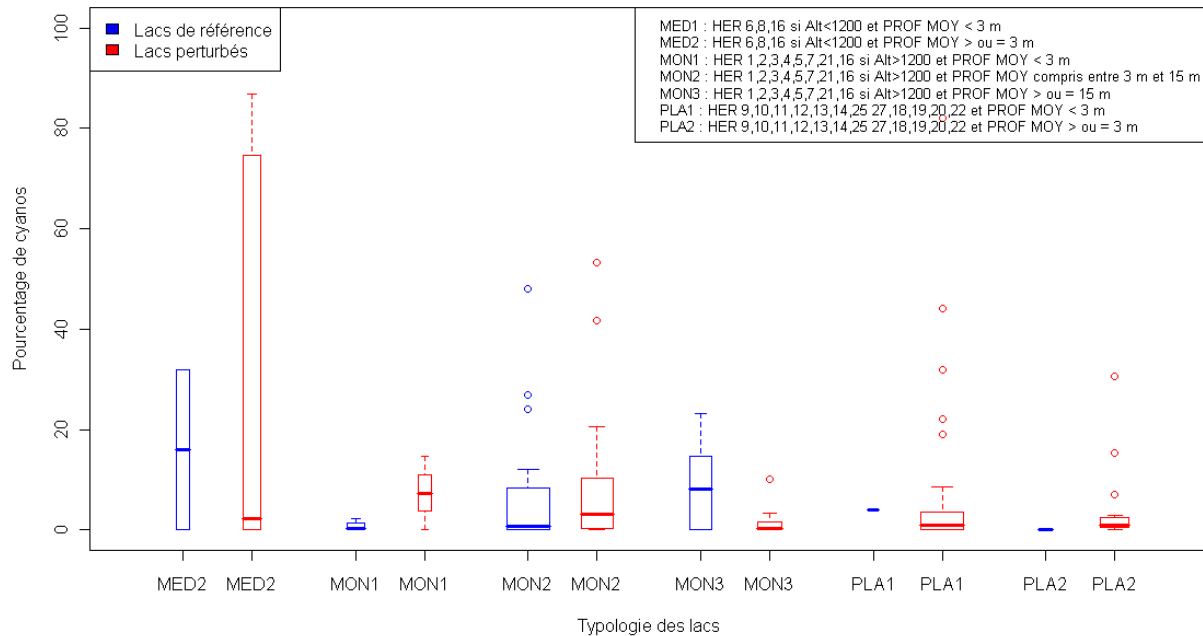
PourCyno	<i>Pourcentage de Cyanobactéries</i>
PROFMOY	<i>Profondeur moyenne du plan d'eau</i>
PROFMAX	<i>Profondeur maximum du plan d'eau</i>
SUR_BV	<i>Surface du Bassin versant</i>
SUPERFPLA	<i>Superficie du plan d'eau</i>
ALTITPLA	<i>Altitude du plan d'eau</i>
HER1	<i>Hydro-éco-région</i>
Surb	<i>Surface urbaine</i>
Sagri	<i>Surface Agricole</i>
PourcAgri	<i>Pourcentage de zones agricoles</i>

Graphiques n°3, 4, et 5 : Représentations graphiques de tests d'ACP effectués entre le pourcentage de Cyanobactéries et différents paramètres abiotiques

Dans les tests d'ACP présentés dans les graphiques 3,4 et 5, aucune corrélation évidente n'est démontrée entre le pourcentage de cyanobactéries et les paramètres abiotiques testés.

Pour ce paramètre, ces tests ne seront pas poursuivis. Mais cette piste n'est pas à rejeter pour autant. Des relations plus marquées pourraient être mises en avant dans la suite du développement de l'indice entre d'autres paramètres (cf. Partie 6 « Perspectives »).

Le graphique N° 6 présente la distinction entre plans d'eau « Site de Référence » et « Non-référence » (sites perturbés) sur l'ensemble de nos macro-types.. Il montre une réponse médiocre sur la majorité des types.



Graphique n°6 : Réponse du paramètre « pourcentage de Cyanobactéries » sur les PE Références ou non, pour chacune des macro-typologies

En effet, très peu de différences sont visibles dans les résultats correspondants aux deux types de plans d'eau. Dans au moins le type "MON3"; les plans d'eau de référence présentent même des pourcentages de cyanobactéries supérieurs aux lacs "non-référence".

Le test de cette métrique n'apporte donc pas les résultats escomptés. Avec les données disponibles, cette métrique ne peut apporter une amélioration de la MGA et n'est donc utilisable dans le contexte actuel.

4.2 Réponses actuelles des métriques

Ici sont présentés les résultats actuels des métriques, qui font suite aux différentes étapes d'ajustement décrites précédemment.

