



Résultats partiels de la diagnose du lac de Montriond

Suivi 2007

Terrain réalisé par la DIREN Rhône-Alpes

Romain Bonnard, Jacques Mouthon, Michel Philippe

Coordination : M. Philippe

Oligochètes : R. Bonnard

Mollusques : J. Mouthon

Physico-chimie, Plancton et synthèse :

M. Philippe

Département Milieux aquatiques, qualité et rejets
Unité de Recherche Biologie des Ecosystèmes Aquatiques
Laboratoire Diagnose des Systèmes aquatiques

Groupement de Lyon
3 bis Quai Chauveau - CP 220
69336 Lyon cedex 09
Tél. 04 72 20 87 87 - Fax 04 78 47 78 75

Décembre 2007

SOMMAIRE

AVANT PROPOS	3
1 - PROTOCOLE DE PRELEVEMENTS ET D'ANALYSES	5
2 - RESULTATS DE PHYSICO-CHIMIE	5
2.1 - Le lac : Caractérisation de la pleine eau	5
2.1.1 - Profils de température et de l'oxygène dissous	5
2.1.2 - Minéralisation de l'eau (conductivité, pH)	9
2.1.3 - Nutriments	10
DIFFERENTES FORMES DE L'AZOTE ET DU PHOSPHORE	13
2.1.4 - Silice	14
2.1.5 - Paramètres témoins de la production primaire : Transparence et pigments chlorophylliens	14
2.1.6 - Carbone organique	15
2.2 - Le lac : caractérisation du sédiment	16
2.2.1 - Phase solide	16
2.2.2 - Eau interstitielle	17
2.3 - Synthèse de la physico-chimie du lac	18
2.4 - Le Lindaret	19
3 - RESULTATS BIOLOGIQUES	20
3.1 - Plancton	20
3.2 - Oligochètes (IOBL)	22
3.2.1 - Matériel et méthodes	22
3.3 - Indice Malacologique (IMOL)	25
3.4 - Etude des macrophytes	25
4 - SYNTHESE GENERALE	26
5 - REFERENCES CITEES	27
6 - ANNEXES	29
6.1 - Méthode d'analyses utilisées	
6.2 - Physico-chimie des eaux de surface	
6.3 - Physico-chimie du sédiment	
6.4 - Physico-chimie de terrain	
6.5 - Peuplements phytoplanctonique	
6.6 - Grille d'aide à l'interprétation des principaux paramètres de la diagnose rapide	
6.7 - Indices chimiques et biologiques caractérisant le lac de Montriond en 2007	
6.8 - Mode de calcul de l'Indice Phytoplancton (I_{PL})	
6.9 - Tableau standard de détermination de l'indice IMOL	
6.10 - Résultats des analyses de micropolluants (CARSO-LSEH de Lyon)	
6.11 - Phytoplancton selon la méthode Utermohl (INRA)	
6.12 - Etude des macrophytes (CEMAGREF de Bordeaux)	

Avant propos

Cette étude, à maîtrise d'ouvrage DIREN Rhône-Alpes, s'inscrit dans le cadre général de l'application de la Directive Cadre sur l'Eau du 23 octobre 2000 et plus particulièrement dans la mise en place du suivi du réseau des plans d'eau de référence. L'étude 2007 constitue la dernière année du cycle d'investigation dont la durée totale était de 3 ans.

L'étude s'appuie sur le protocole de la diagnose rapide (CEMAGREF, 2003b). Par souci de conformité avec les prescriptions nationales définies par la circulaire DCE 2004/08 du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, et à l'initiative de la DIREN Rhône-Alpes, des prestations complémentaires ont été réalisées et permettront de mesurer leur plus-value dans l'évaluation de la qualité d'un plan d'eau.

Ainsi, une campagne de prélèvements de pleine eau, le dosage d'éléments chimiques témoins de la minéralisation de l'eau (sodium, potassium, chlorures, etc.) ainsi que la mesure de polluants minéraux (métaux lourds, cyanures, etc.) et de micropolluants organiques susceptibles d'altérer la qualité du sédiment ont été ajoutés par rapport au protocole de la diagnose rapide.

Des analyses de micropolluants sur l'eau (prélèvement intégré et prélèvement à 1 m du fond) avaient également été réalisées la première année du suivi du plan d'eau, en 2005. Etant donné qu'aucune substance n'avait été détectée à une concentration supérieure au seuil de quantification, ces analyses n'ont pas été renouvelées en 2006 et 2007.

En ce qui concerne la biologie, les investigations habituelles de la diagnose rapide ont été complétées par l'analyse des peuplements phytoplanctoniques selon la méthode d'Utermöhl et par l'analyse des macrophytes selon le protocole d'échantillonnage des macrophytes en plan d'eau proposé récemment par le CEMAGREF (Dutartre et Bertrin, 2007).

L'application de l'Indice Biologique Lacustre (IBL) qui avait été mis en œuvre en 2005 et 2006 n'a pas été effectuée cette année.

Des prélèvements d'eau dédiés à l'analyse physico-chimique ont été également réalisés sur le tributaire principal, le ruisseau du Lindaret.

Les prestations ont été assurées par :

- la DIREN Rhône-Alpes pour ce qui concerne les prélèvements d'eau, de sédiments, de phytoplancton ainsi que les mesures de terrain ; la DIREN a également participé à la campagne d'étude des macrophytes ;
- le CEMAGREF de Lyon pour ce qui concerne les analyses physico-chimiques «macropolluants», les analyses de phytoplancton selon la méthode de la diagnose rapide, les analyses de métaux sur sédiments, la détermination des indices oligochètes et mollusques ;
- le CEMAGREF de Bordeaux pour l'analyse des macrophytes ;
- le laboratoire CARSO de Lyon pour les analyses de micropolluants minéraux et organiques des sédiments ;
- l'INRA de Thonon pour l'analyse du phytoplancton selon la méthode d'Utermöhl.

Enfin, l'interprétation des résultats et la rédaction de ce rapport ont été confiées au CEMAGREF, la DIREN Rhône-Alpes ayant assuré la coordination de l'ensemble des opérations.

L'étude concernant le phytoplancton selon la méthode d'Utermöhl et l'étude des communautés de macrophytes ont fait chacune l'objet d'un rapport particulier inséré en annexe.

L'interprétation générale de la qualité du lac s'appuie sur les critères et les indices habituels de la diagnose rapide complétés par les conclusions fournies par les études supplémentaires évoquées précédemment. Les résultats obtenus à partir des mesures des micropolluants minéraux et organiques ont été confrontés aux grilles d'interprétation du SEQ-EAU version 2 (cf. annexe). Ce dernier définit 5 classes de qualité représentées par des couleurs et permettant d'évaluer le niveau de qualité de l'eau (bleu : très bon – vert : bon – jaune : moyen – orange : médiocre – rouge : mauvais).

Les indices de la diagnose renvoient à la grille habituelle de correspondance avec le niveau trophique du plan d'eau (CEMAGREF 2003b) consignée dans le Tableau 1 ci-après :

Indice	Niveau trophique
0-15	Ultra oligotrophie
15-35	Oligotrophie
35-50	Mésotrophie
50-75	Eutrophie
75-100	Hyper eutrophie

Tableau 1 : Correspondance entre indices de la diagnose rapide et niveau trophique

1 - PROTOCOLE DE PRELEVEMENTS ET D'ANALYSES

Les prélèvements et les mesures de terrain ont été effectués par la DIREN Rhône-Alpes aux dates de prélèvement indiquées dans le Tableau 2. La position du point des prélèvements de la physico-chimie a été repérée à l'aide d'un GPS, les coordonnées moyennes sont : 46°N 12.574, et 6° E 43.589.

Mesures de terrain	Effectuées le	24/04/2007	19/06/2007	30/07/2007	28/08/2007	22/10/2007
Eaux de surface (lac et affluent)	Prélevées	24/04/2007	19/06/2007	30/07/2007	28/08/2007	22/10/2007
	Reçues au labo	25/04/2007	20/06/2007	31/07/2007	29/08/2007	23/10/2007
Plancton	Prélevé	24/04/2007	19/06/2007	30/07/2007	28/08/2007	22/10/2007
Sédiment	Prélevé	-	-	-	28/08/2007	-
	Reçu au labo	-	-	-	29/08/2007	-

Tableau 2 : Dates de prélèvement et de réception des échantillons de la diagnose du lac de Montriond en 2007

Les échantillons d'eau destinés à l'analyse physico-chimique sont conservés en flacons polyéthylène de 1 litre, ceux du sédiment dans des bocaux en verre, au frais et à l'obscurité dans un délai inférieur à 24 H, depuis le prélèvement jusqu'à la réception par le laboratoire de Chimie des Eaux et des Sédiments du CEMAGREF de Lyon ou par le laboratoire chargé des analyses des micropolluants organiques. Les échantillons biologiques des sédiments (oligochètes, mollusques) sont conservés dans le formol, ceux du plancton dans le lugol.

L'étude de la végétation aquatique a été effectuée les 3 et 4 septembre par les CEMAGREF de Bordeaux et de Lyon avec la participation de la DIREN Rhône-Alpes.

2 - RESULTATS DE PHYSICO-CHIMIE

Les méthodes d'analyses utilisées au laboratoire sont listées dans le tableau de l'Annexe 6.1.

2.1 - Le lac : Caractérisation de la pleine eau

Les résultats des analyses de physico-chimie sont consignés dans les tableaux impairs de l'Annexe 6.2.

Comme cela avait déjà été observé en certaines occasions les années précédentes, la faible transparence mesurée le 19 juin et le 30 juillet a été attribuée à une charge importante en matières minérales provenant de l'onde de crue du Lindaret plutôt qu'au développement du phytoplancton. Lors de ces deux campagnes de terrain, le prélèvement intégré a par conséquent été effectué en se basant sur une valeur fictive de la transparence égale à 4,0 m.

2.1.1 - Profils de température et de l'oxygène dissous

2.1.1.1. - Température

A l'issue du brassage de fin d'hiver, le 24 avril, le lac s'avère très légèrement stratifié (Figure 1). Bien que cette 1^{ère} campagne ait été effectuée 3 semaines plus tôt

que lors des 2 années précédentes, le profil vertical montre que la température est en fait un peu plus élevée qu'en 2006. Elle est, globalement, plus proche de celle de 2005 (cf. rapport 2005). Le temps particulièrement chaud et sec d'avril 2007 explique vraisemblablement ce réchauffement précoce du lac.

Le 19 juin, la stratification est nette entre la surface et -4 m. En dessous, le gradient s'avère beaucoup moins accentué. Dans l'ensemble, le lac est nettement plus froid qu'en juin 2005 et aussi, mais dans une moindre mesure, qu'en juin 2006. Dans les couches proches de la surface, l'écart observé entre 2007 et 2005 atteint 7 à 8°C alors qu'il est plus réduit, environ 2°C, entre 2007 et l'an dernier.

En été, le réchauffement du lac s'avère également très limité par rapport aux années précédentes, notamment pour la période de fin juillet-début août. La différence est particulièrement évidente avec 2005, elle l'est un peu moins avec 2006. Par exemple, le maximum de température à 1m de profondeur s'élève à 18,2°C le 28 août alors qu'il atteignait 22,3°C le 29 juin 2005 et 21,7°C le 1^{er} août 2006. Plus significative encore, car basée sur des moyennes obtenues à diverses profondeurs, est la comparaison visualisée dans le Tableau 3 ci-dessous. Elle confirme la singularité du cycle thermique de l'année 2007 et met en évidence la quasi-absence de réchauffement estival.

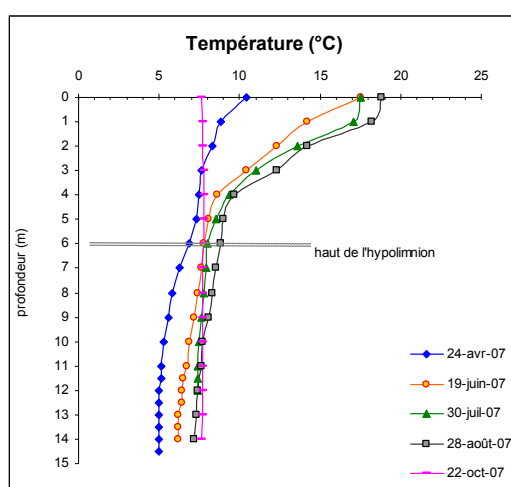


Figure 1 : Profils de température du lac de Montriond en 2007

Les profils de température de 2007 apparaissent donc atypiques, notamment ceux de la saison chaude (voir rapports 2005 et 2006). L'amplitude de la strate intermédiaire, le métalimnion, s'y révèle particulièrement réduite et on observe qu'en dessous de 4 m de profondeur la température n'a jamais dépassé 10°C en 2007, ce qui tranche avec les résultats antérieurs.

C'est évidemment le climat frais et humide du printemps et de l'été 2007 (excepté avril, exceptionnellement chaud et sec) qui explique la médiocrité du réchauffement estival des couches intermédiaires du lac.

Le 22 octobre, en fin de saison, le profil de température est orthograde et les conditions d'une homogénéisation de l'ensemble des eaux sont alors réunies.

profondeur considérée	2007	2006	2005
- 1 m	14,6 °C	15,0 °C	17,1 °C
- 4 à -11 m	7,6 °C	8,5 °C	10,6 °C
- 12 m	6,5°C	6,1 °C	7,2 °C

Tableau 3 : Comparaison des températures moyennes (d'avril à septembre) de 3 tranches d'eau différentes du lac de Montriond en 2005, 2006 et 2007

La forme des courbes estivales nous conduit à considérer que l'hypolimnion débute cette année à environ 6 m de profondeur alors qu'on le percevait plutôt aux alentours de 12 m auparavant. Les calculs concernant l'oxygène dissous s'en ressentent forcément, ce qui entraîne une certaine difficulté pour comparer les résultats (voir § suivant).

Les relevés de température de 2007 et leur comparaison avec ceux des 2 années d'étude antérieures confirment l'influence prépondérante des conditions météorologiques locales vis-à-vis de la thermique du lac.

2.1.1.2. - Oxygène dissous

Les mesures de la première campagne d'avril montrent qu'à l'instar des autres années les couches profondes sont loin d'être réoxygénées après le brassage de fin d'hiver (Figure 2). En effet le taux moyen de saturation en dessous de -9 m ne dépasse pas 60%. Cependant ces valeurs sont supérieures d'environ 25% à celles relevées en 2005 et en 2006. Bien que toujours incomplète à cette époque du cycle annuel, la réoxygénation du lac apparaît meilleure cette année, ce qui est peut être à relier à la douceur et à la pluviosité inhabituelles de l'hiver 2006/2007. On peut également remarquer que cette année le déficit se manifeste plus en profondeur que les années précédentes (-10m contre -6m).

Par la suite, pendant la saison estivale, c'est l'inverse qui est observé puisque les 100% d'O₂ dissous ne sont plus jamais atteints en dessous de 6 m. Seule la strate supérieure est sursaturée, mais avec un taux de saturation qui reste somme toute modéré. Le maximum atteint 113% en surface en août alors qu'auparavant on observait, plus en profondeur, des valeurs qui dépassaient couramment 130% (143% à -4 m en 2006 et 135% à -8 m en 2005).

Les renflements observés sur les profils de saturation des années précédentes, généralement situés entre -4 et -8 m, ont disparu en 2007. Ceux-ci étaient attribués à la fois à l'influence des apports d'eau fraîches bien oxygénés du Lindaret lors des épisodes pluvieux et/ou de l'activité photosynthétique locale. Cette année, l'absence de sursaturations estivales en dessous de 4m est due vraisemblablement à une moindre intensité de la photosynthèse, celle-ci ayant été contrariée par la forte pluviosité estivale. Ceci tend à montrer que celles des années précédentes résultaient de l'activité algale plutôt que d'un effet indirect d'oxygénation par le Lindaret.

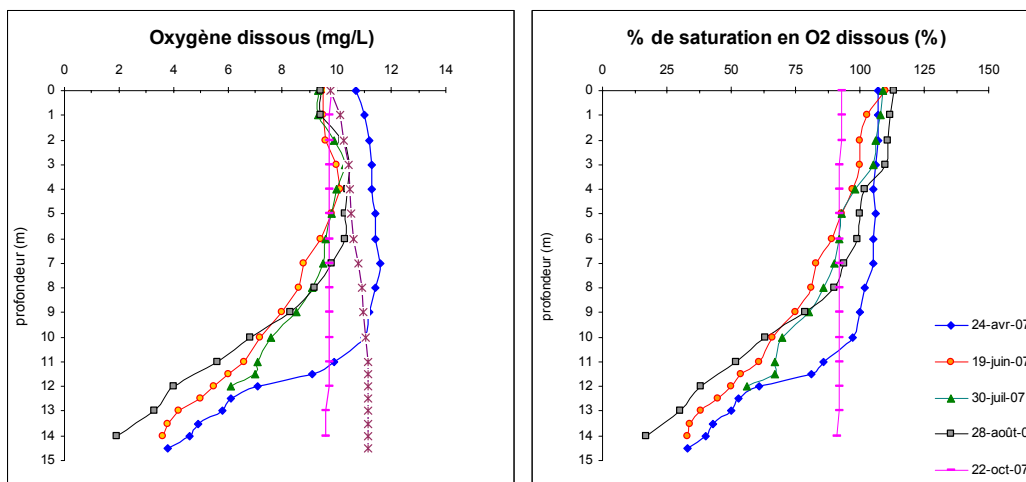


Figure 2 : Profils des teneurs en oxygène dissous (figure de gauche) et de son pourcentage de saturation (figure de droite) dans le lac de Montriond en 2007

Le 22 octobre, le mélange des eaux a apparemment bien eu lieu puisque l'oxygène se distribue de manière homogène et que la réoxygénation de l'ensemble du lac est pratiquement achevée (92% de saturation en moyenne). Ce n'était pas le cas l'an dernier à peu près à la même époque, puisque les strates profondes (<10m) subissaient encore un fort déficit en O₂ dissous (teneur proche de l'anoxie) lors de la campagne du 10 octobre.

A partir des résultats de l'oxygène dissous, on calcule les indices de la diagnose rapide selon la méthode décrite ci-contre.

Calcul des consommations de l'oxygène dissous

Il s'effectue à partir des profils d'oxygène dissous établis quand le milieu est en fin de brassage hivernal (première campagne du 24 avril) et en fin de stratification estivale (ici, c'est la campagne du 28 août qui est choisie).