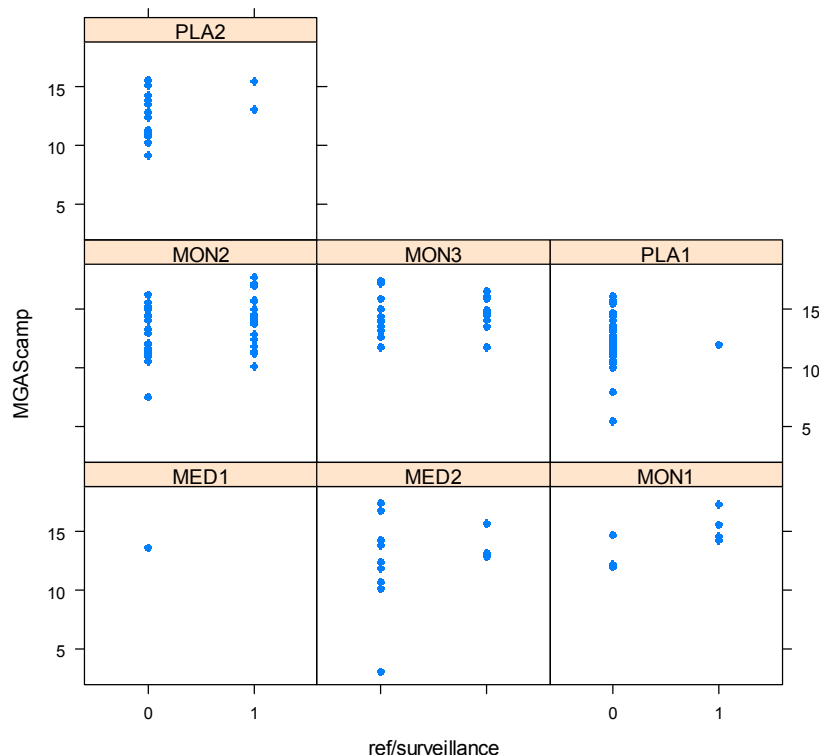
Le jeu de données testé est constitué de 148 années-lacs (de 2005 à 2007, plus une vingtaine d'années-lacs de 2008).

Ne sont prises en compte que les métriques MGA et la MCS, la métrique « pourcentage de Cyanobactéries » ayant été abandonnée.

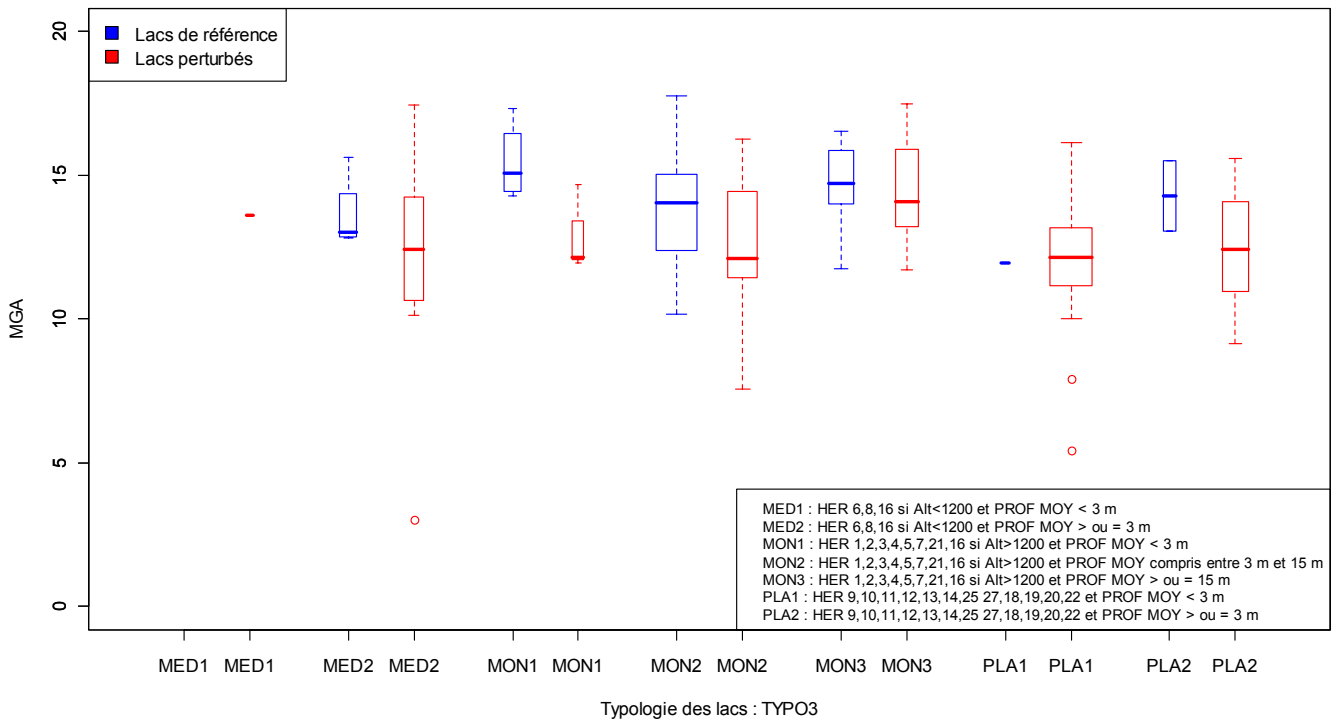
Note : des tests de régressions pour la MGA et la MCS sont indexées en fin de rapport (cf. Annexes 4 et 5).

a. MGA : Métrique Groupes Algaux

A ce stade, la Métrique des Groupes Algaux est exprimée pour 7 macro-types de plans d'eau. Une distinction de sa réponse se fait entre les Références et Non-références, sans pour autant être importante.



Graphique n°7 : Répartition des notes de MGA des 148 années-lacs par macro-types, Références (1) ou Non-référence (0)

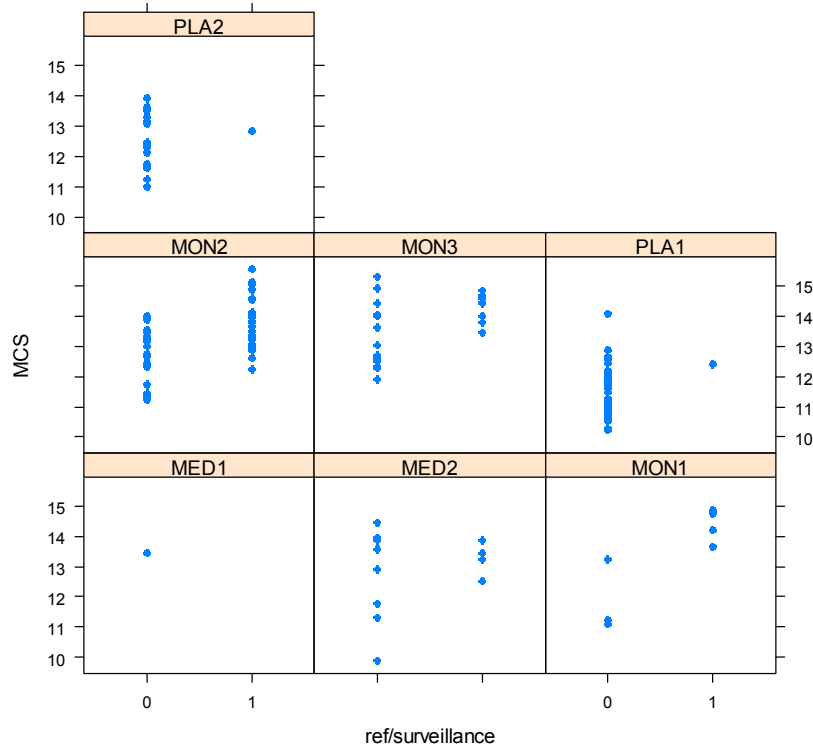


Graphique n°8 : Réponse de la MGA sur les PE Références ou non, pour chacune des macro-types

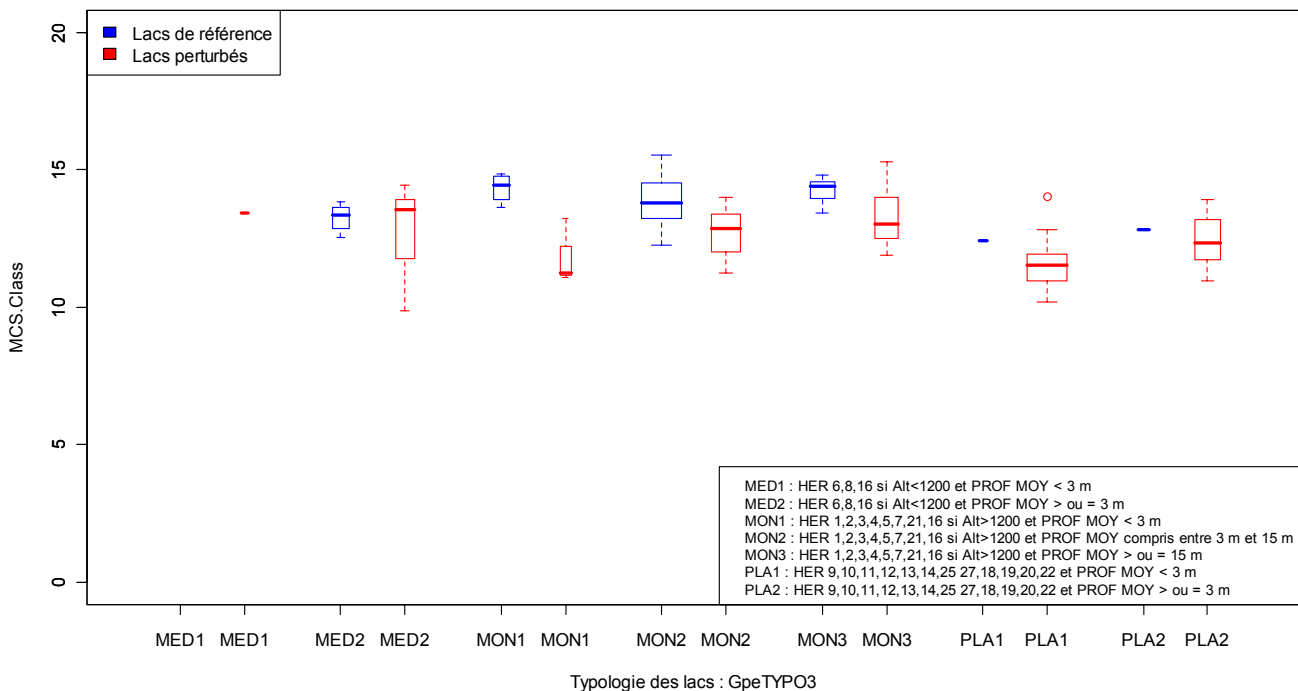
Une différence de réponse se fait assez distinctement entre sites de référence et de surveillance, pour certains macro-types (ex : Mon1 et Pla2). Pour d'autres, cela reste encore un peu trop diffus.