On considère que l'hypolimnion s'étale de -6 m à -14 m de profondeur (Tableau 4 et Figure 3).

profils des paramètres de terrain						
24-avr-07				28-août-07		
prof.	temp.	O2 dis.	O2 à sat.	prof.	temp.	O2 dis.
0	10,4	10,7	9,76	0	18,8	9,4
1	8,8	11,0	10,13	1	18,2	9,4
2	8,3	11,2	10,26	2	14,2	10,2
3	7,6	11,3	10,44	3	12,3	10,5
4	7,5	11,3	10,46	4	9,7	10,4
5	7,3	11,4	10,52	5	9,0	10,3
6	6,9	11,4	10,62	6	8,8	10,3
7	6,3	11,6	10,78	7	8,5	9,8
8	5,8	11,4	10,92	8	8,3	9,2
9	5,6	11,2	10,98	9	8,1	8,3
10	5,3	11,0	11,07	10	7,7	6,8
11	5,1	9,9	11,13	11	7,6	5,6
11,5	5,1	9,1	11,13	11,5	7,5	4,8
12	5,0	7,1	11,15	12	7,4	4,0
12,5	5,0	6,1	11,15	12,5	7,4	3,7
13	5,0	5,8	11,15	13	7,3	3,3
13,5	5,0	4,9	11,15	13,5	7,3	2,6
14	5,0	4,0	11,15	14	7,2	1,9

Tableau 4 : Profils des températures et de l'oxygène dissous du lac de Montriond utiles au calcul des consommations en O₂

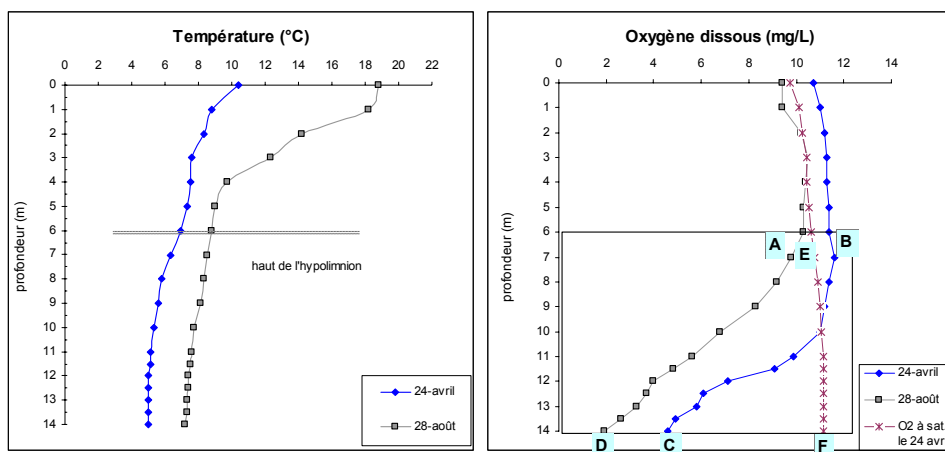


Figure 3 : Profils des températures et seuil de l'hypolimnion (figure de gauche) ; profils de l'oxygène dissous avec zone de calcul (figure de droite)

Les calculs sont réalisés uniquement dans l'hypolimnion représenté dans la Figure 3 à droite par le rectangle. Les points A, B, C, D, E et F correspondent aux intersections entre les limites de profondeur de l'hypolimnion et les profils de l'oxygène dissous établis le 24 avril et le 28 août.

Les paramètres suivants sont calculés (ou déterminés graphiquement) :

- - la consommation totale qui est égale à l'aire ABCD / H, soit $22,85 / 8 = 2,86$ mg/l.
- - la consommation journalière qui est égale à la consommation totale divisée par le nombre de jours séparant les 2 campagnes de mesures, soit $2,86 / 126j = 0,0226$ mg/l/ j ou $22,6$ mg/m³/j.
- - le déficit d'origine qui est égal à l'aire BECF / H, soit 1,51 mg/l.

La consommation totale avec une valeur de 2,86 mg/l et la consommation journalière qui atteint 22,6 mg/m³/j sont moyennes. Elles sont équivalentes à celles de 2005, mais nettement supérieures à celles de l'an dernier (0,79 mg/l et 7 mg/m³/j).

Le déficit d'origine, calculé comme la différence entre les teneurs théoriques correspondant à 100% de saturation et celles, réelles, de la fin du mélange hivernal est de 1,51 mg/l. Cette valeur, largement inférieure à celles des années antérieures (8,42 mg/l en 2006 et 8,25 mg/l en 2005), traduit une meilleure réoxygénation des eaux lors du dernier brassage hivernal. Toutefois, le fait que l'amplitude de l'hypolimnion soit nettement plus forte cette année (limite supérieure à -6m au lieu de -12m) améliore aussi le résultat (d'environ 4 mg/l).

Rappelons que, d'une manière générale, les estimations de consommation de l'oxygène hypolimnique sont peu discriminantes dans le lac de Montriond du fait de sa profondeur réduite et du faible temps de résidence de ses eaux.

L'indice « dégradation » de la diagnose, calculé à partir de la valeur X de la consommation journalière en O₂ dissous (cf. Cemagref 2003b), comme $I_{O_2j} = -50 + 62 * \log_{10}(X + 10)$ est alors de : 43,8.

Il confirme l'indice 2005 (44,6) mais est plus élevé que celui de l'an dernier (26,3).

2.1.2 - Minéralisation de l'eau (conductivité, pH)

Globalement, la composition chimique de l'eau au caractère calco-carbonique affirmé (Figure 4, ci-après et Tableau 1 de l'Annexe 6.2) est analogue à celle des années précédentes.

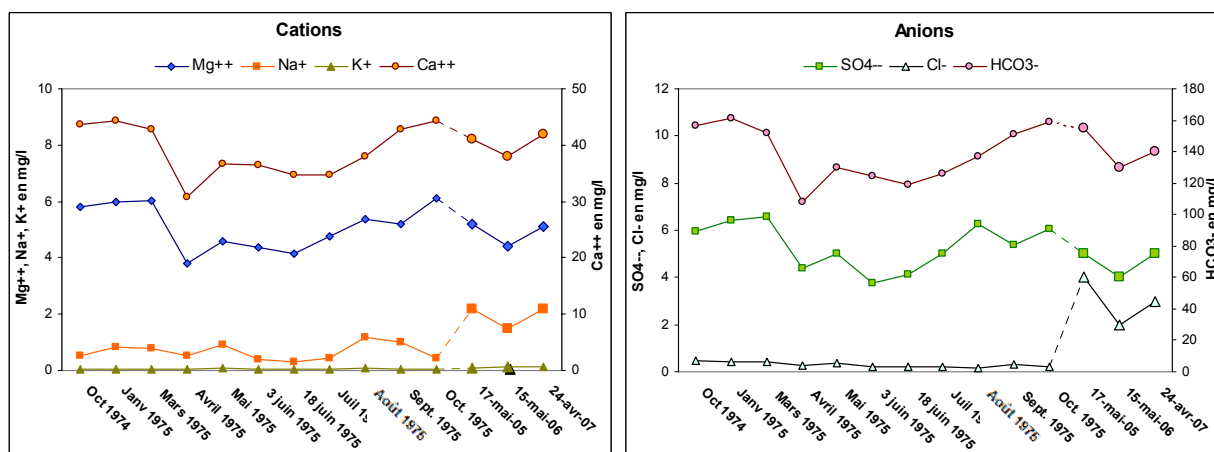


Figure 4 : Composition chimique du lac de Montriond : comparaison année 1975 – printemps 2005, 2006 et 2007 (échantillon intégré)

Les teneurs printanières en ions mesurées cette année sont légèrement plus proches de celles de 2005 que de celles de 2006. L'augmentation des chlorures et du sodium observée depuis 1975 et attribuée au salage plus fréquent des routes en hiver se confirme sur la base de ces 3 années d'étude. Les variations interannuelles, modérées, dépendent des conditions météorologiques ayant lieu en début d'année. Celles-ci entraînent une fonte plus ou moins précoce de la neige et interviennent indirectement sur l'efficacité du brassage des eaux et, par suite, sur la différence de composition ionique que l'on peut observer entre le prélèvement intégré et celui du fond.

La minéralisation globale de l'eau, estimée par la conductivité, se révèle stable sur une base interannuelle. C'est ce que soulignent aussi les moyennes et les gammes de variations consignées dans le Tableau 5, ci-après. Ce résultat paraît logique pour un plan d'eau situé en tête d'un bassin versant montagneux qui par conséquent doit être normalement protégé de l'activité anthropique.

La conductivité augmente du début de l'année à la fin de saison, ce schéma étant le même d'une année à l'autre.

De même pour le pH, les variations sont très réduites tout au cours de l'étude. Elles sont très légèrement plus fortes pour l'échantillon de fond.

	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)			pH		
	2005	2006	2007	2005	2006	2007
Moyenne éch. intégré	250	232	249	8,22	8,11	8,13
Moyenne éch. de fond	287	275	268	7,86	7,65	7,84
Min-max éch. intégré	233-273	207-263	235-267	8,1-8,4	8,1-8,2	8,0-8,3
Min-max éch. de fond	273-317	257-311	253-291	7,7-8,2	7,3-8,1	7,4-8,3

Tableau 5 : moyennes annuelles et gammes de variation de la conductivité et du pH (mesures de terrain)

2.1.3 - Nutriments

2.1.3.1. - Azote

On vérifie en 2007 que le lac est toujours peu pourvu en azote.

L'azote minéral, constitué majoritairement d'azote nitrique, ne dépasse pas en moyenne, comme les années précédentes, 0,3 mg/l. Il disparaît de la pleine eau (échantillon intégré) de juillet à octobre (Figures 5 et 6). L'azote organique (N total – N minéral) est pratiquement indétectable, excepté au fond en avril, ce qui peut être attribué à un effet de remise en suspension de la matière organique sédimentée par le brassage printanier.

Par la suite, contrairement aux années antérieures, on ne retrouve pas de pics d'azote organique en fin d'été.

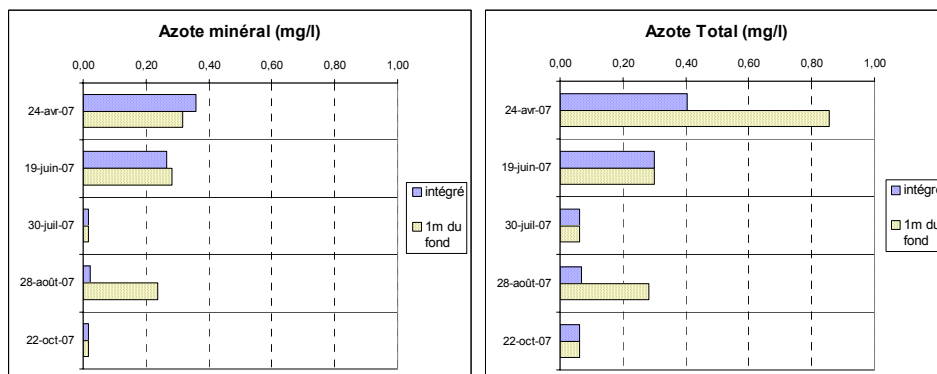


Figure 5 : Evolution temporelle et verticale de l'azote minéral (figure de gauche) et de l'azote total (figure de droite) dans l'eau du lac de Montriond en 2007 1

Les nitrites sont quantifiables uniquement en avril et en août et l'azote ammoniacal ne dépasse le seuil de quantification de manière significative qu'au fond, en avril et en juin.

En général l'azote est un peu moins abondant qu'auparavant. La différence est surtout évidente avec l'azote ammoniacal de l'échantillon de fond (moyennes de 2005 à 2007 : 0,100 ; 0,226 et 0,036 mg/l).

Contrairement aux autres années celui-ci est absent à partir de juillet, ce qui laisse supposer que les conditions d'oxygénation dans l'hypolimnion ont été meilleures au cours de cet été 2007.

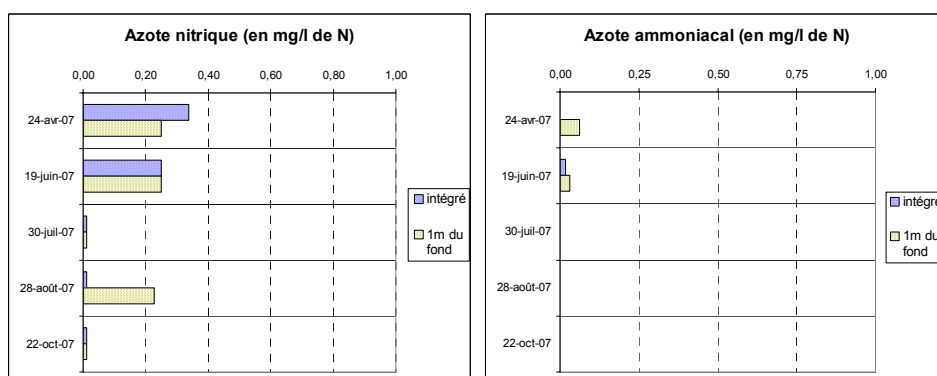


Figure 6 : Evolution temporelle et verticale de l'azote nitrique (figure de gauche) et de l'azote ammoniacal (figure de droite) dans l'eau du lac de Montriond en 2007

L'indice de la diagnose rapide basé sur la teneur de l'échantillon intégré en N total obtenue lors du mélange de fin d'hiver, calculé comme $I_{NTH} = 47 + 65 \cdot \log_{10}(X)$, avec $X < 0,8542$ mg/l est de $I_{NTH} < 42,5$ ou $I_{NTH} \approx 42,5$.

1 Lorsque la valeur réelle est inférieure à la limite de quantification, les valeurs considérées dans les graphiques concernés sont les suivantes : 0,011 mg/l pour N.NO3 ; 0,0015 mg/l pour N.NO2 ; 0,004 mg/l pour N.NH4 ; 0,05 mg/l pour NK ; soit au total 0,0165 mg/l pour N.min et 0,0625 mg/l pour N total.

Il confirme les indices des années précédentes pour classer le lac dans les milieux plutôt pauvres en azote.

2.1.3.2. - *Phosphore*

Le phosphore est toujours aussi peu abondant dans le lac de Montriond (Figure 7 ci-après et tableaux de l'Annexe 6.2). D'une année à l'autre la teneur moyenne en P total reste stable, ce que l'on vérifie par les moyennes annuelles qui sont respectivement de 15, 18 et 14 $\mu\text{g/l}$ de 2005 à 2007 pour l'échantillon intégré. Les variations interannuelles ne sont pas plus fortes pour l'eau du fond. Les maxima sont tous du même ordre : environ 30 $\mu\text{g/l}$.

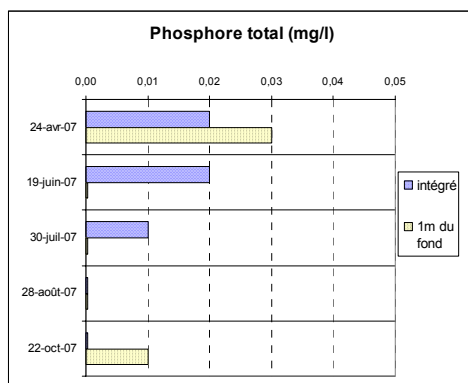


Figure 7 : Evolution temporelle et verticale du phosphore total dans l'eau du lac de Montriond en 2007

Les évolutions saisonnières sont en revanche contrastées d'un cycle d'étude à l'autre. Ainsi, en 2007, les teneurs les plus élevées sont mesurées au printemps, au fond, alors qu'elles sont obtenues en fin d'été en pleine eau en 2005.

2 Dans le calcul des indices, lorsque la valeur réelle est inférieure à la limite de quantification, c'est cette dernière qui est prise en compte (seuils du Tableau 1 de l'Annexe 6.2)

Différentes formes de l'azote et du phosphore

L'Azote

- Azote minéral = azote ammoniacal (N.NH_4^+) + azote nitreux (N.NO_2^-) + azote nitrique (N.NO_3^-)
- Azote Kjeldahl = azote organique + azote ammoniacal
- Azote total = azote minéral + azote organique = azote Kjeldahl + azote nitreux + azote nitrique

Le Phosphore

- Phosphore total = phosphore dissous + phosphore particulaire
- Phosphore dissous = phosphore organique dissous + phosphore minéral dissous (essentiellement les orthophosphates P.PO_4^{3-})
- Phosphore particulaire = phosphore minéral particulaire (constituant des composés chimiques solides ou adsorbés sur les particules) + phosphore organique particulaire (phosphore cellulaire des organismes, acides nucléiques, enzymes, etc.)
- Dans le sédiment, le phosphore minéral particulaire est constitué du phosphore inorganique non apatitique (PINA), forme facilement remobilisable en pleine eau selon les conditions de pH et d'oxydo-réduction et le phosphore inorganique apatitique (PIA), à l'inverse, très peu disponible.

L'année 2006 se caractérise, elle, par plus de stabilité puisque, contrairement aux deux autres années, le phosphore intégré dépasse constamment le seuil de quantification (cf. rapport 2006).

En 2007, les eaux du lac présentent la particularité d'être toujours dépourvues en orthophosphates (valeurs toutes inférieures au seuil de 0,03 mg PO₄/l). Le phosphore mesuré est donc uniquement organique.

Au cours de ces 2 dernières années on a pu remarquer que les teneurs en orthophosphates de la pleine eau dépendaient étroitement de celles du Lindaret. Cela est encore vérifié en 2007 où les concentrations en orthophosphates du Lindaret sont également inférieures ou proches du seuil de quantification.

L'indice de la diagnose rapide basé sur la teneur de l'échantillon intégré en P total mesurée lors du mélange de fin d'hiver, calculé comme $I_{PTH} = 115 + 39,6 \cdot \log_{10}(X)$, avec $X = 0,02$ mg/l est de : $I_{PTH} = 47,7$.

Cet indice est intermédiaire entre ceux de 2005 et 2006.

Combiné avec l'indice de l'azote, il constitue l'indice « nutrition » qui prend la valeur de 45,1 (en fait, il est inférieur à 45,1). Il caractérise un milieu mésotrophe.

Élément limitant

Le phosphore minéral utilisé habituellement pour calculer le rapport N/P n'étant à aucun moment quantifiable cette année, on considère donc que c'est cet élément qui limite en premier la production planctonique.

2.1.4 - Silice

Les teneurs en silice, dont la moyenne s'élève à 2,08 mg/l en pleine eau et 2,82 mg/l au fond, sont, comme pour beaucoup d'autres paramètres, intermédiaires entre celles de 2005 et celles de 2006 (moyenne intégrée 2005 : 2,48 mg/l; 2006 : 3,44 mg/l).