b. MCS : Métrique de Composition Spécifique

De la même manière que la MGA, la Métrique de Composition Spécifique est exprimée pour les 7 macro-typologies de plans d'eau déterminées. La différence de réponse entre les Références et Surveillances, est encore moins éloquent que celle de la MGA. Le résultat présenté (cf. Graphiques n°9 et n°10) correspond au dernier ajustement testé sur la MCS, à savoir la répartition des résultats en classes d'abondance, par campagne.



Graphique n°9 : Répartition des notes de MCS des 148 années-lacs par macro-types, Références (1) ou Non-référence (0)



Graphique n°10 : Réponse de la MCS sur les PE Références ou non, pour chacune des macro-types

5. Discussion / Conclusion

Les résultats présentés dans la partie précédente suscitent des réflexions qui permettent d'avancer dans une direction ou une autre. La conclusion sur le travail de cette année déterminera les essais à venir.

L'indice est donc composé des trois métriques décrites dans ce rapport : la Métrique des Groupes Algaux (MGA), la Métrique de Composition Spécifique (MCS), et la Métrique de Biomasse Algale totale (MBA).

Elles métriques ont fait l'objet d'une première série d'essais statistiques destinée à évaluer les caractéristiques de leurs réponses (qualité, recouvrement, adéquation, etc.).

Ces tests ont permis de dégager des évolutions favorables restant à confirmer.

Une deuxième série de tests statistiques est prévue prochainement pour ajuster certains critères et statuer définitivement sur les évolutions actuelles (confirmation ou non des orientations prises dans l'application des métriques).

L'amélioration des métriques n'est pas seulement liée aux ajustements de leurs définitions mais également par l'amélioration de la base de données utilisée.

L'ajout de données ne peut être que favorable à la significativité des tests pratiqués. Ce qui paraît important est de récupérer des lots de données de même importance par macro-types et, pour chaque type, entre sites de référence et sites "non-référence".

En 2009, le travail de bancarisation des données de 2008 a mis l'accent sur la qualité des informations demandées et sur la sélection stricte de celles qui peuvent être saisies, pour faciliter les traitements statistiques et augmenter ainsi le nombre d'années-lac disponibles.

Préalablement aux tests, une sélection supplémentaire de ces données, est néanmoins indispensable pour obtenir une uniformité dans les informations à utiliser.

6. Perspectives

Ici, sont présentées les pistes nouvellement avancées pour améliorer l'Indice IPLAC. Ces perspectives seront mises en application dès la fin de l'année 2009. Ces nouveaux apports permettront de présenter au premier trimestre 2010 une version diffusable de l'indice phytoplanctonique français.

L'examen des résultats de cette année permet de poursuivre différentes pistes à exploiter en 2010 pour améliorer les réponses de l'indice IPLAC.

❖ Ajustement de la MGA

L'essai sur le pourcentage des Cyanobactéries (détaillé dans la Partie 4) peut être adapté au cas de la MGA.

Dans ce test, serait pris en compte séparément chaque groupe algal. Le résultat attendu sera par exemple la répartition des Chlorophycées selon la macro-typologie des PE.

Ces résultats pourront ensuite être corrélés avec les valeurs de Phosphore total, Chlorophylle-a, Secchi, etc., pour évaluer l'amélioration de la réponse de la métrique pour certains groupes ou, au contraire, mettre en évidence des groupes qui « brouillent » l'information.

❖ Ajustement de la MCS

En premier lieu, les profils écologiques des espèces déjà disponibles (Laplace-Treytore et al., 2007) doivent être revus, en utilisant le jeu de données actuel, plus grand que celui employé en 2007.

Il faudra aussi réactualiser l'établissement des classes de teneurs en phosphore, refaire les calculs et graphiques correspondant, puis interpréter et statuer sur les nouveaux profils ainsi obtenus. Ce travail permettra d'affiner les cotes attribuées à chaque taxon pris en compte dans la MCS. De même, ce travail pourra identifier de nouveaux taxons, non pris en compte jusque là et très indicateurs sur certaines zones géographiques (macro-type).