Relativement fortes au printemps, elles faiblissent fin août pour atteindre une valeur anormalement réduite en octobre (0,7 mg/l dans l'échantillon intégré). C'est l'essor tardif de la diatomée *Cyclotella* qui en est la cause.

2.1.5 - Paramètres témoins de la production primaire : Transparence et pigments chlorophylliens

2.1.5.1. - Transparence

La transparence de l'année 2007 s'échelonne entre 0,8 et 4,6 m (Figure 8). Elle est proche, en moyenne, de celle de 2006 (2,66 m contre 2,84 m) et nettement inférieure à celle de 2005 (5,82 m). Contrairement aux 2 années précédentes, la transparence est minimale en juin et en juillet.

En fait, son évolution temporelle contraste radicalement d'une année à l'autre.

Avec le recul des 3 cycles d'étude cette dernière apparaît aléatoire et principalement influencée, en dehors des périodes de brassage, par les à-coups du Lindaret qui se produisent au gré des épisodes de fortes pluies. Comme on l'a vu en août 2005 et en juin 2006 il en résulte un panache de matières en suspension minérales qui transite rapidement de l'amont à l'aval du lac (en quelques heures ?) et qui altère la transparence sans que le phytoplancton intervienne de manière notable dans ce processus.

C'est selon toute vraisemblance encore ce phénomène qui explique les faibles valeurs mesurées le 19 juin et le 30 juillet 2007. Cependant comme le suggère la profondeur maximale de colonisation des macrophytes (voir rapport en annexe), dans

l'ensemble, la transparence moyenne de la période pendant laquelle le lac n'est pas pris en glace doit être élevée. En revanche, comme l'an dernier, des transparences aussi élevées que celle du 29 juin 2005 (11,3 m) n'ont pu être observées cette année.

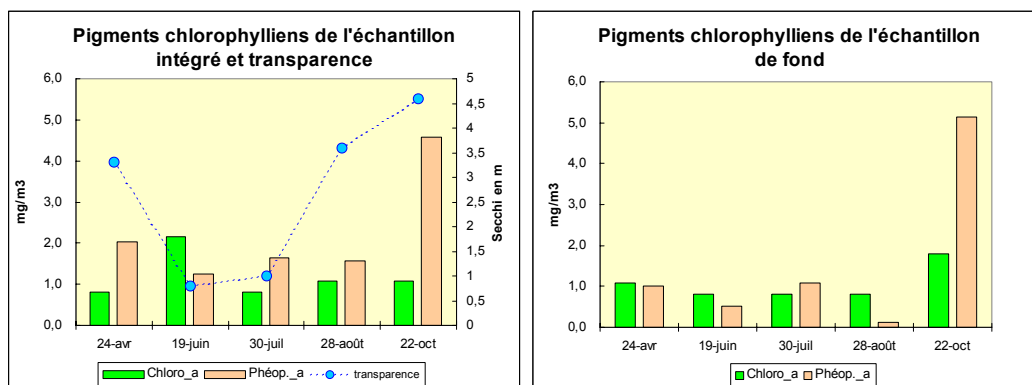


Figure 8 : Evolution temporelle de la transparence et des pigments chlorophylliens de l'échantillon intégré (figure de gauche) et de l'échantillon de fond (figure de droite) mesurée dans le lac de Montriond en 2007

L'indice « transparence » de la diagnose rapide calculé à partir de la moyenne des 3 campagnes d'été est égal à $82 - 66,44 \cdot \log_{10}(1,8)$, ce qui donne 65,0. Il est le plus fort depuis 2005 (28,6 en 2005 et 44,8 en 2006) et situe, cette année, le lac dans les milieux nettement turbides.

2.1.5.2. - Pigments chlorophylliens

Contrairement au paramètre précédent, la biomasse algale se maintient, elle, dans une gamme de valeurs analogues à celle des années antérieures. Elle reste réduite, le plus souvent inférieure à 2 µg/l, excepté le 22 octobre lorsque l'on observe un pic de phéophytine qui avoisine 5 µg/l dans les 2 types d'échantillon (Figure 8). Cette valeur correspond au développement automnal de la diatomée *Cyclotella* dont le peuplement paraît, par la forte proportion de phéophytine mesurée, en voie de sénescence à cette époque. Elle correspond aussi à la valeur maximum de pigments mesurés depuis 3 ans et tire ainsi la moyenne annuelle vers le haut dont la valeur atteint dans l'échantillon intégré 3,4 µg/l en 2007 contre 2,5 µg/l pour les 2 autres années.

La moyenne estivale prise en compte dans le calcul de l'indice apparaît, en revanche, remarquablement stable (2,9 ; 2,7 et 2,8 µg/l de 2005 à 2007).

Cette année, à part la valeur d'octobre, l'évolution temporelle des pigments est moins marquée qu'en 2005 et 2006, sans doute à cause de la météorologie estivale médiocre. Il y a toujours, globalement, peu de différences entre les teneurs de l'échantillon intégré et celui du fond.

L'indice de la diagnose rapide, calculé à partir de la moyenne des 3 valeurs d'été de la somme (chlorophylle_a + phéophytine_a) de l'échantillon intégré, calculé comme $I_C = 16 + 41,89 \cdot \log_{10}(X+0,5)$ vaut 37,9. Il est pratiquement constant pour les 3 cycles d'étude et il témoigne de la faible productivité phytoplanctonique du lac de Montriond. Il confirme que les variations de l'indice « transparence » sont effectivement dues à une turbidité indépendante de la photosynthèse algale.

2.1.6 - **Carbone organique**

Le carbone organique dissous (COD) se maintient également dans une gamme de basses valeurs (en général inférieures à 2 mg/l) qui témoignent à la fois de la productivité réduite du milieu et de sa faible anthropisation.

Les valeurs ont toutefois une légère tendance à augmenter dans la pleine eau depuis 2005 (moyennes de 2005 à 2007 : 1,13 ; 1,35 et 1,67mg/l) sans que l'on puisse déterminer si cette tendance est significative ou non.

2.2 - Le lac : caractérisation du sédiment

Les résultats sont consignés dans le Tableau 11 de l'Annexe 6.3.

Le sédiment voué à l'analyse physico-chimique a été prélevé le 28 août au point de plus grande profondeur, conformément au protocole de la diagnose rapide.

2.2.1 - Phase solide

2.2.1.1. - Texture

Comme les années précédentes, le sédiment profond du lac est constitué majoritairement de particules fines, inférieures à 50 µm qui représentent 97,2% de la matière sèche.

Sur le terrain, il se présente sous l'aspect d'une vase grise, homogène, surmontée d'une mince strate de couleur marron.

Sa teneur en eau, de 65% de la matière humide, et sa teneur en carbonate (2,6% de la matière sèche) révèle qu'il est très légèrement plus fluide et un peu moins carbonaté qu'en 2005 et 2006.

2.2.1.2. - Matière organique

Avec 10,3 % de perte au feu, 3 % de carbone organique et 0,29 % d'azote Kjeldahl, il se révèle un peu plus organique que les années passées.

L'indice de la diagnose rapide basé sur le stock en matière organique du sédiment, calculé comme $I_{PF} = 53 \cdot \log_{10}(X)$ où X est la valeur de la perte au feu est égal à 53,7. Il caractérise un sédiment dont la richesse en matière organique est moyenne.

2.2.1.3. - Phosphore

Le phosphore total contenu dans la phase solide du sédiment n'a pas évolué depuis 2005 puisque sa teneur se maintient à 0,09% de la matière sèche. Cette valeur est un peu élevée pour ce type de milieu. La teneur en phosphore inorganique non apatitique (PINA) qui nous renseigne sur la fraction aisément remobilisable du phosphore est la même que l'an dernier (0,012% MS). Elle représente toujours une part réduite du stock de phosphore total (13%) susceptible d'alimenter, en certaines conditions, la croissance algale. Bien que le stock de phosphore du sédiment soit loin d'être négligeable, son potentiel de nocivité est en fait pratiquement négligeable.

L'indice de la diagnose rapide dit « stockage des minéraux du sédiment », calculé comme $I_{PTS} = 109 + 55 \cdot \log_{10}(X)$ où X est la valeur du pourcentage de P total du sédiment est de 51,5.

2.2.1.4. - Aluminium, calcium, fer, manganèse et micropolluants minéraux

Les résultats des éléments métalliques ainsi que les éléments traces (cyanures, arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc et sélénium) obtenus par le laboratoire du CEMAGREF sont rassemblés dans le Tableau 11 de l'Annexe 6.3.

En 2007, les concentrations obtenues sont globalement comparables à celles des années antérieures trouvées au point profond. Des différences, en général limitées, sont quand même relevées, certains éléments augmentant (Al, Mn, Cd, Pb) alors que d'autres baissent (Fe, As, Cr, Cu, Ni, Zn, Se). On ne peut toutefois dégager une tendance généralisable à l'ensemble de l'échantillon.

Le classement des micropolluants minéraux dans la grille de qualité de l'eau par altération du SEQ-Eau version 2 aboutit au même résultat que l'an dernier pour le mercure et le cadmium qui correspondent à la classe verte, l'arsenic, le chrome, le cuivre, à la classe jaune et le nickel à la classe orange.

Le plomb et le zinc ont changé de classe, moins bonne pour le premier de cet élément qui se retrouve en classe jaune alors que le second se trouve mieux classé puisqu'il monte dans la classe verte. Leurs teneurs, pas trop éloignées de celles de l'an dernier, sont en fait proches de la limite des 2 classes de couleur.

Le sélénium et les cyanures, non répertoriés dans le SEQ-EAU, sont toujours faibles ou non détectables.

2.2.1.5. - Micropolluants organiques

Comme en 2006, 269 substances organiques ont été recherchées dans le sédiment (voir résultats bruts en Annexe 6.10).

Parmi elles, comme l'an passé, on en décompte 16 qui dépassent le seuil de quantification. Ce sont pratiquement les mêmes que l'an dernier.

Certaines sont plus abondantes : le benzène (7,16 au lieu de 4,4 µg/kg MS), le dichlorométhane (32,34 au lieu de 24 µg/kg MS) et la somme des 14 PBDE (48,206 au lieu de 2,295 µg/kg MS³). La forte valeur de la somme de ces derniers composés est uniquement le fait du décabromodiphenyléther.

2 substances sont détectées cette année alors qu'elles ne l'étaient pas en 2006 : le toluène (4,49 µg/kg MS au lieu de < 1,5) et le pesticide 4,4' DDT (29 µg/kg MS au lieu de <25). A l'inverse, 2 substances sont passées sous le seuil de quantification : le benzo (b) fluoranthène (de 463 µg/kg MS à <10) et le dibenzo (a,h) anthracène (< 10 au lieu de 13).

Les 11 autres substances présentes ont toutes baissé cette année, d'un facteur 2 à 3. Ce sont le fluoranthène, le benzo (k) fluoranthène, le benzo (a) pyrène, le benzo (ghi) pérylène, l'indéno(1,2,3 cd) pyrène, le chrysène, le pyrène, le phénanthrène, le benzo (a) anthracène, la somme des 13 PBDE et enfin la somme des penta BDE99 et 100.

Parmi ces composés, 2 d'entre eux se retrouvent classés en jaune par la grille du SEQ ; il s'agit du benzo (a) pyrène et du 4,4' DDT. Les autres sont tous affectés au moins de la couleur verte.

Le benzène, le toluène et le dichlorométhane du sédiment ne sont pas répertoriés par le SEQ.

Les phtalates, quantifiés en 2005, non retrouvés en 2006, ne sont pas non plus détectés en 2007.

2.2.2 - Eau interstitielle

2.2.2.1. - Minéralisation, pH

L'eau interstitielle est toujours légèrement alcaline (pH =7,3) bien que le pH ait légèrement baissé depuis l'an dernier.

Sa conductivité, moyenne, égale à 365 µS/cm, varie peu d'une année à l'autre et elle est en 2007 intermédiaire entre 2005 (375 µS/cm) et 2006 (350 µS/cm).

³ en 2006, les résultats des fiches d'analyse des PBDE avaient été exprimés par erreur en µg/kg MS alors qu'en réalité il s'agissait de ng/kg MS

2.2.2.2. - Phosphore

Le phosphore total interstitiel égal à 0,22 mg/l a sensiblement augmenté depuis l'an dernier, ce qui est dû au phosphore minéral dont la teneur (en orthophosphates) s'est accrue de 0,34 mg/l à 0,61 mg/l. Elle était de 0,41 mg/l en 2005.

L'indice de la diagnose rapide basé sur le P total de l'eau interstitielle, calculé comme $I_{PTI} = 63 + 33 \cdot \log_{10}(X)$ et qui vaut 41,3 est par conséquent plus élevé que précédemment.

Il classe encore le lac dans les milieux dont le sédiment possède une capacité de relargage assez limitée.

2.2.2.3. - Azote

A l'inverse les teneurs en azote ammoniacal ont plutôt diminué puisqu'elles atteignent 3,7 mg/l contre 4,05 mg/l en 2006 et 3,4 mg/l en 2005.

L'indice calculé à partir de ce paramètre, comme : $I_{NH4I} = 18 + 45 \cdot \log_{10}(X+0,4)$ où X est exprimé en mg/l de $N.NH_4^+$, vaut 41,2.

Il est pratiquement identique à l'indice I_{PTI} . L'indice « relargage » est lui aussi par conséquent de 41,3 (41,25) et il situe Montriond dans les milieux dont le sédiment relargue des quantités modérées de nutriments.

2.3 - Synthèse de la physico-chimie du lac

Les différents indices de physico-chimie obtenus au préalable et qui constituent les indices fonctionnels de la diagnose rapide sont rassemblés dans le tableau de l'Annexe 6.7 et figurés dans le graphe synthétisant l'état chimique du plan d'eau (Figure 9, ci-après). Les indices de 2005 et 2006 sont également représentés dans cette figure dans le but d'apprécier leur évolution interannuelle.

On s'aperçoit que les tracés des 3 années sont à peu près équivalents et assez bien équilibrés. Celui de 2007 tend à englober ceux de 2005 et 2006, ce qui traduit une qualité physico-chimique en 2007 un peu moins bonne qu'auparavant.

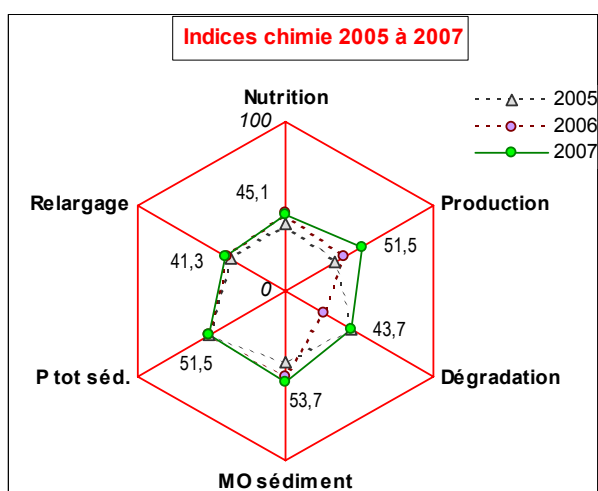


Figure 9 : Comparaison des indices chimiques du lac de Montriond de 2005 à 2007. Les valeurs affichées sont celles des indices 2007. La signification de l'échelle des ordonnées est donnée dans le Tableau 1 de l'avant propos

On remarque que les variations interannuelles les plus nettes sont dues aux indices « production » et « dégradation ». Les autres indices, notamment tous ceux qui font

appel aux éléments nutritifs de l'eau ou du compartiment sédimentaire, sont beaucoup plus stables sur la durée de l'étude triennale.

On a vu précédemment (§ 2.1.5) que les variations de l'indice « production », indice moyen calculé à partir des indices « transparence » et « pigments chlorophylliens », résultent uniquement des fluctuations de la transparence puisque les teneurs en pigments estivales ne changent pratiquement pas d'une année à l'autre. L'efficacité de l'indice « transparence » et par suite de l'indice « production » est en fait sujette à caution dans ce milieu au temps de séjour très court et aléatoire.

La grande stabilité de l'indice « pigments » résulte, lui, plutôt de la faible productivité générale du lac. On peut penser d'ailleurs que la production algale estivale est en partie freinée par ses épisodes de forte turbidité. Cependant, cet indice semble plus à même de caractériser son niveau de production que ne peuvent le faire les indices « transparence » et « production ». Dans ce cas, avec des valeurs allant de 35,4 à 37,9, il s'accorde mieux avec les indices précédents pour classer le lac dans les milieux modérément enrichis en nutriments, de type mésotrophe.

L'indice dégradation présente une forte instabilité interannuelle due à la seule année 2006 qui se distingue des 2 autres par sa valeur particulièrement plus basse. Cet indice est sensible aux écarts d'applicabilité de la diagnose rapide et il est également, ici à Montriond, dans ce lac au renouvellement très rapide qui de plus présente un hypolimnion inconstant, assez peu fiable.

Les autres indices ont peu varié depuis 2005. On note tout de même qu'ils ont en général plutôt augmenté sans que l'on puisse afficher cette tendance comme significative.

D'une manière générale, en 2007, les différents indices de physico-chimie confirment les indices des années précédentes, classent le lac dans la mésotrophie et montrent qu'il n'existe pas de discordance fonctionnelle entre le compartiment de pleine eau et le compartiment sédiment.

On n'observe pas de changements notables dans les teneurs en micropolluants métalliques du sédiment qui se répartissent grosso modo dans les mêmes classes de qualité du SEQ-EAU que l'an dernier.

Il en est à peu près de même pour les micropolluants organiques du sédiment. Comme l'an dernier, 16 substances sur 269 recherchées sont quantifiables. Ce ne sont pas toujours les mêmes puisque, par exemple, le toluène et un pesticide, le 4,4' DDT, apparaissent cette année. Les teneurs en HAP ont baissé d'un facteur 2 à 3 depuis 2006, ce qui a pour résultat d'améliorer leur classement, excepté pour le benzo (a) pyrène qui, avec le 4,4' DDT, sont les deux seules substances à se situer dans la classe jaune du SEQ.

2.4 - Le Lindaret

Les résultats des analyses de physico-chimie sont consignés dans les Tableaux pairs de l'Annexe 6.2.

La qualité physico-chimique des eaux du Lindaret est pratiquement constante depuis l'année 2005. Celles-ci sont toujours fraîches, légèrement alcalines, bien oxygénées et assez peu minéralisées. Les moyennes annuelles de divers paramètres, pH, conductivité, MES, taux d'oxygène dissous, phosphore évoluent peu d'une année à l'autre.

Les teneurs en composés azotés ne dépassent pratiquement pas leur seuil de quantification, excepté pour les nitrates qui confirment cependant par leurs valeurs modestes que le lac est peu pourvu en azote. Ces nitrates semblent avoir connu une légère baisse depuis l'année 2005 comme en témoignent les moyennes annuelles de

2005 à 2007 (calculées ici avec un seuil de quantification unifié de 0,5 mg/l) de 1,12 ; 0,68 et 0,74 mg/l.

Le COD présente une tendance à l'augmentation de 2005 à 2007 (moyennes de 1,01 ; 1,12 et 1,59 mg/l) mais pas plus pour ce paramètre que pour les autres on ne peut considérer, du fait du nombre limité de mesures, que cette hausse est significative.

D'une manière générale, les fluctuations de la composition physico-chimique du Lindaret peuvent être attribuées aux variations climatiques interannuelles. Cependant, il peut s'avérer utile d'estimer quelle influence peuvent avoir sur la qualité du milieu les travaux liés à l'activité touristique effectués dans la partie supérieure du bassin versant.

3 - RESULTATS BIOLOGIQUES

3.1 - Plancton

Les résultats de l'analyse des peuplements phytoplanctoniques sont consignés dans le Tableau 13 en Annexe 6.5. L'évolution temporelle des principaux groupes d'algues est représentée dans la Figure 10, ci-après.

2 classes d'algues, les chrysophycées et les diatomophycées dominent largement le peuplement phytoplanctonique au cours de l'année 2007. Parmi les autres classes, seule la cryptophycée *Cryptomonas (Rhodomonas minuta ?)*, souvent rencontrée au cours de l'étude, dépasse les 10% d'abondance relative et ceci qu'en une seule occasion, en août dans le prélèvement horizontal. En plein été les chlorophycées sont également observées ; il s'agit principalement de chlorococcales et de zygnématales mais leur abondance reste très réduite.

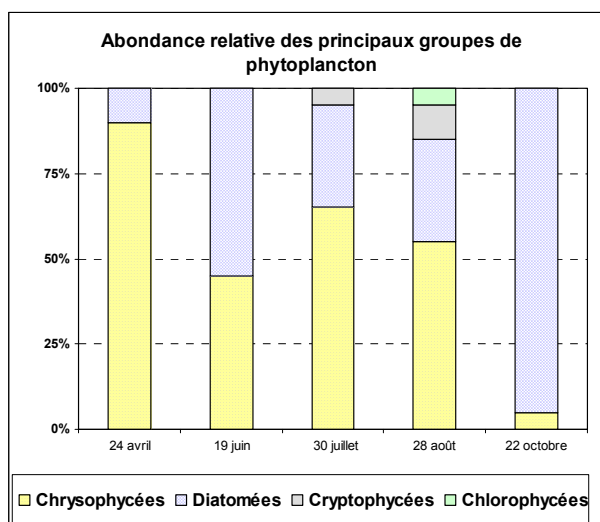


Figure 10 : Evolution temporelle des principaux groupes phytoplanctoniques du lac de Montriond en 2007 (moyennes des 2 échantillons, horizontal et vertical)

D'avril à août, 2 espèces sont régulièrement rencontrées en forte proportion : la chrysophycée *Dinobryon divergens* qu'accompagne quelquefois *Dinobryon sociale* et la diatomée *Fragilaria ulna var. angustissima* (ex *Synedra acus var. angustissima*). La première dépasse le plus souvent 50% du peuplement alors que la seconde en représente une moindre proportion, environ 15 à 30%, excepté en juin dans le prélèvement vertical où elle culmine à 80% d'abondance relative.

D'autres genres de diatomées sont régulièrement présents : autres *Fragilaria*, *Achnanthes*, *Navicula* et surtout *Cyclotella* (*C. cyclopuncta* selon l'INRA) qui en fin de saison, en octobre, occupe la quasi totalité du peuplement algal. Les dinophycées *Ceratium* et *Peridinium* sont bien plus rares qu'auparavant.

On remarque que cette année le zooplancton est en général abondant et diversifié, surtout dans l'échantillon horizontal. Les 3 grands groupes zooplanctoniques sont bien représentés avec les copépodes qui se développent plutôt en début et en fin d'année, les gros cladocères (*Daphnia* notamment) présents de juin à octobre et les rotifères (*Asplanchna*, *Filinia*, *Polyarthra*, *Brachionus*) très nombreux en été.

Par rapport aux 2 études antérieures, le phytoplancton de l'année 2007 se distingue essentiellement par une emprise marquée des diatomées alors que les chlorophycées et surtout les dinophycées ont fortement régressé.

Les compositions en principaux taxons de l'échantillon vertical et de l'échantillon horizontal sont dans l'ensemble proches avec des différences plus prononcées en juin où l'on remarque que *Dinobryon divergens* se complaît à cette époque à proximité de la surface.

L'indice planctonique I_{PL} calculé selon le protocole de la diagnose rapide (2003b) à partir des résultats des 3 campagnes estivales est en 2007 de 21,3.

Nettement inférieur aux 2 années précédentes (44,3 en 2005, 38,3 en 2006), il témoigne, pour l'essentiel, de l'abondance des diatomées et de la raréfaction des dinophycées observées cette année.

Le peuplement algal du lac de Montriond caractérise plutôt ici un milieu oligotrophe.

Comparaison avec la méthode Utermöhl

Le rapport de l'INRA présentant les résultats de phytoplancton selon la méthode Utermöhl figure en annexe 6.11.

Comme les années précédentes, les résultats des 2 méthodes ont été confrontés en utilisant, pour des raisons pratiques, la comparaison entre l'indice planctonique de la diagnose rapide et le même indice reconstitué à partir des abondances relatives obtenues par la méthode Utermöhl (en prenant en compte les comptages cellulaires et en négligeant les groupes repères dont les abondances relatives sont < 10%). Elle aboutit comme en 2005 et 2006 à des résultats qui diffèrent assez largement (cf. Figure 10 et Figure 11).

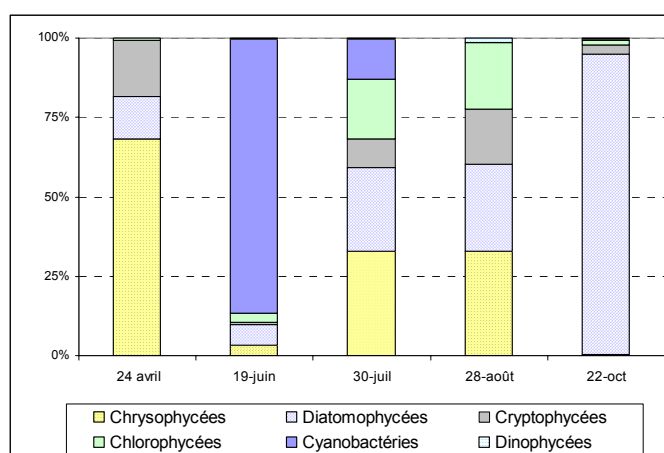


Figure 11 : Evolution temporelle des abondances relatives des principaux groupes phytoplanctoniques obtenus par la méthode Utermöhl en 2007

Campagne par campagne, les écarts de valeurs entre la méthode Utermöhl et la diagnose sont d'avril à octobre de + 3, + 45, + 20, + 10 et 0, les 2 indices étant identiques en octobre.

Si les indices sont pratiquement égaux en début et en fin d'étude, ils diffèrent largement en été et plus particulièrement en juin. L'indice calculé à partir des résultats Utermöhl est pendant la période estivale nettement supérieur à celui de la diagnose rapide, ce qui est l'inverse de ce que l'on constatait les années précédentes. C'est toujours dans la sous estimation par la diagnose rapide des algues de petite taille, et dans une moindre mesure de la surestimation des grandes formes, que réside principalement la cause de ces écarts importants, leur sens (en + ou en -) étant directement lié à la valeur indicielle des espèces concernées (cf. Tableau 16 de l'Annexe 6.8).

Exemple typique, celui de juin, pour lequel l'abondance de la micro cyanophycée *Synechocystis parvula* dont le biovolume est extrêmement réduit ($0,3 \mu\text{m}^3$ selon l'INRA) et qui a été prise en compte uniquement par la méthode Utermöhl tire considérablement l'indice vers les fortes valeurs (64 pour Utermöhl contre 19 pour l'indice planctonique de la diagnose). Il en est de même, mais de manière plus atténuée, en juillet où les indices divergent du fait toujours de la forte emprise sur le peuplement d'algues minuscules représentées alors par cette même cyanophycée et par de petites chlorophycées comme *Chlorella*.

Si l'on reconstitue l'indice Utermöhl à partir des biomasses plutôt qu'en utilisant les abondances relatives, les résultats des 2 méthodes présentent alors beaucoup plus de similitude (écarts d'avril à octobre de + 1, -7, -2, -1 et -3). En fait, même si d'une manière générale les 2 méthodes s'accordent mieux quand on utilise la biomasse, ceci n'est surtout vrai que pour 2007 car ce même calcul refait pour 2006 et 2005 montre que les écarts peuvent selon les années rester très importants (un écart de 15 est souvent dépassé en été).

Les 2 méthodes se différenciant radicalement à la fois par leur mode de prélèvement et par leur mode d'analyse et d'interprétation des peuplements (voir détails dans le rapport 2005), il n'est pas étonnant que les résultats montrent de temps à autre des divergences aussi larges.

Pour autant, bien que dispendieuse en temps de détermination et de comptages cellulaires, la méthode Utermöhl a l'avantage de procurer une connaissance plus rigoureuse de la composition des peuplements et elle s'avère ainsi beaucoup plus informative que celle de la diagnose rapide.

3.2 - Oligochètes (IOBL)

3.2.1 - Matériel et méthodes

3.2.1.1. - Terrain

Les prélèvements ont été réalisés le 28 août 2007 à l'aide d'une benne de type Van Veen sur les cinq points habituellement étudiés à cette occasion sur le lac de Montriond. Plus précisément, les prélèvements cette année ont été réalisés à : -3,5m pour les échantillons de bordure, -9,5 m à l'aval et -9,8 m à l'amont pour les échantillons intermédiaires et -14 m pour le fond.

Sur chaque point, la surface prospectée est constante et correspond à 3 bennes, soit 750 cm^2 .

Les prélèvements ont été suivis, sur le terrain, d'un tamisage à $315 \mu\text{m}$ puis fixés au formol.

3.2.1.2. - Laboratoire

Les différents échantillons sont tamisés à 500 µm et la faune benthique extraite.

Les oligochètes sont montés entre lame et lamelle dans un milieu de montage constitué par un mélange à part égale de glycérine et d'acide lactique pur. Les préparations sont alors chauffées sur une platine pendant environ 30 minutes à 60°C pour assurer l'éclaircissement des individus, opération permettant l'examen des soies et de l'anatomie interne de ces organismes. Les déterminations à l'espèce sont réalisées à l'aide d'un microscope et les effectifs sont rapportés à une surface de 0,1 m².

3.2.1.3. - Analyse faunistique

Les résultats sont consignés dans le Tableau 6, ci-après.

La famille des Tubificidae est, à l'image des résultats des deux années précédentes, la seule représentante du peuplement d'oligochètes sur tous les points échantillonnés du plan d'eau. Au sein de cette famille, les deux grands groupes (Tubificidae avec ou sans soies capillaires) sont observés aux différentes profondeurs.

De manière globale, la diversité gagne cette année une unité par rapport à l'an dernier et trois depuis 2005 (6 taxons en 2007, 5 en 2006 et 3 en 2005). Ce gain d'une unité est dû à l'apparition de *Limnodrilus claparedeanus* observé tout particulièrement sur le secteur amont du plan d'eau.

Enfin l'effectif total recueilli sur l'ensemble des 5 points d'échantillonnage est noté à la baisse ; en 1 an il passe de 4397 à 2253 individus alors qu'il était de 5083 en 2005. Ce glissement observé de la densité en oligochètes est à mettre à l'actif du peuplement des Tubificidae sans soies capillaires qui apparaît cette année beaucoup plus étriqué avec une réduction de plus de 50% par rapport à ce qui avait été noté l'année précédente.

De manière plus précise, à la profondeur -3 m, la famille des Tubificidae est bien représentée sur l'ensemble du plan d'eau et tout particulièrement à l'amont du lac avec une prédominance des organismes pourvus de soies capillaires ; ceux-ci étant bien moins nombreux sur le secteur aval où règnent, cette année, les Tubificidae sans soies capillaires. Toujours à cette profondeur, la diversité est maximale en tête du plan d'eau avec 4 espèces identifiées (3 à l'aval) alors que plus de 91% des effectifs, alors immatures, n'ont pu être reconnus avec précision.

Profondeur théorique	Effectifs (ind. / 0,1 m ²)				
	- 3 m amont	- 10 m amont	Point profond	- 10 m aval	- 3 m aval
Profondeur réelle	-3,5 m	-9,8 m	-14 m	-9,5 m	- 3,5 m
TAXONS					
Tubificidae avec soies capillaires	312	36	148	50	30
<i>Ilyodrilus templetoni</i>	6				8
<i>Potamothrix hammoniensis</i>			6		
<i>Tubifex tubifex</i>	6		36		3
Tubificidae sans soies capillaires	210	372	12	625	294
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	12		9	2	48
<i>Limnodrilus claparedeanus</i>	24			2	
<i>Rhyacodrilus sp.</i>		2			
TOTAL	570	410	211	679	383
IOBL	12,3	10,8	10,0	11,4	10,7

Tableau 6 : Abondances des taxons d'oligochètes du sédiment du lac de Montriond en 2007 et IOBL (les déterminations à la famille correspondent à des organismes immatures)

Par rapport à l'année précédente, la baisse de la densité est remarquable sur le secteur aval et à mettre à l'actif des Tubificidae sans soies capillaires dont le peuplement était particulièrement développé en 2006 sur ce secteur.

Plus en profondeur, à l'isobathe - 10 m, la diversité est plus réduite avec 3 taxons reconnus appartenant aux Tubificidae sans soies capillaires. Le genre *Rhyacodrilus* est présent à l'amont et *Limnodrilus* est noté sur le secteur aval. Parmi les formes immatures, les Tubificidae sans soies capillaires sont nettement plus abondantes que celles avec soies capillaires. Enfin à ce niveau de profondeur, la partie aval du plan d'eau reste, à l'image de ce qui avait été observé 12 mois auparavant, plus densément peuplée que son homologue amont avec cependant un écart plus restreint entre les deux secteurs.

Au niveau du fond (-14 m) deux espèces ont été identifiées, ce qui en intégrant le groupe des Tubificidae avec soies capillaires conduit à une diversité de 3, en légère progression sur un an.

La densité progresse également avec cette année un renforcement de l'effectif Tubificidae avec soies capillaires et un retour des Tubificidae sans soies capillaires déjà présentes en 2005.

3.2.1.4. - Potentiel de minéralisation au niveau des sédiments

L'indice IOBL (AFNOR, 2005), calculé à partir du peuplement d'oligochètes et considéré comme rendant compte de la capacité métabolique globale des sédiments a été retenu.

Cet indice est de la forme : $IOBL = S + 3 \log_{10} (D + 1)$

avec S : nombre total de taxons identifiés parmi 100 individus observés, et D : densité en oligochètes pour 0,1 m².

De manière générale, les valeurs indicielles affichées cette année apparaissent plus homogènes avec un maximum légèrement effrité et un minimum en augmentation très significative par rapport aux résultats obtenus un an plus tôt.

En zone littorale, l'IOBL, maximal à l'amont et donc plus faible à l'aval, rend compte d'une situation inverse à 2006. Au cours de cette dernière année, l'accent avait été mis sur des densités en oligochètes en augmentation (sur un an) sur le secteur - 3 m aval. En 2007 le chemin semble être parcouru dans l'autre sens pour trouver une situation intermédiaire entre celles observées en 2005 et 2006. Les valeurs ainsi notées, à l'amont comme à l'aval, caractérisent un sédiment à fort potentiel métabolique.

A l'isobathe -10 m, les indices apparaissent moins homogènes qu'en 2006 sans pour cela beaucoup diverger. L'indice obtenu à l'amont du lac a abandonné 0,8 unité sur un an alors que son équivalent à l'aval ne s'effrite que de 0,1 point. La situation apparaît donc stable avec des valeurs indicielles caractérisant des sédiments également à fort potentiel métabolique.

Enfin au point le plus profond, l'IOBL régresse d'une unité par rapport au niveau précédent et signe ici la valeur minimale de la série. Il se maintient néanmoins à la moyenne, gagnant presque 2,5 points sur 12 mois. Ce gain s'appuie sur des effectifs plus abondants et une diversité plus étoffée. La capacité métabolique des sédiments à -14 m apparaît donc moyenne à bonne.

Ainsi les résultats obtenus cette année ne présentent pas de fortes variations par rapport à ce qu'ils étaient un an plus tôt.

Il convient simplement, de remarquer qu'il existe :

- une certaine homogénéité des résultats à peine contestée au point le plus profond,

- des peuplements en oligochètes dont les fluctuations apparaissent essentiellement corrélées à la variabilité environnementale naturelle (saisonnière et interannuelle),
- des valeurs indicielles satisfaisantes caractérisant des sédiments à fort potentiel métabolique.

L'indice oligochètes de la diagnose rapide, calculé comme $I_{OL}=126-74*\log_{10}(X+2,246)$ où X est la moyenne des IOBL des prélèvements intermédiaires (-10 m) et du fond atteint la valeur de 44,1 et traduit une assez bonne qualité des peuplements d'oligochètes.

3.3 - Indice Malacologique (IMOL)

L'indice biologique lacustre (IMOL) basé sur les peuplements de mollusques a été calculé à partir de la méthode proposée par Mouthon (1993) ; il s'applique essentiellement aux systèmes lacustres dont la profondeur maximale dépasse 10 mètres.

La liste et les effectifs des mollusques récoltés sont consignés dans le Tableau 7, ci-après.

On retrouve en 2007 l'indice de 2005 correspondant à une bonne qualité biologique du plan d'eau.