La question d'une notation spécifique sur certains macro-types pourra aussi être étudiée afin d'augmenter la sensibilité de la métrique.

❖ Définitions des « sites de référence »

Pour affiner les réponses aux métriques obtenues entre les sites de référence et les autres, il est nécessaire de retravailler cette notion de « sites de référence ». Jusqu'à présent, les résultats ne montrent pas systématiquement des réponses significativement différentes entre sites de référence et sites "perturbés" (non-référence).

Un ajustement des critères de référence propre au compartiment phytoplanctonique paraît tout à fait légitime. En effet, un site classé référence pour le compartiment piscicole ne le sera pas obligatoirement pour le phytoplancton (différences d'exigence écologiques par exemple).

Cette actualisation pourrait déboucher sur un déclassement de certains sites, au regard des valeurs de phosphore total, par exemple, qui est le paramètre majeur dictant la structure des communautés phytoplanctonique mais moins crucial pour les poissons. Ce classement en référence ou non s'en trouvera d'autant plus juste et approprié et permettrait d'affiner les valeurs de conditions de référence de nos métriques et ainsi la qualité des résultats en EQR.

L'utilisation d'un outil SIG permettant un accès direct aux données Corine Land Cover d'occupation des sols peut venir compléter l'approche en facilitant une nouvelle évaluation de la classification des PE en sites de références ou non. Cette évaluation serait alors basée sur : l'occupation du sol des bassins versants couplé avec les données historiques et les mesures actuelles de certains paramètres de trophie.

Pour Résumer

Ces diverses pistes seront prospectées au cours des deux premiers trimestres 2010, selon le calendrier suivant :

	Prévisions 1 ^{er} et 2 ^{ème} Trimestres 2010					
	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin
Redéfinition de certains composants	■					
Nouveaux tests	■	■				
Evaluation nouvelles pressions	■	■	■			
Ajustements Métriques	■	■	■	■		
Interprétations des résultats		■	■			
Fixation de l'Indice			■	■		
Rapport d'activité - Présentation de l'indice			■	■	■	■

Tableau n°11 : Calendrier prévisionnel des dernières étapes de développement de l'IPLAC

REFERENCES

Ancrenaz K., Laplace-Treyture C., Dutartre A., 2009. « Elaboration de l'indice Phytoplancton Lacustre (IPLAC) ». Cemagref, Groupement de Bordeaux, Unité de Recherche Réseaux, Epuration et Qualité des Eaux. Rapport, 30 p.

Barbe J., Lafont M., Mouthon J., Philippe M., 2003. « Protocole actualisé de la diagnose rapide des plans d'eau ». Rapport Cemagref - Lyon, Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, 24 p.

Circulaire DCE 2005/11 relative à la typologie nationale des eaux de surface (cours d'eau, plans d'eau, eau de transition et eaux côtières) en application de la directive 2000/60/DCE du 23 octobre 2000 du Parlement et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. 18p.

De Bortoli J., Argillier C., 2008. « Définition des conditions de référence et des limites des classes d'état sur la base d'une approche pressions/impacts - Plans d'eau -Paramètre chlorophylle-a ». Cemagref, Groupement d'Aix-en-Provence, UR Hydrobiologie – Equipe Ecosystèmes Lacustres. Rapport, 48 p.

Laplace-Treyture C., Dutartre A., 2007. « Elaboration et définition des profils écologiques des principaux taxons du phytoplancton en plan d'eau ». Cemagref, Groupement de Bordeaux, Unité de Recherche Réseaux, Epuration et Qualité des Eaux. Rapport, 51 p.

Laplace-Treyture C., Barbe J., Dutartre A., Druart J.-C., Rimet F., Anneville O., 2009. « Protocole standardisé d'échantillonnage, de conservation, d'observation et de dénombrement du phytoplancton en plan d'eau pour la mise en œuvre de la DCE. Version 3.3 ». Cemagref, Groupement de Bordeaux, Unité de Recherche Réseaux, Epuration et Qualité des Eaux. Rapport, 38 p.

Mischke U., Riedmüller U., Hoehn E., Schönfelder I., Nixdorf B., 2008. « Description of the German system for phytoplankton-based assessment of lakes for implementation of the EU Water Framework Directive (WFD) ». Publication, 31 p.