	Effectifs (ind. / 0,1 m ²)				
Profondeur théorique	Amont -3 m	Amont -10 m	Point profond	Aval -10 m	Aval -3 m
Profondeur réelle	-3,5 m	-9,8 m	-14 m	-9,5 m	-3,5 m
Espèces de gastéropodes					
<i>Gyraulus laevis</i>	0	0	0	0	5,3
<i>Radix ovata</i>	4	0	0	0	1,3
Espèces de bivalves					
<i>Pisidium casertanum</i>	70,7	93,3	2,7	156	9,3
<i>Pisidium personatum</i>	0	0	0	1,3	0
<i>Pisidium nitidum</i>	2,7	0	0	0	1,3
<i>Pisidium subtruncatum</i>	2,7				

Tableau 7 : Abondance des espèces de mollusques collectés dans le lac de Montriond en 2007

A noter que de l'importante population de *Pisidium nitidum* (156 individus pour 0,1 m²) apparue en 2006 dans la zone littorale, probablement consécutive à une plus forte intensité des crues du Lindaret, ne subsistent plus que quelques individus. Au point amont, ils cohabitent avec quelques spécimens de *P. subtruncatum* espèce non répertoriée jusqu'ici dans le lac.

Cette analyse des peuplements de mollusques conduit, par la présence du bivalve *Pisidium casertanum* à -14 m, à une valeur de l'indice IMOL de 7 (voir grille en Annexe 6.9).

L'indice « Mollusques » IM de la diagnose rapide calculé à partir de ce dernier indice, par la formule $IM = 122 - 92 * \log_{10}(IMOL+1,734)$, est alors de 35,4.

Sa valeur traduit une bonne qualité des peuplements malacologiques.

3.4 - Etude des macrophytes

L'étude des macrophytes réalisée cette année les 3 et 4 septembre par l'équipe spécialisée du CEMAGREF de Bordeaux fait l'objet d'un rapport particulier déposé en Annexe 6.12.

La méthode utilisée cette année suit le protocole d'échantillonnage des macrophytes en plans d'eau proposé par le CEMAGREF (Dutartre & Bertrin, 2007) dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre Européenne appliquée aux plans d'eau. Elle consiste à qualifier les peuplements de macrophytes en étudiant plusieurs unités d'observation.

Les résultats montrent que la richesse spécifique des macrophytes reste peu importante du fait de caractéristiques hydromorphologiques limitantes.

Une seule espèce, *Potamogeton alpinus*, possède une valeur patrimoniale alors que l'espèce exotique *Elodea nuttalli* constitue plutôt un indice de perturbation de l'écosystème.

4 - SYNTHÈSE GÉNÉRALE

Les indices moyens de chimie de l'eau et du sédiment des 3 années d'étude sont rassemblés dans la Figure 12 au côté des indices biologiques, ce qui donne une représentation synthétique de l'état du plan d'eau et permet d'apprécier visuellement les évolutions interannuelles.

Sur la durée des 3 cycles d'étude, les différents indices se cantonnent quasiment, à une exception notable près, l'indice plancton de 2007, dans la gamme des valeurs comprise entre 35 et 50, ce qui d'un point de vue général situe le lac dans la zone mésotrophe selon les critères de la diagnose rapide.

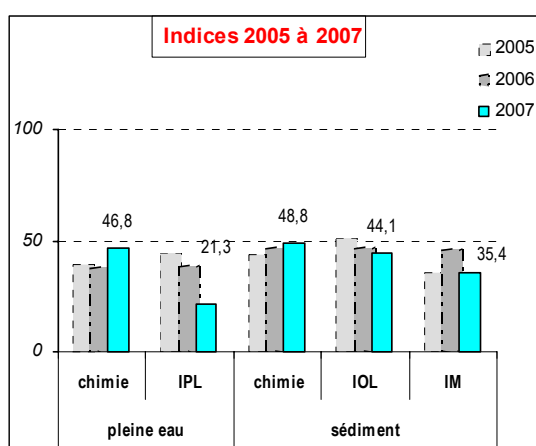


Figure 12 : Comparaison des indices chimiques et biologiques du lac de Montriond en 2005, 2006 et 2007 (IPL : Indice Planctonique ; IOL : Indice Oligochètes ; IM : Indice Mollusques). Les valeurs affichées sont celles des indices 2007. La signification de l'échelle des ordonnées est donnée dans le Tableau 1 de l'avant propos

L'amplitude des variations interannuelles est dans l'ensemble faible, sauf toujours pour l'indice plancton qui se révèle remarquablement bas cette année. Avec une valeur de 21,3 qui résulte pour l'essentiel de la raréfaction des dinophycées de grande taille (cf. § 3.1), il se classe dans la gamme de l'oligotrophie, ce qui s'accorde d'ailleurs mieux avec les conclusions de l'étude du phytoplancton effectuée par l'INRA (voir annexe).

L'indice mollusques paraît lui aussi assez instable mais ce n'est qu'une apparence due à ce que son échelle progresse par paliers de 12 unités d'indice.

De manière globale, aucune tendance nette d'évolution n'est décelée pour l'ensemble des indices, ce qui traduit pour ces 3 années d'étude une réelle stabilité du

milieu. Elle se reflète dans leur moyenne générale qui atteint 39,3 en 2007, 43 en 2006 et 42,8 en 2005.

Le diagnostic est donc le même pour les 3 années : le lac de Montriond apparaît comme un milieu oligo-mésotrophe à mésotrophe, assez pauvre en éléments nutritifs minéraux, peu productif en phytoplancton, au sédiment assez riche en matière organique et en phosphore, ce dernier n'étant pratiquement pas remobilisable. Ce sédiment n'est pas totalement dénué de micropolluants métalliques dont l'origine semble naturelle (géochimique) ainsi que de micropolluants organiques d'origine anthropique.

Le lac héberge des peuplements planctoniques et benthiques de bonne qualité. Sa transparence, qui peut varier très rapidement sous l'effet des crues du Lindaret, permet néanmoins lorsque l'habitabilité des berges est suffisante, la croissance des macrophytes à plus de 4 m de profondeur. La richesse spécifique de ces macrophytes reste toutefois peu importante.

Enfin, on rappellera que du point de vue hydrodynamique, le contexte géographique, les faibles dimensions et le temps de séjour réduit du lac l'amène à répondre très rapidement aux variations météorologiques locales. Dans ce contexte il est légitime de penser que les quelques fluctuations interannuelles observées au cours de ces 3 années d'étude en dépendent directement.

5 - REFERENCES CITEES

AFNOR, (2005). Qualité de l'eau - Détermination de l'indice oligochètes de bioindication lacustre (IOBL). NF T90-391.

Cemagref (2003a). Actualisation de la méthode de diagnose rapide des plans d'eau - analyse critique des indices de qualité des lacs et propositions d'indices de fonctionnement de l'écosystème lacustre. CEMAGREF - Lyon, Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, 110 p.

Cemagref (2003b). Protocole actualisé de la diagnose rapide des plans d'eau. CEMAGREF - Lyon, Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, 24 p.

Dutartre, A., Bertrin, V., (2007). Méthodologie d'étude des macrophytes en plans d'eau. Mise en œuvre de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau. CEMAGREF Bordeaux- UR Réseaux, Epuration et Qualité des eaux, 25 p.

MEDD & Agences de l'eau, (2003). Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau-Rapport de présentation SEQ-EAU (version 2). 105 p.

Mouthon, J., (1993). Un indice biologique lacustre basé sur l'examen des peuplements de mollusques. Bull. Fr. Pêche Piscic., 331 : 397-406.

6 - ANNEXES

6.1 - Méthode d'analyses utilisées

6.2 - Physico-chimie des eaux de surface

6.3 - Physico-chimie du sédiment

6.4 - Physico-chimie de terrain

6.5 - Peuplements phytoplanctoniques

6.6 - Grille d'aide à l'interprétation des principaux paramètres de la diagnose rapide

6.7 - Indices chimiques et biologiques caractérisant le lac de Montriond en 2007

6.8 - Mode de calcul de l'Indice Phytoplancton (I_{PL})

6.9 - Tableau standard de détermination de l'indice IMOL

6.10 - Résultats des analyses de micropolluants (CARSO-LSEH de Lyon)

6.11 - Phytoplancton selon la méthode Utermohl (INRA)

6.12 - Etude des macrophytes (CEMAGREF de Bordeaux)

6.1 - Méthode d'analyses utilisées

Eaux de surface et eau interstitielle	Références	Unités
Transparence	Disque de Secchi	mètre
Température (profil vertical)	Thermomètre à sonde de profondeur	Degré Celsius
Oxygène dissous et (profils)	Oxymètre avec sonde de profondeur	mg/l
% de saturation en O2 dissous	Oxymètre avec sonde de profondeur	%
pH	NF T 90-008	Unité pH
Conductivité à 25°C	NF EN ISO 27888	µS/cm
Matières en Suspension	NF EN 872 Millipore type AP 4004705	mg/l
Carbone Organique Dissous	NF EN 1484	mg/l
Azote Kjeldahl en N	NF EN 25663	mg/l
Phosphore total	NF EN ISO 6878	mg/l
Hydrogénocarbonates HCO ₃ ⁻	NF EN ISO 9963-1	mg/l
Silice SiO ₂	NF T 90-007	mg/l
Nitrites NO ₂ ⁻	NF EN 26777	mg/l
Nitrates NO ₃ ⁻	NF EN ISO 10304	mg/l
Sulfates SO ₄ ⁻	NF EN ISO 10304	mg/l
Chlorures Cl ⁻	NF EN ISO 10304	mg/l
Calcium Ca ⁺⁺	NF EN ISO 14911	mg/l
Magnésium Mg ⁺⁺	NF EN ISO 14911	mg/l
Dureté	NF T 90003	° TH
Sodium Na ⁺	NF EN ISO 14911	mg/l
Potassium K ⁺	NF EN ISO 14911	mg/l
Orthophosphates PO ₄ ³⁻	NF EN ISO 6878	mg/l
Ammonium NH ₄ ⁺	NF T 90-015-2	mg/l
Chlorophylle_a et phéophytine_a	NF T 90-117	mg/m ³
Sédiments		
Granulométrie	Interne	% matière sèche
Refus > 2 mm	Interne	% éch. total
Teneur en eau	Interne	% éch. total
Carbonates CaCO ₃		% matière sèche
Perte au feu	Interne	% matière sèche
Carbone minéral	Analyseur élémentaire	% matière sèche
Carbone organique	Analyseur élémentaire	% matière sèche
Azote Kjeldahl	NF EN 25663	% matière sèche
Phosphore total	NF EN ISO 6878	% matière sèche
Cyanures totaux	NF T 90-107	% matière sèche
Minéralisation pour éléments traces *	NF EN 13346	
Aluminium	NF EN ISO 12020 par SAA flamme	mg/kg sec
Fer	FD T 90-112 par SAA flamme	mg/kg sec
Manganèse	FD T 90-112 par SAA flamme	mg/kg sec
Sélénium	NF EN ISO 17294-2 par ICP-MS	mg/kg sec
Cadmium	NF EN ISO 17294-2 par ICP-MS	mg/kg sec
Chrome total	NF EN ISO 17294-2 par ICP-MS	mg/kg sec
Cuivre	NF EN ISO 17294-2 par ICP-MS	mg/kg sec
Mercure**	NF EN 1483	mg/kg sec
Nickel	NF EN ISO 17294-2 par ICP-MS	mg/kg sec
Plomb	NF EN ISO 17294-2 par ICP-MS	mg/kg sec
Zinc	NF EN ISO 17294-2 par ICP-MS	mg/kg sec
Arsenic	NF EN ISO 17294-2 par ICP-MS	mg/kg sec

NB : Les analyses de phosphore interstitiel (Ptot & PO₄³⁻) sont effectuées après pressage du sédiment sous azote et acidification à pH 3

Éléments soulignés : éléments mesurés à la fois dans l'eau et dans l'eau interstitielle

* : méthode d'extraction avec un four micro-ondes dans un réacteur fermé, minéralisation à l'eau régale

** : analyse effectuée par le service central d'analyse du CNRS

6.2 - Physico-chimie des eaux de surface

Tableau 1 : campagne de diagnose du lac de Montriond du 24/04/2007

Paramètres	Profondeur	
	Intégré (0-8,25 m)	1 m du fond (13,5 m)
pH terrain	8,1	7,6
Conduct. terrain (microS/cm)	236	291
pH labo	8,0	7,8
Conduct. labo 25 °C(microS/cm)	245	290
M.E.S. (mg/l)	< 2	< 2
C.O.D. < 0,22 microns (mg/l)	1,40	1,50
Chlorophylle_a (mg/m ³)	0,8	1,1
Phéophytine_a (mg/m ³)	2,0	1,0
Azote Kjeldahl (mg/l de N)	< 0,5	0,6
Nitrite (mg/l de NO ₂ ⁻)	0,05	0,02
Nitrate (mg/l de NO ₃ ⁻)	1,5	1,1
Azote ammoniacal (mg/l de NH ₄ ⁺)	< 0,02	0,08
Phosphore total (mg/l de P)	0,02	0,03
Orthophosphate (mg/l de PO ₄ ³⁻)	< 0,03	< 0,03
Hydrogénocarbonate (mg/l de HCO ₃ ⁻)	140	175
Silice (mg/l de SiO ₂)	2,3	3,8
Calcium (mg/l)	42	50
Magnésium (mg/l)	5,1	6,2
Sodium (mg/l de Na ⁺)	2,2	3,1
Potassium (mg/l de K ⁺)	< 0,6	0,7
Chlorure (mg/l de Cl ⁻)	3	11
Sulfate (mg/l de SO ₄ ²⁻)	5	6
Dureté TH (°F)	12,6	15,1
Alcalinité TAC en °F	11,5	14,3

Transparence : 3,3 m ; Météo : ensoleillé ; T° ext : 17°C.

Tableau 2 : campagne de diagnose du lac de Montriond du 24/04/2007, Ruisseau du Lindaret

Paramètres	
pH terrain	8,0
Conduct. Terrain à 25 °C(microS/cm)	224
pH labo	8,2
Conduct. labo à 25 °C(microS/cm)	225
M.E.S. (mg/l)	7
Oxygène dissous (mg/l)	10,7
% de saturation en Oxygène dissous (%)	102
C.O.D. < 0,22 microns (mg/l)	1,30
Azote Kjeldahl (mg/l de N)	< 0,5
Nitrite (mg/l de NO ₂ ⁻)	< 0,02
Nitrate (mg/l de NO ₃ ⁻)	1,4
Azote ammoniacal (mg/l de NH ₄ ⁺)	< 0,02
Phosphore total (mg/l de P)	0,03
Orthophosphate (mg/l de PO ₄ ³⁻)	0,03
Hydrogénocarbonate (mg/l de HCO ₃ ⁻)	135

Heure : 14h30 ; T° eau : 8,2 °C.

Physico-chimie des eaux de surface (suite)

Tableau 3 : campagne de diagnose du lac de Montriond du 19/06/2007

Paramètres	Profondeur	
	Intégré (0-10 m)*	1 m du fond (12 m)
pH terrain	8,1	7,8
Conduct. terrain (microS/cm)	235	270
pH labo	8,0	7,9
Conduct. labo 25 °C(microS/cm)	235	270
M.E.S. (mg/l)	5,3	<2
C.O.D. < 0,22 microns (mg/l)	1,55	1,30
Chlorophylle_a (mg/m ³)	2,2	0,8
Phéophytine_a (mg/m ³)	1,2	0,5
Azote Kjeldahl (mg/l de N)	< 0,5	< 0,5
Nitrite (mg/l de NO ₂)	< 0,02	< 0,02
Nitrate (mg/l de NO ₃)	1,1	1,1
Azote ammoniacal (mg/l de NH ₄ ⁺)	0,02	0,04
Phosphore total (mg/l de P)	0,02	< 0,01
Orthophosphate (mg/l de PO ₄ ³⁻)	< 0,03	< 0,03
Silice (mg/l de SiO ₂)	2,9	3,6

Transparence : 0,80 m ; Météo : sec, ensoleillé, pluies importantes le week-end précédent. Lac trouble à l'aspect laiteux.

*Les prélèvements intégrés ont été réalisés en se basant sur une transparence théorique de 4 m car la turbidité n'est pas due au plancton.

Tableau 4 : campagne de diagnose du lac de Montriond du 19/06/2007, Ruisseau du Lindaret

Paramètres	
pH terrain	8,4
Conduct. Terrain à 25 °C(microS/cm)	246
pH labo	8,2
Conduct. labo 25 °C(microS/cm)	250
M.E.S. (mg/l)	15
Oxygène dissous (mg/l)	9,4
% de saturation en Oxygène dissous (%)	98
C.O.D. < 0,22 microns (mg/l)	1,60
Azote Kjeldahl (mg/l de N)	< 0,5
Nitrite (mg/l de NO ₂)	< 0,02
Nitrate (mg/l de NO ₃)	0,80
Azote ammoniacal (mg/l de NH ₄ ⁺)	< 0,02
Phosphore total (mg/l de P)	0,05
Orthophosphate (mg/l de PO ₄ ³⁻)	< 0,03

Heure : 14h10 ; T° eau : 11,7 °C.

Physico-chimie des eaux de surface (suite)

Tableau 5 : campagne de diagnose du lac de Montriond du 30/07/2007

Paramètres	Profondeur	Intégré (0-10 m)*	1 m du fond (12-13 m)
pH terrain		8,0	8,1
Conduct. terrain (microS/cm)		250	253
pH labo		8,2	8,1
Conduct. labo 25 °C(microS/cm)		260	260
M.E.S. (mg/l)		5,1	< 2
C.O.D. < 0,22 microns (mg/l)		2,10	2,00
Chlorophylle_a (mg/m ³)		0,8	0,8
Phéophytine_a (mg/m ³)		1,6	1,1
Azote Kjeldahl (mg/l de N)		< 0,5	< 0,5
Nitrite (mg/l de NO ₂ ⁻)		< 0,02	< 0,02
Nitrate (mg/l de NO ₃ ⁻)		< 1,0	< 1,0
Azote ammoniacal (mg/l de NH ₄ ⁺)		< 0,02	< 0,02
Phosphore total (mg/l de P)		0,01	< 0,01
Orthophosphate (mg/l de PO ₄ ³⁻)		< 0,03	< 0,03
Silice (mg/l de SiO ₂)		2,8	3,1

Heure : 16h00 à 18h30 ; Transparence: 1,0 m ; Météo : ensoleillé à nuageux , vent ; Eaux troubles.

*Les prélèvements intégrés ont été réalisés en se basant sur une transparence théorique de 4 m car la turbidité n'est pas due au plancton.