ANNEXES

Annexe 1 : Données types attendues

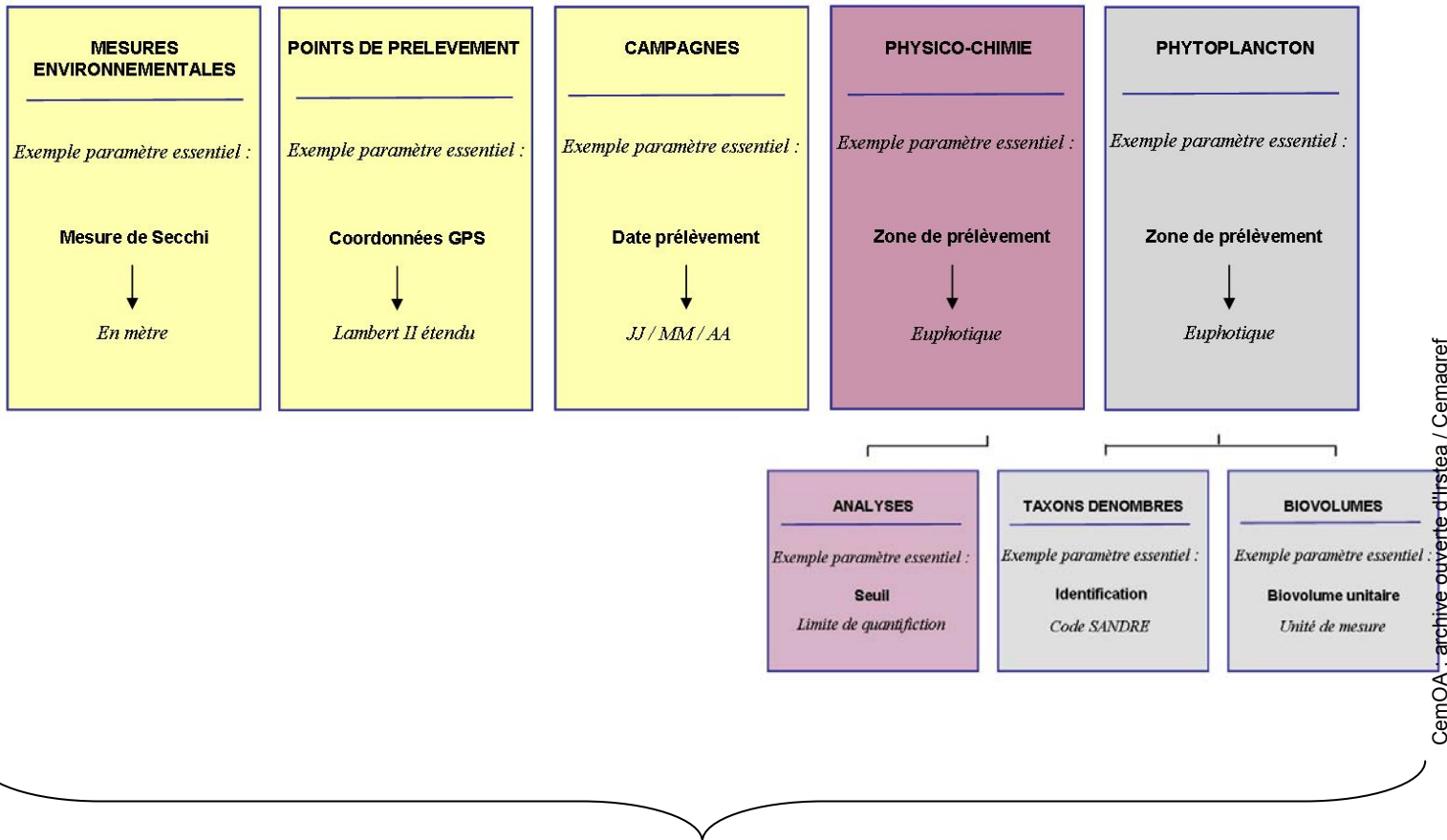
Annexe 2 : Liste des problèmes rencontrés

Annexe 3 : Temps passé à chercher l'information lors de la bancarisation

Annexes 4, et 5 : Représentations graphiques de régressions linéaires / Métriques par typo

Annexe 1 : Données types attendues

Pour Bancaisation



CemOA - archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Extraits pour les traitements statistiques

LAC_ANNEE	N°_CAMPAGNE	%Cyano	Abondance	Biovolume Total	Chlorophylle-a	Phosphore Total	Secchi	Azote Total	DBO5	Conductivité	Température	pH
Données sources prélèvements		Biologique - Phytoplankton			Physico-chimique		Autres paramètres physico-chimiques pouvant être testés					