Tableau 6 : campagne de diagnose du lac de Montriond du 30/07/2007, Ruisseau du Lindaret

Paramètres	
pH terrain	8,6
Conduct. Terrain à 25 °C(microS/cm)	268
pH labo	8,2
Conduct. labo 25 °C(microS/cm)	275
M.E.S. (mg/l)	2,2
Oxygène dissous (mg/l)	9,7
% de saturation en Oxygène dissous (%)	102
C.O.D. < 0,22 microns (mg/l)	2,30
Azote Kjeldahl (mg/l de N)	< 0,5
Nitrite (mg/l de NO ₂ ⁻)	< 0,02
Nitrate (mg/l de NO ₃ ⁻)	< 1,0
Azote ammoniacal (mg/l de NH ₄ ⁺)	< 0,02
Phosphore total (mg/l de P)	< 0,01
Orthophosphate (mg/l de PO ₄ ³⁻)	< 0,03

T° eau : 11,9 °C.

Physico-chimie des eaux de surface (suite)

Tableau 7 : campagne de diagnose du lac de Montriond du 28/08/2007

Paramètres	Profondeur	Intégré	1 m du fond
		(0-9 m)	(13 m)
pH terrain		8,2	7,4
Conduct. terrain (microS/cm)		257	260
pH labo		8,3	8,1
Conduct. labo 25 °C(microS/cm)		265	265
M.E.S. (mg/l)		< 2	< 2
C.O.D. < 0,22 microns (mg/l)		1,65	1,50
Chlorophylle_a (mg/m ³)		1,1	0,8
Phéophytine_a (mg/m ³)		1,6	< 0,3
Azote Kjeldahl (mg/l de N)		< 0,5	< 0,5
Nitrite (mg/l de NO ₂ ⁻)		0,02	0,02
Nitrate (mg/l de NO ₃ ⁻)		< 1,0	1,0
Azote ammoniacal (mg/l de NH ₄ ⁺)		< 0,02	< 0,02
Phosphore total (mg/l de P)		< 0,01	< 0,01
Orthophosphate (mg/l de PO ₄ ³⁻)		< 0,03	< 0,03
Silice (mg/l de SiO ₂)		1,7	2,7

Heure : 10h00 à 14h30 ; Transparence: 3,6 m ; Météo : variable, ensoleillé à nuageux ; pluies avant les prélèvements ; T° air : 21,5 °C.

Tableau 8 : campagne de diagnose du lac de Montriond du 28/08/2007, Ruisseau du Lindaret

Paramètres	
pH terrain	8,4
Conduct. Terrain à 25 °C(microS/cm)	278
pH labo	8,5
Conduct. labo 25 °C(microS/cm)	285
M.E.S. (mg/l)	< 2
Oxygène dissous (mg/l)	10,0
% de saturation en Oxygène dissous (%)	111
C.O.D. < 0,22 microns (mg/l)	1,40
Azote Kjeldahl (mg/l de N)	< 0,5
Nitrite (mg/l de NO ₂ ⁻)	< 0,02
Nitrate (mg/l de NO ₃ ⁻)	< 1,0
Azote ammoniacal (mg/l de NH ₄ ⁺)	< 0,02
Phosphore total (mg/l de P)	< 0,01
Orthophosphate (mg/l de PO ₄ ³⁻)	< 0,03

Heure : 16h25 ; T° eau : 13,9 °C.

Physico-chimie des eaux de surface (suite)

Tableau 9 : campagne de diagnose du lac de Montriond du 22/10/2006

Paramètres	Profondeur	
	Intégré (0-11,5 m)	1 m du fond (13,0 m)
pH terrain	8,25	8,32
Conduct. terrain (microS/cm)	267	267
pH labo	7,7	7,9
Conduct. labo 25 °C(microS/cm)	270	270
M.E.S. (mg/l)	< 2	2,7
C.O.D. < 0,22 microns (mg/l)	1,65	1,60
Chlorophylle_a (mg/m ³)	1,1	4,6
Phéophytine_a (mg/m ³)	1,8	5,1
Azote Kjeldahl (mg/l de N)	< 0,5	< 0,5
Nitrite (mg/l de NO ₂ ⁻)	< 0,02	< 0,02
Nitrate (mg/l de NO ₃ ⁻)	< 1,0	< 1,0
Azote ammoniacal (mg/l de NH ₄ ⁺)	< 0,02	< 0,02
Phosphore total (mg/l de P)	< 0,01	0,01
Orthophosphate (mg/l de PO ₄ ³⁻)	< 0,03	< 0,03
Silice (mg/l de SiO ₂)	0,7	0,9

Heure : 10h00 à 13h00 ; Transparence: 4,6 m ; Météo : temps ensoleillé et froid, T° air : -2°C

Tableau 10 : campagne de diagnose du lac de Montriond du 22/10/2006, Ruisseau du Lindaret

Paramètres	
pH terrain	7,9
Conduct. Terrain à 25 °C(microS/cm)	278
pH labo	8,2
Conduct. labo à 25 °C(microS/cm)	305
M.E.S. (mg/l)	< 2
Oxygène dissous (mg/l)	12,8
% de saturation en Oxygène dissous (%)	101
C.O.D. < 0,22 microns (mg/l)	1,35
Azote Kjeldahl (mg/l de N)	< 0,5
Nitrite (mg/l de NO ₂ ⁻)	< 0,02
Nitrate (mg/l de NO ₃ ⁻)	< 1,0
Azote ammoniacal (mg/l de NH ₄ ⁺)	< 0,02
Phosphore total (mg/l de P)	< 0,01
Orthophosphate (mg/l de PO ₄ ³⁻)	< 0,03

Heure : 16h25 ; T° eau : 0,7 °C

6.3 - Physico-chimie du sédiment

Tableau 11 : campagne de diagnose du lac de Montriond du 28/08/2007

Caractéristiques du sédiment

	Résultats
Paramètres profondeur	-13,5 m
<u>Phase solide</u>	
Granulométrie (% du poids sec)	
0 à 50 microns (%)	97,2
50 à 200 microns (%)	2,4
200 à 500 microns (%)	0,4
500 à 2 000 microns (%)	0
refus > 2 mm (g P.sec/l)	0
Teneur en eau (% du poids humide)	65,0
Carbonates CaCO ₃ (% du poids sec)	2,6
Perte au feu (% du poids sec))	10,3
Carbone organique (% du poids sec)	3,0
Carbone minéral (% du poids sec)	< 0,2
Azote kjeldahl (% du poids sec)	0,29
C/N	10,3
Phosphore total (% du poids sec)	0,09
PINA (% du poids sec)	0,012
Cyanures totaux	Non détectés
Aluminium (mg/kg du poids sec)	74479
Fer (mg/kg du poids sec)	45424
Manganèse (mg/kg du poids sec)	2770
Arsenic (mg/kg du poids sec)	10,4
Cadmium (mg/kg du poids sec)	0,38
Chrome (mg/kg du poids sec)	91,6
Cuivre (mg/kg du poids sec)	54,6
Mercuré (mg/kg du poids sec)	0,118
Nickel (mg/kg du poids sec)	68,3
Plomb (mg/kg du poids sec)	45,1
Zinc (mg/kg du poids sec)	102,7
Sélénium (mg/kg du poids sec)	0,79
<u>Eau interstitielle</u>	
pH	7,3
Conductivité à 25°C (microS/cm)	365
Phosphore total (mg/l de P)	0,22
Orthophosphate (mg/l de PO ₄ ³⁻)	0,61
Azote ammoniacal (mg/l de NH ₄ ⁺)	3,70
Cyanures (mg/l de CN ⁻)	Non détectés

6.5 - Peuplements phytoplanctoniques

Tableau 13 : liste des taxons phytoplanctoniques dominants recensés dans le lac de Montriond en 2007

Date campagne	prélèvement	Taxons dominants	% d'abondance relative	Classe d'abondance	Position systématique	Valeur indicie	Participation à l'IP	IP = Indice planctonique	Moyenne IP H, V
24/04/07	Horizontal	Dinobryon divergens	85	4	Chrysophycées	5	20	23	24
		Fragilaria ulna var. acus + var. angustissima	15	1	Diatomophycées	3	3		
	Vertical	Dinobryon divergens	> 90	5	Chrysophycées	5	25	25	
		Fragilaria ulna var. acus + var. angustissima	< 10	0	Diatomophycées	3	0		
19/06/07	Horizontal	Dinobryon divergens	≤ 70	3	Chrysophycées	5	15	21	19
		Fragilaria ulna var. angustissima	≥ 30	2	Diatomophycées	3	6		
	Vertical	Dinobryon divergens	20	1	Chrysophycées	5	5	17	
		Fragilaria ulna var. angustissima	80	4	Diatomophycées	3	12		
30/07/07	Horizontal	Dinobryon divergens	60	3	Chrysophycées	5	15	21	21
		Fragilaria ulna var. angustissima	≥ 30	2	Diatomophycées	3	6		
		Cryptomonas sp.	≤ 10	0	Cryptophycées	9	0		
	Vertical	Dinobryon divergens + Dinobryon sociale	60	3	Chrysophycées	5	15	21	
		Fragilaria ulna var. angustissima	≥ 30	2	Diatomophycées	3	6		
		Chlorococcales	≤ 10	0	Chlorophycées	12	0		
28/08/07	Horizontal	Dinobryon divergens	60	3	Chrysophycées	5	15	27	24
		Cryptomonas sp.	15	1	Cryptophycées	9	9		
		Fragilaria + Cyclotella + Achnanthes	15	1	Diatomophycées	3	3		
		Diverses Chlorococcales	≤ 10	0	Chlorophycées	12	0		
	Vertical	Dinobryon divergens	55	3	Chrysophycées	5	15	21	
		Fragilaria ulna var. angustissima	20	1	Diatomophycées	3	3		
		Cyclotella + Achnanthes	20	1	Diatomophycées	3	3		
		Cryptomonas sp.	≤ 5	0	Cryptophycées	9	0		
22/10/07	Horizontal	Cyclotella sp.	> 90	5	Diatomophycées	3	15	15	15
		Dinobryon divergens	≤ 5	0	Chrysophycées	5	0		
		Cryptomonas sp.	≤ 5	0	Cryptophycées	9	0		
		Fragilaria + autres diatomées	≤ 5	0	Diatomophycées	3	0		
	Vertical	Cyclotella sp.	95	5	Diatomophycées	3	15	15	
		Cryptomonas sp.	≤ 5	0	Cryptophycées	9	0		
		Fragilaria + autres diatomées	≤ 5	0	Diatomophycées	3	0		
		Dinobryon divergens	≤ 5	0	Chrysophycées	5	0		

6.6 - Grille d'aide à l'interprétation des principaux paramètres de la diagnose rapide

Tableau 14 : Gammes de variation de quelques paramètres de la diagnose rapide relevées dans un panel d'une cinquantaine de plans d'eau du Bassin RMC (selon rapport Cemagref 2003a)

Compartiment fonctionnel	paramètre	Très faible	faible	moyen	élevé	Très élevé
Nutrition	P total hiver (microg/l)	< 3	3 à 10	10 à 25	25 à 100	> 100
	N total hiver (mg/l)	< 0,3	0,3 à 0,65	0,65 à 1,1	1,1 à 2,7	> 2,7
	N minéral hiver (mg/l)	< 0,1	0,1 à 0,25	0,25 à 0,6	0,6 à 1,5	> 1,5
	SiO ₂ hiver (mg/l)	< 0,5	0,5 à 2	2 à 4	4 à 10	> 10
Production	Transparence été (m)	< 1,25	1,25 à 3	3 à 5	5 à 10	> 10
	Chlo.a+phéo.a été (mg/m ³)	< 1,0	1,0 à 2,3	2,3 à 6,0	6,0 à 25	> 25
Dégradation	Cons. totale en O ₂ (mg/l)	< 1	1 à 3	3 à 6	6 à 9	> 9
	Cons. journ. O ₂ (mg/m ³ /j)	< 1	1 à 15	15 à 30	30 à 60	> 60
Stockage M.O. du sédiment	Perte au feu (%)	< 2,5	2,5 à 5,5	5,5 à 10	10 à 30	> 30
	N kjeldahl (%)	< 0,1	0,1 à 0,25	0,25 à 0,4	0,4 à 1	> 1
Stockage minéral du sédiment	P total (%)	< 0,02	0,02 à 0,05	0,05 à 0,1	0,1 à 0,25	> 0,25
	PINA (%)	< 0,01	0,01 à 0,025	0,025 à 0,05	0,05 à 0,15	> 0,15
Relargage	P tot eau interst. (mg/l)	< 0,05	0,05 à 0,15	0,15 à 0,5	0,5 à 2,5	> 2,5
	N tot eau interst. (mg/l)	< 2	2 à 4	4 à 8	8 à 15	> 15
	N-NH ₄ ⁺ eau interst.(mg/l)	< 1	1 à 4	4 à 6	6 à 16	> 16

6.7 - Indices chimiques et biologiques caractérisant le lac de Montriond en 2007

<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">P total</th> <th>Indice P total hiver</th> </tr> <tr> <th colspan="2">en mg/l</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>intégré</td> <td>0,02</td> <td>47,7</td> </tr> </tbody> </table>		P total		Indice P total hiver	en mg/l			intégré	0,02	47,7	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Indice Nutrition</th> </tr> <tr> <th colspan="2">moyenne I P tot et I N tot hiver</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">45,1</td> </tr> </tbody> </table>	Indice Nutrition		moyenne I P tot et I N tot hiver		45,1										
P total		Indice P total hiver																								
en mg/l																										
intégré	0,02	47,7																								
Indice Nutrition																										
moyenne I P tot et I N tot hiver																										
45,1																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">N total</th> <th>Indice N total hiver</th> </tr> <tr> <th colspan="2">en mg/l</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>intégré</td> <td>< 0,854</td> <td>< 42,5</td> </tr> </tbody> </table> <p>N total = NK+ N-NO2+N-NO3</p>		N total		Indice N total hiver	en mg/l			intégré	< 0,854	< 42,5																
N total		Indice N total hiver																								
en mg/l																										
intégré	< 0,854	< 42,5																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Chloro_a+Phéop_a</th> <th>Indice Pigments</th> </tr> <tr> <th colspan="2">en mg/m3</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>printemps</td> <td>3,4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>été</td> <td>2,4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>fin d'été</td> <td>2,7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>moyenne</td> <td>2,8</td> <td>37,9</td> </tr> </tbody> </table>		Chloro_a+Phéop_a		Indice Pigments	en mg/m3			printemps	3,4		été	2,4		fin d'été	2,7		moyenne	2,8	37,9	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Indice Production</th> </tr> <tr> <th colspan="2">moyenne I pigments et I Transp.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">51,5</td> </tr> </tbody> </table>	Indice Production		moyenne I pigments et I Transp.		51,5	
Chloro_a+Phéop_a		Indice Pigments																								
en mg/m3																										
printemps	3,4																									
été	2,4																									
fin d'été	2,7																									
moyenne	2,8	37,9																								
Indice Production																										
moyenne I pigments et I Transp.																										
51,5																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Secchi</th> <th>Indice Transparence</th> </tr> <tr> <th colspan="2">en m</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>printemps</td> <td>0,8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>été</td> <td>1,0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>fin d'été</td> <td>3,6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>moyenne</td> <td>1,8</td> <td>65,0</td> </tr> </tbody> </table>		Secchi		Indice Transparence	en m			printemps	0,8		été	1,0		fin d'été	3,6		moyenne	1,8	65,0							
Secchi		Indice Transparence																								
en m																										
printemps	0,8																									
été	1,0																									
fin d'été	3,6																									
moyenne	1,8	65,0																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">consommation journalière en O2 dissous</th> <th>Indice Dégradation</th> </tr> <tr> <th colspan="2">en mg/m³/j</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>22,5</td> <td>43,8</td> </tr> </tbody> </table>		consommation journalière en O2 dissous		Indice Dégradation	en mg/m ³ /j				22,5	43,8	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>43,8</td> </tr> </tbody> </table>	43,8														
consommation journalière en O2 dissous		Indice Dégradation																								
en mg/m ³ /j																										
	22,5	43,8																								
43,8																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Perte au feu du sédiment</th> <th>Indice Stockage Mat. Org. du sédiment</th> </tr> <tr> <th colspan="2">en % du poids sec</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>10,3</td> <td>53,7</td> </tr> </tbody> </table>		Perte au feu du sédiment		Indice Stockage Mat. Org. du sédiment	en % du poids sec				10,3	53,7	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>53,7</td> </tr> </tbody> </table>	53,7														
Perte au feu du sédiment		Indice Stockage Mat. Org. du sédiment																								
en % du poids sec																										
	10,3	53,7																								
53,7																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">P total du sédiment</th> <th>Indice Stockage minéraux du sédiment</th> </tr> <tr> <th colspan="2">en % du poids sec</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>0,09</td> <td>51,5</td> </tr> </tbody> </table>		P total du sédiment		Indice Stockage minéraux du sédiment	en % du poids sec				0,09	51,5	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>51,5</td> </tr> </tbody> </table>	51,5														
P total du sédiment		Indice Stockage minéraux du sédiment																								
en % du poids sec																										
	0,09	51,5																								
51,5																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">P total eau interstitielle</th> <th>Indice P total eau inters.</th> </tr> <tr> <th colspan="2">en mg/l</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>0,22</td> <td>41,3</td> </tr> </tbody> </table>		P total eau interstitielle		Indice P total eau inters.	en mg/l				0,22	41,3	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Indice Relargage</th> </tr> <tr> <th colspan="2">moyenne I P tot et I NH4 eau interstielle</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">41,3</td> </tr> </tbody> </table>	Indice Relargage		moyenne I P tot et I NH4 eau interstielle		41,3										
P total eau interstitielle		Indice P total eau inters.																								
en mg/l																										
	0,22	41,3																								
Indice Relargage																										
moyenne I P tot et I NH4 eau interstielle																										
41,3																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">N-NH4 de l'eau interstitielle</th> <th>Indice N-NH4 eau inters.</th> </tr> <tr> <th colspan="2">en mg/l</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>2,88</td> <td>41,2</td> </tr> </tbody> </table> <p>NH4 en N</p>		N-NH4 de l'eau interstitielle		Indice N-NH4 eau inters.	en mg/l				2,88	41,2																
N-NH4 de l'eau interstitielle		Indice N-NH4 eau inters.																								
en mg/l																										
	2,88	41,2																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">IOBL</th> <th>Indice Oligochètes I_{OL}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>10,55</td> <td>44,1</td> </tr> </tbody> </table>		IOBL		Indice Oligochètes I _{OL}		10,55	44,1	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>44,1</td> </tr> </tbody> </table>	44,1																	
IOBL		Indice Oligochètes I _{OL}																								
	10,55	44,1																								
44,1																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">IMOL</th> <th>Indice Mollusques I_M</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>7,00</td> <td>35,4</td> </tr> </tbody> </table>		IMOL		Indice Mollusques I _M		7,00	35,4	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>35,4</td> </tr> </tbody> </table>	35,4																	
IMOL		Indice Mollusques I _M																								
	7,00	35,4																								
35,4																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Indice Plancton I_{PL}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">21,3</td> </tr> </tbody> </table>		Indice Plancton I _{PL}		21,3																						
Indice Plancton I _{PL}																										
21,3																										

6.8 - Mode de calcul de l'Indice Phytoplancton (I_{PL})

Le calcul de l'indice proposé (Cemagref 2003a), est calculé comme ($Q_i \times A_j$).