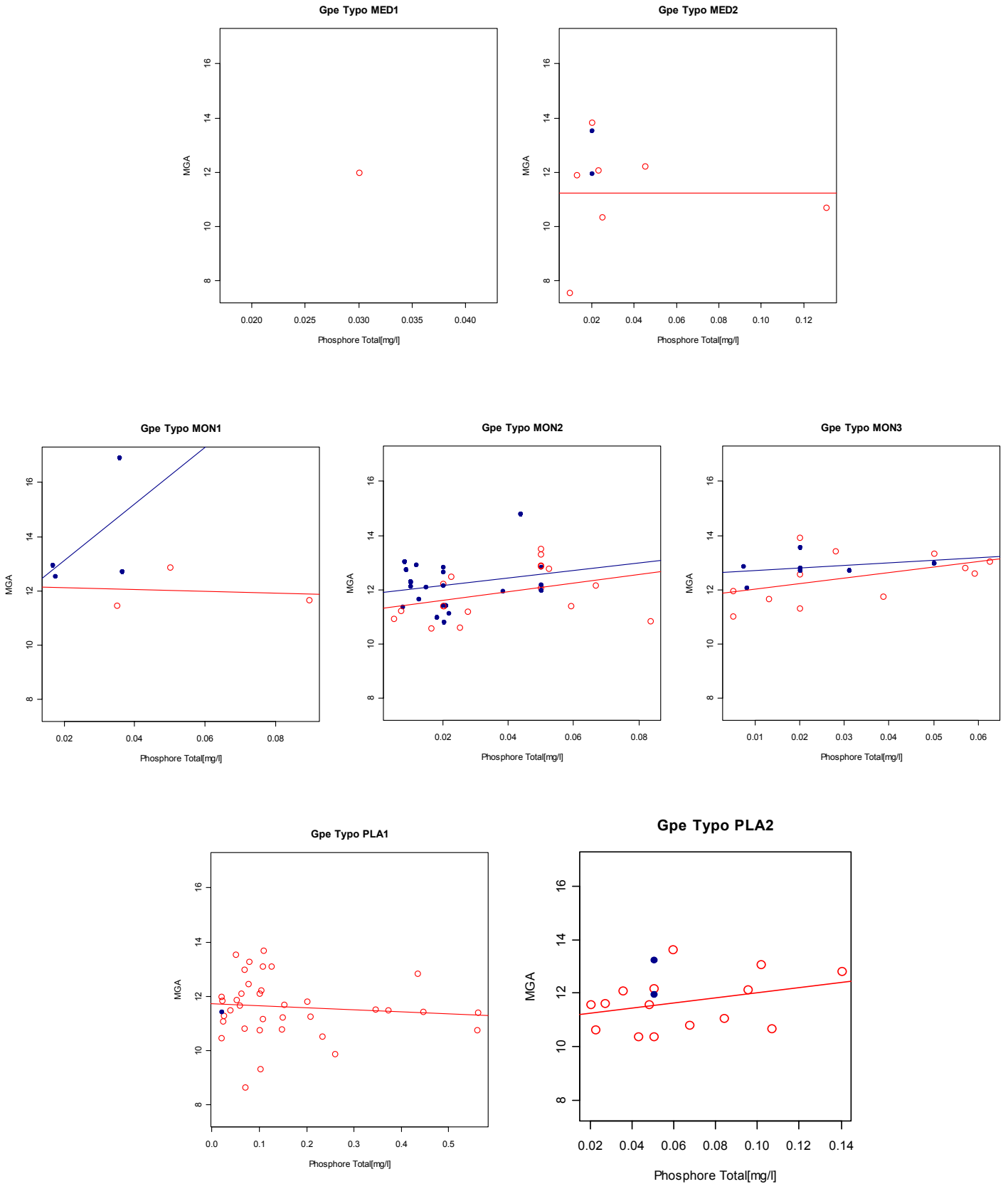
Annexe 2 : Liste des problèmes rencontrés

Erreurs détectées	Conséquences	Exemples
Paramètres importants non renseignés car non mesurés	Suppression de la donnée	<i>Pas de Phosphore total pour une année-lac</i>
		<i>Pas de biovolumes pour les taxons dénombrés</i>
Erreur de renseignements attendus	Requalification -Rectification	<i>Limite de détection plutôt que Limite de quantification</i>
		<i>Seuil renseigné dans le champ Résultat</i>
Manque de tout ou partie d'un fichier	Récupération auprès de l'Organisme "source"	<i>Fichier "mesures environnementales" manquant</i>
		<i>Manque certains paramètres dans les prélèvements physico-chimiques</i>
		<i>Fichier "Biovolumes" manquant</i>
Données non standardisées	Requalification -Rectification	<i>Mauvaise unité de mesure du paramètre</i>
Non respect du protocole	Pondération ou sélection de l'information la plus adaptée	<i>6 campagnes de prélèvements au lieu de 4 annuelles</i>
		<i>Dates différentes pour les prélèvements Physico-chimiques et Biologiques</i>
	Récupération auprès de l'Organisme "source" ou Suppression de la donnée	<i>Prélèvements faits dans une autre zone que la zone euphotique</i>

Annexe 3 : Temps passé à chercher l'information lors de la bancarisation

Date	Dossier	Demandes	Répond à la demande ?	Temps d'attente réponse malgré relance
03/07/2009	LB_2008	1 - Mesures Envi 2 - Biovolumes 3 - Coordonnées GPS	NON	40 jours
06/07/2009			NON	
07/07/2009			NON	
08/07/2009			renvoi vers autre interlocuteur	
24/08/2009		Même chose + seuils de détection		10 jours
25/08/2009				
02/09/2009			OUI	
30/07/2009	AG_2008	Biovolumes	NON	11 jours
04/08/2009			NON	
07/08/2009			NON	
08/08/2009				
09/08/2009				
10/08/2009			NON	
10/08/2009			renvoi vers autre interlocuteur	
24/08/2009		Biovolumes et seuils de détection	NON	53 jours
25/08/2009			NON	
25/08/2009			NON	
16/10/2009	OUI			
04/08/2009	RMC_2008	1 - Coodonnées GPS 2 - Mesures Envi 3 - Physico-chimie lacs de REF	NON	14 jours
18/08/2009			OUI	
24/08/2009				2 jours
25/08/2009		Biovolumes		
26/08/2009			OUI	
26/08/2009				
24/08/2009	AP_2008	Seuils de détection		2 jours
25/08/2009				
26/08/2009			OUI	

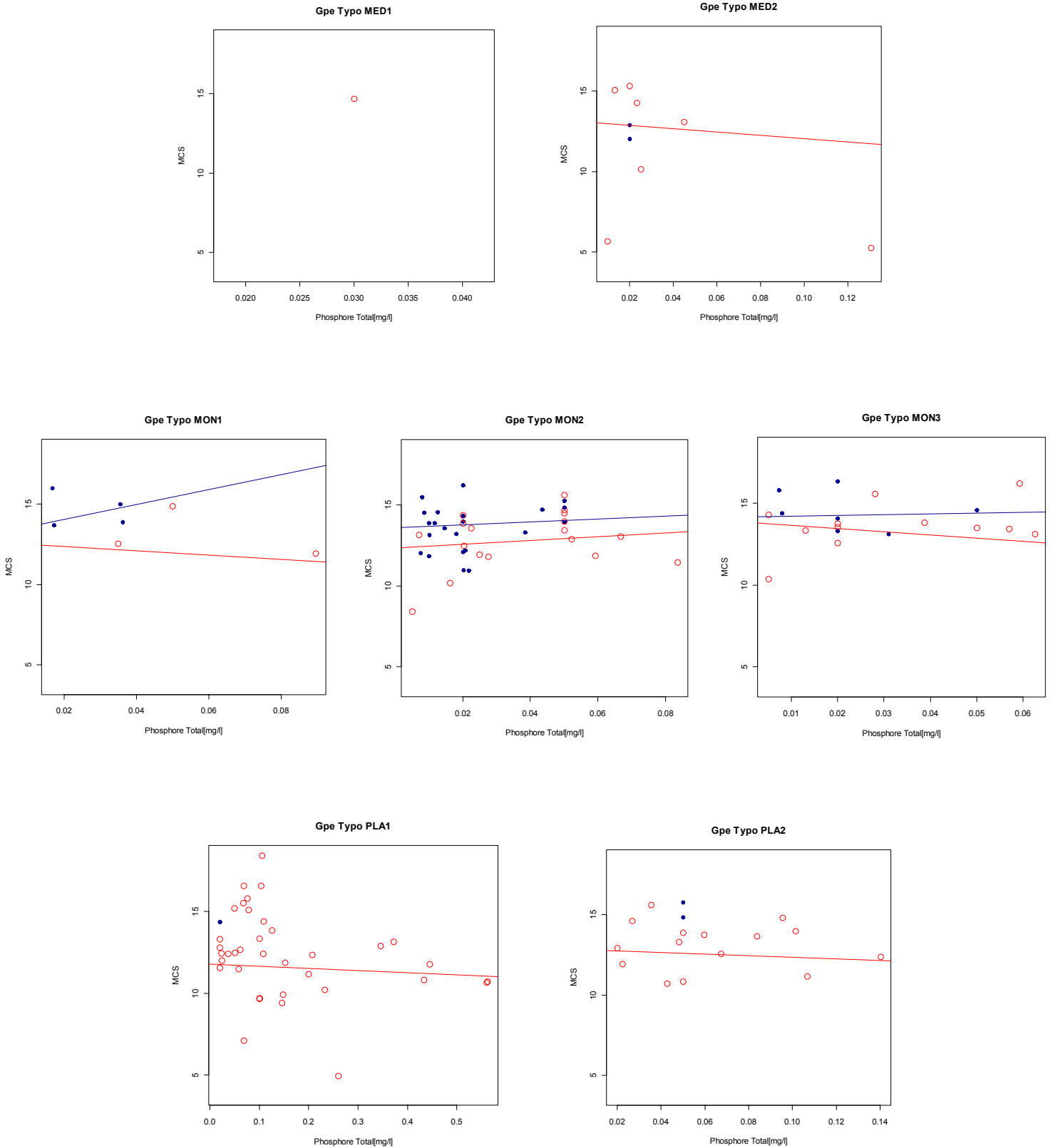
Annexe 4 : Régressions linéaires - Réponse de la métrique MGA par macro-typologie



CemOA : archive ouverte d'Irstea / Cemagref

Note : les régressions rouges correspondent aux sites perturbés, et les bleues aux sites de référence.

Annexe 5 : Régressions linéaires - Réponse de la métrique MCS par macro-typologie



Note : les régressions **rouges** correspondent aux sites perturbés, et les **bleues** aux sites de référence.