Les notes des groupes (Q_i) sont définies ci-après :

Groupes algaux	Q _i
Desmidiées	1
Diatomées	3
Chrysophycées	5
Dinophycées et Cryptophycées	9
Chlorophycées (sauf Desmidiées)	12
Cyanophycées	16
Eugléniens	20

Tableau 15 : Coefficients attribués aux groupes algaux repères

Et l'échelle d'abondance relative (A_j) est définie comme suit :

Abondance relative	A _j
0 à ≤ 10	0
10 à ≤ 30	1
30 à ≤ 50	2
50 à ≤ 70	3
70 à ≤ 90	4
90 à ≤ 100	5

Tableau 16 : Classes d'abondance relative du phytoplancton

6.9 - Tableau standard de détermination de l'indice IMOL

Niveau d'échantillonnage	Repères malacologiques	Indices
$Z_1 = 9/10 Z_{max}$	Gastéropodes et Bivalves présents	8
	Gastéropodes absents, Bivalves seuls présents	7
Absence de mollusques en Z_1		
$Z_2 = -10 \text{ m}$ (20 m) ⁽²⁾	- Deux genres ou plus de deux genres de Gastéropodes présents	6
	- Un seul genre de Gastéropode présent	5
	- Gastéropodes absents, pisidies présentes ⁽¹⁾	4
Absence de mollusques en Z_2		
$Z_3 = -3 \text{ m}$ (5-6 m) ⁽²⁾	- Deux genres ou plus de deux genres de Gastéropodes présents	3
	- Un seul genre de Gastéropode présent	2
	- Gastéropodes absents, pisidies présentes (1)	1
	Absence de mollusques en Z_1, Z_2, Z_3	

(1) avec plus d'un individu par échantillon de 3 bennes.

(2) Proposition pour les lacs profonds de grandes dimensions.

6.10 - Résultats des analyses de micropolluants (CARSO-LSEH de Lyon)

CARSO - LABORATOIRE SANTÉ ENVIRONNEMENT HYGIÈNE DE LYON

Laboratoire Agréé pour les analyses d'eaux par le Ministère de la Santé

Professeur Paul CHAMBON
 Directeur du Laboratoire
 Tél. : (33) 04 72 76 16 16
 Fax : (33) 04 78 72 35 03

Accréditation
 N°1-1531
 PORTEE
 disponible sur
 www.cofrac.fr



Rapport d'analyse Page 1 / 10
 Edité le : 30/11/2007

DIREN RHONE ALPES
 Mme Ghislaine BEAUJEU

Sce Eau & Milieux Aquatiques
 208 bis rue Garibaldi

69422 LYON Cedex 03

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai. Il comporte 10 pages.

La reproduction de ce rapport d'analyse n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation, identifiés par le symbole "#".

Identification dossier :	LSE07-25852	Référence contrat :	LSEC06-2611
Identification échantillon :	LSE0708-12599		
Référence client :	Point de plus grande profondeur (- 14 m) Commune : MONTRIOND (74) Prélevé le 28/08/07 à 12H30 Par DIREN RA / M. CHAVALUX Rémy		
NATURE :	Sédiments		
PRELEVEMENT :	Réceptionné le : 29/08/2007		

Les données concernant la réception, la conservation, le traitement analytique de l'échantillon et les incertitudes de mesure sont consultables au laboratoire. Pour déclarer, ou non, la conformité à la spécification, il n'a pas été tenu explicitement compte de l'incertitude associée au résultat.

Date de début d'analyse : 01/09/2007

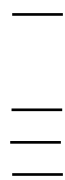
Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Norme	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
Analyses physicochimiques							
<i>Préparation</i>							
Refus de tamisage à 2 mm	ORGSOL	<1	% brut	Tamisage		Méthode interne	
<i>Valeur agronomique</i>							
Phosphore total (P2O5)	ORGSOL	1.49	g/kg MS	ICP/AES après minéralisation aux micro-ondes		M_ST006 et NF EN ISO 11885	#
<i>Analyses physicochimiques de base</i>							
Matières sèches	ORGSOL	38.28	% MB	Gravimétrie		NF ISO 11465	#
Humidité	ORGSOL	61.72	% MB	Gravimétrie		NF ISO 11465	#
Matières volatiles	ORGSOL	8.91	% MS	Gravimétrie			
Matières minérales	ORGSOL	91.09	% MS	Gravimétrie			
Carbone organique (C)	ORGSOL	23	g/kg MS	Oxydation sulfochromique		NF ISO 14235	#

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Norme	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
Métaux							
Minéralisation HCl/HNO3	ORGSOL	-	-	Minéralisation aux micro-ondes		NF EN 13346 partie C	
Aluminium total	ORGSOL	13238.6	mg/kg MS	ICP/AES après minéralisation aux micro-ondes		M_ST006 et NF EN ISO 11885	
Arsenic total	ORGSOL	6.7	mg/kg MS	ICP/AES après minéralisation aux micro-ondes		M_ST006 et NF EN ISO 11885	#
Cadmium total	ORGSOL	<0.5	mg/kg MS	ICP/AES après minéralisation aux micro-ondes		M_ST006 et NF EN ISO 11885	#
Chrome total	ORGSOL	35.9	mg/kg MS	ICP/AES après minéralisation aux micro-ondes		M_ST006 et NF EN ISO 11885	#
Cuivre total	ORGSOL	51.3	mg/kg MS	ICP/AES après minéralisation aux micro-ondes		M_ST006 et NF EN ISO 11885	#
Étain total	ORGSOL	11.3	mg/kg MS	ICP/AES après minéralisation aux micro-ondes		M_ST006 et NF EN ISO 11885	#
Fer total	ORGSOL	30120.30	mg/kg MS	ICP/AES après minéralisation aux micro-ondes		M_ST006 et NF EN ISO 11885	
Manganèse total	ORGSOL	2257.7	mg/kg MS	ICP/AES après minéralisation aux micro-ondes		M_ST006 et NF EN ISO 11885	#
Mercure total	ORGSOL	0.097	mg/kg MS	SAA sans flamme après minéralisation		NF EN 1483	
Nickel total	ORGSOL	59.0	mg/kg MS	ICP/AES après minéralisation aux micro-ondes		M_ST006 et NF EN ISO 11885	#
Plomb total	ORGSOL	23.1	mg/kg MS	ICP/AES après minéralisation aux micro-ondes		M_ST006 et NF EN ISO 11885	#
Zinc total	ORGSOL	82.6	mg/kg MS	ICP/AES après minéralisation aux micro-ondes		M_ST006 et NF EN ISO 11885	#
COV : composés organiques volatils							
BTEX et MTBE							
Benzène	ORGSOL	7.16	µg/kg MS	HS/GC/MS		NF EN ISO 11423-1	
Toluène	ORGSOL	4.49	µg/kg MS	HS/GC/MS		NF EN ISO 11423-1	
Ethylbenzène	ORGSOL	< 1.0	µg/kg MS	HS/GC/MS		NF EN ISO 11423-1	
Xylènes (m + p)	ORGSOL	< 2.0	µg/kg MS	HS/GC/MS		NF EN ISO 11423-1	
Xylène ortho	ORGSOL	< 1.0	µg/kg MS	HS/GC/MS		NF EN ISO 11423-1	
Isopropylbenzène (cumène)	ORGSOL	< 1.0	µg/kg MS	HS/GC/MS		NF EN ISO 11423-1	
Solvants organohalogénés							
C10-C13 chloroalcane à 55% de chlore	SREFC	< 2000	µg/kg MS	NCI/GC/MS		Méthode interne	
1,1,1-Trichloroéthane	ORGSOL	< 1.0	µg/kg MS	HS/GC/MS		Méthode interne	
1,1,2-Trichloroéthane	ORGSOL	< 1.0	µg/kg MS	HS/GC/MS		Méthode interne	
1,1-Dichloroéthane	ORGSOL	< 1.0	µg/kg MS	HS/GC/MS		Méthode interne	
1,1-Dichloroéthylène	ORGSOL	< 1.0	µg/kg MS	HS/GC/MS		Méthode interne	
1,2-Dichloroéthane	ORGSOL	< 1.0	µg/kg MS	HS/GC/MS		Méthode interne	
Chloroforme	ORGSOL	< 1.0	µg/kg MS	HS/GC/MS		Méthode interne	
Cis 1,2-dichloroéthylène	ORGSOL	< 1.0	µg/kg MS	HS/GC/MS		Méthode interne	
Dichlorométhane	ORGSOL	32.34	µg/kg MS	HS/GC/MS		Méthode interne	
Tétrachloroéthylène	ORGSOL	< 1.0	µg/kg MS	HS/GC/MS		Méthode interne	
Tétrachlorure de carbone	ORGSOL	< 1.0	µg/kg MS	HS/GC/MS		Méthode interne	
Trans 1,2-dichloroéthylène	ORGSOL	< 1.0	µg/kg MS	HS/GC/MS		Méthode interne	
Trichloroéthylène	ORGSOL	< 1.0	µg/kg MS	HS/GC/MS		Méthode interne	
Hexachloroéthane	ORGSOL	< 1.0	µg/kg MS	HS/GC/MS		Méthode interne	

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Norme	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
1,2-dichloropropane	ORGSOL	< 1.0	µg/kg MS	HS/GC/MS			
1,3-dichloropropane	ORGSOL	< 1.0	µg/kg MS	HS/GC/MS			
Cis 1,3-dichloropropylène	ORGSOL	< 10.0	µg/kg MS	HS/GC/MS			
Trans 1,3-dichloropropylène	ORGSOL	< 10.0	µg/kg MS	HS/GC/MS			
1,1,2,2-tétrachloroéthane	ORGSOL	< 1.0	µg/kg MS	HS/GC/MS			
3-chloropropène	ORGSOL	< 5.0	µg/kg MS	HS/GC/MS			
1,1,1,2-tétrachloroéthane	ORGSOL	< 5.0	µg/kg MS	HS/GC/MS			
Hexachlorobutadiène	ORGSOL	< 1.0	µg/kg MS	HS/GC/MS			
HAP : Hydrocarbures aromatiques polycycliques							
HAP							
Acénaphthylène	ORGSOL	< 10	µg/kg MS	HPLD/DAD après ASE/CH2Cl2		NF X 33-012	
Fluoranthène	ORGSOL	39	µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE/CH2Cl2		NF X33-012	
Benzo (b) fluoranthène	ORGSOL	< 10	µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE/CH2Cl2		NF X33-012	
Benzo (k) Fluoranthène	ORGSOL	11	µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE/CH2Cl2		NF X33-012	
Benzo (a) pyrène	ORGSOL	18	µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE/CH2Cl2		NF X33-012	
Benzo (ghi) Pérylène	ORGSOL	22	µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE/CH2Cl2		NF X33-012	
Indéno (1,2,3 cd) pyrène	ORGSOL	11	µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE/CH2Cl2		NF X33-012	
Anthracène	ORGSOL	< 10	µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE/CH2Cl2		NF X33-012	
Acénaphthène	ORGSOL	< 10	µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE/CH2Cl2		NF X33-012	
Chrysène	ORGSOL	27	µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE/CH2Cl2		NF X33-012	
Dibenzo (a,h) anthracène	ORGSOL	< 10	µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE/CH2Cl2		NF X33-012	
Fluorène	ORGSOL	< 10	µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE/CH2Cl2		NF X33-012	
Naphtalène	ORGSOL	< 10	µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE/CH2Cl2		NF X33-012	
Pyrène	ORGSOL	25	µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE/CH2Cl2		NF X33-012	
Phénanthrène	ORGSOL	22	µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE/CH2Cl2		NF X33-012	
2-méthyl naphtalène	ORGSOL	< 10	µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE/CH2Cl2		NF X33-012	
2-méthyl fluoranthène	ORGSOL	< 10	µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE/CH2Cl2		NF X33-012	
Benzo (a) anthracène	ORGSOL	14	µg/kg MS	HPLC/FLUO après ASE/CH2Cl2		NF X33-012	
Pesticides							
Pesticides azotés							
Amétryne	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2		XP X33-012	
Atrazine	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2		XP X33-012	
Atrazine déséthyl	PESTS	< 40	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2		XP X33-012	
Cyanazine	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2		XP X33-012	
Desmetryne	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2		XP X33-012	
Hexazinone	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2		XP X33-012	
Metribuzine	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2		XP X33-012	
Prométryne	PESTS	< 25	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2		XP X33-012	

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Norme	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
Propazine	PESTS	< 40	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Sebumeton	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Simazine	PESTS	< 40	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Terbumeton	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Terbutryne	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Terbutylazine	PESTS	< 25	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Terbutylazine déséthyl	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Pesticides organochlorés							
2,4' DDD	PESTS	< 25	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
2,4' DDE	PESTS	< 25	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
2,4' DDT	PESTS	< 25	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
4,4' DDD	PESTS	< 25	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
4,4' DDE	PESTS	< 25	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
4,4' DDT	PESTS	29	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Aldrine	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Chlordane cis (alpha)	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Chlordane beta (trans)	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Dieldrine	PESTS	< 20	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Endosulfan alpha	PESTS	< 50.0	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Endosulfan bêta	PESTS	< 50.0	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Endrine	PESTS	< 25	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
HCH alpha	PESTS	< 20	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
HCH bêta	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
HCH delta	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Heptachlore	PESTS	< 20	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Heptachlore époxyde cis	PESTS	< 20	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Heptachlore époxyde trans	PESTS	< 20	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Lindane (HCH gamma)	PESTS	< 20	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Pesticides organophosphorés							
Cyfluthrine	PESTS	< 200	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Cyperméthrine	PESTS	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Lambda cyhalothrine	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Phoxime	PESTS	< 25	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Azinphos éthyl	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Azinphos méthyl	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Bromophos éthyl	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Bromophos méthyl	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Chlorfenvinphos	PESTS	< 50.0	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Chlormephos	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Chlorpyriphos éthyl	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Chlorpyriphos methyl	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Coumaphos	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Diazinon	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Dichlorvos	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Norme	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
Diméthoate	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Disulfoton	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Ethoprophos	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Fenitrothion	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Fenthion	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Fonofos	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Formothion	PESTS	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Malathion	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Methidathion	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Mevinphos	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Parathion éthyl	PESTS	< 50.0	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Parathion méthyl	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Phosalone	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Pirimiphos ethyl	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Pirimiphos methyl	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Propetamphos	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Pyrazophos	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Terbufos	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Triazophos	PESTS	< 50.0	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Carbamates							
Phenmedipham	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Amides							
Métalaxyl	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Alachlore	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Benalaxyl	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Isoxaben	PESTS	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Mepronil	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Métazachlor	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Métolachlor	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Oxadixyl	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Propanil	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Propyzamide	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Tebutam	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Dimethenamid	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Anilines							
Benfluraline	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Butraline	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Pendimethaline	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Pyrimethanil	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Trifluraline	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Azoles							
Cyproconazole	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Flusilazole	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		



Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Norme	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
Flutriafol	PESTS	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Hexaconazole	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Prochloraze	PESTS	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Propiconazole	PESTS	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Tetraconazole	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Benzonitriles							
Ioxynil	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Bromoxynil	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Aclonifen	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Bifenox	PESTS	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Dichlobenil	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Bromacile	PESTS	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Diazines							
Bentazone	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Fenarimol	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Pyridate	PESTS	< 150	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Dicarboxymides							
Captafol	PESTS	< 200	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Dichlofluanide	PESTS	< 25	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Iprodione	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Procymidone	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Vinchlozoline	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Phénoxyacides							
2,4-DP (Dichlorprop)	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Dinoseb	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Dinoterbe	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Phénols							
DNOC (dinitrocrésol)	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Pyréthroïdes							
Acrinathrine	PESTS	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Bifenthrine	PESTS	< 25	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Permethrine	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Deltaméthrine	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Fenpropathrine	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Pesticides divers							
Bromopropylate	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Chloroneb	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Chlorophacinone	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Chlorothalonil	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Norme	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
cymoxanil	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Ethofumesate	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Fenpropimorphe	PESTS	< 25	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Flurochloridone	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Lenacile	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Norflurazon	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Oryzalin	PESTS	< 25	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Oxadiazon	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Phosphate de tributyle	SREFC	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Propargite	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Pyrifénox	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Terbacile	PESTS	< 25	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Diméthomorphe	PESTS	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	XP X33-012		
Urées substituées							
Chlorotoluron	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Chloroxuron	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Diflubenazuron	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Diuron	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Fénuron	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Isoproturon	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Linuron	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Méthabenzthiazuron	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Metobromuron	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Monuron	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Neburon	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Monolinuron	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Chlorsulfuron	PESTS	< 50	µg/kg MS	HPLC/DAD après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
PCB : Polychlorobiphényles							
PCB par congénères							
PCB 28	ORGSOL	< 20.0	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
PCB 52	ORGSOL	< 20.0	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
PCB 101	ORGSOL	< 20.0	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
PCB 105	ORGSOL	< 20.0	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
PCB 118	ORGSOL	< 20.0	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
PCB 138	ORGSOL	< 20.0	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
PCB 153	ORGSOL	< 20.0	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
PCB 180	ORGSOL	< 20.0	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
PCB 77	ORGSOL	< 20.0	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
PCB 156	ORGSOL	< 20.0	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
PCB 169	ORGSOL	< 20.0	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Norme	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
PCB 126	ORGSOL	< 15.0	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2			
PBDE : Diphénylétherbromés							
Diphénylétherbromés							
Somme des 13 PBDE	SREFC	0.362	µg/kg MS	HRGC/HRMS			
Somme des penta BDE99 et 100	SREFC	0.0780	µg/kg MS	HRGC/HRMS			
Somme des 14 PBDE	SREFC	48.206	µg/kg MS	HRGC/HRMS			
Dérivés du benzène							
Chlorobenzènes							
Monochlorobenzène	ORGSOL	< 5.0	µg/kg MS	HS/GC/MS			
1,2-Dichlorobenzène	ORGSOL	< 5.0	µg/kg MS	HS/GC/MS			
1,3-Dichlorobenzène	ORGSOL	< 5.0	µg/kg MS	HS/GC/MS			
1,4-Dichlorobenzène	ORGSOL	< 5.0	µg/kg MS	HS/GC/MS			
1,2,3-Trichlorobenzène	ORGSOL	< 5.0	µg/kg MS	HS/GC/MS			
1,2,4-Trichlorobenzène	ORGSOL	< 5.0	µg/kg MS	HS/GC/MS			
1,3,5-Trichlorobenzène	ORGSOL	< 5.0	µg/kg MS	HS/GC/MS			
Pentachlorobenzène	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2			
1,2,4,5-tétrachlorobenzène	ORGSOL	< 100.0	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2			
1,2,3,5-tétrachlorobenzène	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2			
1,2,3,4-tétrachlorobenzène	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2			
Hexachlorobenzène (HCB)	ORGSOL	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2			
Chloronitrobenzènes							
2,3-dichloro nitrobenzène	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après extraction ASE/CH2Cl2			
2,4-dichloro nitrobenzène	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après extraction ASE/CH2Cl2			
2,5-dichloro nitrobenzène	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après extraction ASE/CH2Cl2			
3,4-dichloro nitrobenzène	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après extraction ASE/CH2Cl2			
3,5-dichloro nitrobenzène	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après extraction ASE/CH2Cl2			
1-chloro 2-nitrobenzène	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après extraction ASE/CH2Cl2			
1-chloro, 3-nitrobenzène	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après extraction ASE/CH2Cl2			
1-chloro 4-nitrobenzène	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après extraction ASE/CH2Cl2			
Dérivés du toluène							
Chlorotoluènes							
2-chlorotoluène	ORGSOL	< 5.0	µg/kg MS	HS/GC/MS			
4-chlorotoluène	ORGSOL	< 5.0	µg/kg MS	HS/GC/MS			
3-chlorotoluène	ORGSOL	< 5.0	µg/kg MS	HS/GC/MS			
Amines aromatiques							
Chloroanilines							
2-chloroaniline	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2			
3-chloroaniline	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2			
4-chloroaniline	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2			

Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Norme	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
4-chloro, 2-nitroaniline	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
3,4-dichloroaniline	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Dérivés du phénol							
Chlorophénols							
2-chlorophénol	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
3-chlorophénol	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
4-chlorophénol	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
2,3-dichlorophénol	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
2,4-dichlorophénol	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
2,5-dichlorophénol	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
2,6-dichlorophénol	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
3,4-dichlorophénol	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
3,5-dichlorophénol	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
2,3,4-trichlorophénol	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
2,3,5-trichlorophénol	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
2,3,6-trichlorophénol	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
2,4,6-trichlorophénol	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
2,4,5-trichlorophénol	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Pentachlorophénol	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
4-chloro, 3-méthylphénol	ORGSOL	< 100	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
3,4,5-trichlorophénol	ORGSOL	< 250	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Alkylphénols							
Nonylphénols	SREFC	< 100	µg/kg MS	GC/MS après extr. ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Octylphénols	SREFC	< 100	µg/kg MS	GC/MS après extr. ASE/CH2Cl2	Méthode interne		
Phtalates							
Diéthyl phtalate	SREFC	<32	µg/kg MS	GC/MS après ASE	Méthode interne		
Organométalliques							
Organostanneux							
Monobutylétain	SREFC	< 100	µg/kg MS	GC/MS après extr. LL hexane	NF EN ISO 17353		
Dibutylétain	SREFC	< 100	µg/kg MS	GC/MS après extr. LL hexane	NF EN ISO 17353		
Tributylétain	SREFC	< 100.00	µg/kg MS	GC/MS après extr. LL hexane	NF EN ISO 17353		
Tétrabutylétain	SREFC	< 100	µg/kg MS	GC/MS après extr. LL hexane	NF EN ISO 17353		
Monophénylétain	SREFC	< 1000	µg/kg MS	GC/MS après extr. LL hexane	NF EN ISO 17353		
Diphénylétain	SREFC	< 100	µg/kg MS	GC/MS après extr. LL hexane	NF EN ISO 17353		
Triphénylétain	SREFC	< 100	µg/kg MS	GC/MS après extr. LL hexane	NF EN ISO 17353		
Tétraphénylétain	SREFC	< 100	µg/kg MS	GC/MS après extr. LL hexane	NF EN ISO 17353		
Monoocylétain	SREFC	< 200	µg/kg MS	GC/MS après extr. LL hexane	NF EN ISO 17353		
Dioctylétain	SREFC	< 200	µg/kg MS	GC/MS après extr. LL hexane	NF EN ISO 17353		
Triocylétain	SREFC	< 200	µg/kg MS	GC/MS après extr. LL hexane	NF EN ISO 17353		
Tricyclohexylétain	SREFC	< 200	µg/kg MS	GC/MS après extr. LL hexane	NF EN ISO 17353		
Composés divers							



Paramètres analytiques	Résultats	Unités	Méthodes	Norme	Limites de qualité	Références de qualité	COFRAC
Divers							
Biphényle	ORGSOL	< 50	µg/kg MS	GC/MS après ASE/CH2Cl2	Méthode interne		

- ORGSOL** MICROPOLLUANTS DANS LES SEDIMENTS
- SREFC** COMPLEMENT MICROPOLLUANTS DANS LES SEDIMENTS
- PESTS** PESTICIDES DANS LES SEDIMENTS

Stéphanie DEFOUR
Responsable de laboratoire

RAPPORT D'ESSAI

**ANALYSE DES POLYBROMO
DIPHENYL ETHERS (PBDE)
dans 1 sédiment**



Date : 30/11/2007

L'essai LSE07-25852 a été réalisé à la demande de :

DIREN RHONE ALPES
ScE Eau & Milieux Aquatiques
208 bis rue Garibaldi
69422 LYON

A l'attention de **Madame BEAUJEU**

Code Client :

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral.
Il comporte 5 pages.

Le rapport établi ne concerne que les échantillons soumis à l'essai.

Stéphanie DEFOUR
Responsable de laboratoire

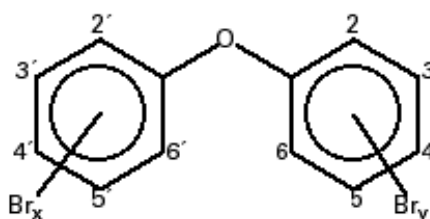
1 OBJET DE L'ESSAI

L'objet de ce rapport d'essai référencé sous le code d'essai LSE07-25852 est l'analyse des diphenyl éthers polybromés (PBDE) dans 1 sédiment.

2 LES COMPOSES A ANALYSER

Les diphenyl éthers polybromés (PBDE) appartiennent à la famille des produits bromés utilisés dans divers matériaux pour les rendre ininflammables.

Structure des diphenyléthers polybromés ($x+y = 1$ à 10)



Parmi les 209 congénères théoriques possibles des PBDE, le nombre de congénères à usage commercial est limité à quelques congénères qui se bio-accumulent et s'amplifient dans l'environnement et les écosystèmes aquatiques et terrestres. Le tableau suivant liste les PBDE qui sont déterminés en accord avec la liste des substances prioritaires dans le domaine de l'eau issue de la Directive Européenne 2000/60/CE et leur bio-accumulation dans l'environnement et les écosystèmes.

Degré de bromation	Congénères PBDE déterminés	IUPAC numérotation
TriBDE	2,2',4-BDE 2,4,4'-BDE	BDE 17 BDE 28*
TetraBDE	2,3',4',6-BDE 2,2',4,4'-BDE 2,3',4,4'-BDE	BDE 71 BDE 47* BDE 66
PentaBDE	2,2',4,4',6-BDE 2,2',4,4',5-BDE 2,2',3,4,4'-BDE	BDE 100* BDE 99* BDE 85
HexaBDE	2,2',4,4',5,6'-BDE 2,2',4,4',5,5'-BDE 2,2',3,4,4',5'-BDE 2,2',3,4,4',5',6-BDE	BDE 154* BDE 153* BDE 138 BDE 183*
HeptaBDE	2,3,3',4,4',5,6-BDE	BDE 190
OctaBDE	2,2',3,4,4',5,5',6-BDE	BDE 203
DecaBDE	Decabromo diphenyl ether	BDE 209*
Somme des OctaBDE		

*Cette liste inclut les huit congénères définis comme les plus importants au "4th Annual Workshop on Brominated Flame Retardants in the Environment" les 17 et 18 juin 2002 au Canada.

3 TRAITEMENT DES ÉCHANTILLONS AVANT EXTRACTION

Sauf spécification du demandeur, les échantillons sont traités comme décrit ci-dessous :

- Échantillons liquides ne contenant pas de particules solides significatives : en fonction de l'apparence, 0,25 à 1 litre d'échantillon est dopé avec la solution de congénères de quantification ^{13}C -PBDE. L'échantillon est ensuite extrait par SPE ou par extraction liquide - liquide.
- Échantillons solides type sédiment : Les solides bruts sont broyés et homogénéisés. Une aliquote de l'échantillon est dopée avec la solution de congénères de quantification ^{13}C -PBDE. Les échantillons contenant plusieurs phases sont filtrés et seule la phase solide est conservée.
- Poissons, viandes et autres tissus : Une aliquote de l'échantillon est homogénéisée et lyophilisée (méthode alternative : la prise d'essai est mélangée avec du sulfate de sodium anhydre et séchée pendant 30 minutes à 1 heure), elle est ensuite dopée avec la solution de congénères de quantification ^{13}C -PBDE.

4 PRINCIPE DE LA METHODE D'ANALYSE

La méthode appliquée permet l'analyse des PBDE listés ci-dessus dans diverses matrices d'échantillons. Elle a été testée pour l'analyse des PBDE dans les eaux et effluents, les sols, les boues, les produits de la mer et les viandes. Le laboratoire participe à l'exercice annuel inter laboratoires international pour les matrices agro-alimentaires organisé par l'Institut Folkehelsea du Ministère de la santé de Norvège.

La méthode comporte les étapes séquentielles d'extraction, de purification et de mesure des PBDE par chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse haute résolution (HRGC/HRMS). L'identification et la quantification des congénères PBDE sont effectuées sur les ions moléculaires ou les ions fragments provenant de la perte de 2 atomes de brome. L'analyse quantitative est obtenue suivant deux principes:

- Quantification par dilution isotopique: Les congénères BDE les plus importants pour lesquels les homologues marqués $^{13}\text{C}_{12}$ -BDE sont disponibles sont quantifiés par dilution isotopique, c'est le cas des congénères BDE 28, 47, 99, 100, 153, 183 et 209. L'instrument est étalonné avec un minimum de quatre solutions pour BDE 209 et 5 solutions pour les autres congénères.
- Quantification par étalonnage interne: Les autres congénères BDE 17, 66, 71, 85, 138, 154, 190, 203 et les octa BDE pour lesquels il n'existe pas de molécules marqués sont quantifiés par étalonnage interne, l'instrument est étalonné avec les mêmes solutions mais les quantifications sont réalisées à partir des isomères marqués.

La solution d'étalons interne de quantification est ajoutée à l'échantillon avant l'étape d'extraction.

La solution d'étalons internes est ajoutée à l'extrait purifié avant l'analyse HRGC/HRMS.

Le décabromo diphenyl ether (BDE 209) est mesuré par HRGC/HRMS lors de la même injection que les autres congénères ou lors d'une seconde injection avec une colonne de chromatographie plus courte pour limiter les phénomènes d'adsorption. La quantification est obtenue par la mesure de deux ions majeurs du massif moléculaire, $(\text{M}+8)^+$ à m/z 957,1699 et $(\text{M}+10)^+$ à m/z 959,1679, ou de deux ions majeurs du massif provenant de la perte de 2 atomes de brome, soit $(\text{M}-\text{Br}_2+6)^+$ à m/z 797,3353 et $(\text{M}-\text{Br}_2+6)^+$ à m/z 799,3333 ainsi que les ions homologues du ^{13}C -BDE 209.

La résolution du spectromètre de masse est de 7000 à 5% vallée.

5 CONTROLE QUALITE

La qualité de l'analyse est assurée par la reproductibilité des étalonnages et le contrôle des étapes de la méthode, extraction, purification et mesure. Des blancs de procédure sont systématiquement réalisés. Avant chaque série d'analyse, la sensibilité et la résolution de l'instrument HRGC/HRMS sont vérifiées avec une solution de calibration. Si cette dernière analyse est satisfaisante par comparaison avec la séquence précédente, l'instrument HRGC/HRMS est étalonné avec la totalité des solutions d'étalonnage.

La résolution de la colonne de chromatographie est acceptable si les deux isomères BDE 71 et 49 sont séparés avec une vallée < 10%.

Chaque congénère quantifié est identifié par le temps de rétention relatif par rapport aux congénères marqués, par le rapport isotopique des deux traces d'ions des ions moléculaires ou des ions fragments spécifiques scrutés lors de l'analyse.

6 INCERTITUDE DE MESURE

L'incertitude de mesure est appréciée par l'analyse répétée d'échantillons de même nature que les échantillons inconnus ou par l'analyse d'un matériau de référence certifié ou préparé en interne au laboratoire ou lors d'essais inter laboratoires.

L'incertitude est en cours d'évaluation.

7 PRELEVEMENTS DES ECHANTILLONS

Les prélèvements ont été réalisés par : le client

8 INFORMATIONS SPECIFIQUES A L'ESSAI

Description	Information
Date de réception des échantillons	29/08/2007
Condition de stockage	Chambre froide
Méthode(s) interne(s) d'analyse	MET-081
Autre(s) Méthode(s) de référence	US.EPA 1614, Projet ISO/WD 22032
Instrument de mesure	HRGC/HRMS
Volume injecté, en µL	1 à 3 µL
Volume final :	20 - 100 µl
Remarques:	Aucune

9 DETAIL DES RESULTATS

Essai LSE07-25852: Echantillon LSE0708-12599							
Enregistrer						PRINT	Print All Pages
Analyse des PBDE dans SEDIMENTS							
						Client LIMS	
Client:	DIREN RHONE ALPES					Date:	30/11/07
Référence client:	Point de plus grande profondeur (- 14 m) <input type="checkbox"/> Commune : MONTRIOND (74) <input type="checkbox"/> Prélevé le 28/08/07 à 12H30 <input type="checkbox"/> Par DIREN RA / M. CHAVALUX Rémy					Teneur en eau, %:	65,48
Date prélev. :						Masse de produit brut analysée, g:	29,01
Heure prélev. :							
Essai CARSO:	LSE07-25852						
Echantillon No.	LSE0708-12599						
Matrice	SEDIMENTS					Masse produit sec, g:	10,01
Date début analyse:	13/11/2007						
Fichier HRGC/HRMS:	29NOVJ0						
Congénères	Abbréviation	pg par extrait	pg/g de produit brut	pg/g de produit sec		LoD pg par extrait	Recovery, %
2,2',4'-Tribromodiphenylether	BDE-17	65,261	2,250	6,517			
2,4,4'-Tribromodiphenylether	BDE-28	206,306	7,111	20,603			11
2,3',4',6'-Tetrabromodiphenylether	BDE-71	19,989	0,689	1,996			
2,2',4,4'-Tetrabromodiphenylether	BDE-47	2015,812	69,484	201,310			44
2,3',4,4'-Tetrabromodiphenylether	BDE-66	59,665	2,057	5,958			
2,2',4,4',6'-Pentabromodiphenylether	BDE-100	174,90	6,029	17,467			78
2,2',4,4',5'-Pentabromodiphenylether	BDE-99	608,25	20,966	60,743			52
2,2',3,4,4'-Pentabromodiphenylether	BDE-85	6,725	0,232	0,672			
2,2',4,4',5,6'-Hexabromodiphenylether	BDE-154	96,002	3,309	9,587			71
2,2',4,4',5,5'-Hexabromodiphenylether	BDE-153	83,199	2,868	8,309			70
2,2',3,4,4',5'-Hexabromodiphenylether	BDE-138					19,44	
2,2',3,4,4',5',6'-Heptabromodiphenylether	BDE-183	259,60	8,948	25,925			74
2,3,3',4,4',5,6'-Heptabromodiphenylether	BDE-190	35,32	1,217	3,527			
Decabromodiphenylether	BDE-209	479080,86	16513,630	47843,516			
2,2',3,4,4',5,5',6'-Octabromodiphenylether	BDE-203	350,70	12,088	35,022			
Somme Octa-bromo diphenyl ether	BDE-194-205	6671,543	229,964	666,255			
Total des BDE, ng/kg de produit brut (lower bound nd=0)			16639				
Total des BDE, ng/kg de produit brut (upper bound nd=LoD)			16639				
Total des PBDE (BDE 99 + 100), ng/kg produit brut (lower bound nd=0)			27				
Total des PBDE (BDE 99 + 100), ng/kg produit brut (upper bound nd=LoD)			27				
Total des octa-BDE (BDE 194 à 205) ng/kg produit brut			230				
Total des BDE, ng/kg de produit sec (lower bound nd=0)				48206			
Total des BDE, ng/kg de produit sec (upper bound nd=LoD)				48208			
Total des PBDE (BDE 99 + 100), ng/kg produit sec (lower bound nd=0)				78			
Total des PBDE (BDE 99 + 100), ng/kg produit sec (upper bound nd=LoD)				78			
Total des octa-BDE (BDE 194 à 205) ng/kg produit sec				666			

***** Fin du rapport d'essai *****

6.11 - Phytoplancton selon la méthode Utermöhl (INRA)



Station d'hydrobiologie lacustre
B.P. 511, F-74203 Thonon-les-Bains Cedex

LE PHYTOPLANCTON DU LAC DE MONTRIOND (HAUTE SAVOIE) en 2007

par

Jean Claude DRUART

et

Frédéric RIMET

Ingénieurs d'Etudes



Lac de Montriond (Hte Savoie, France)

Etude réalisée pour la DIREN Rhône-Alpes

69000 LYON

Thonon, le 10 janvier 2008

DRUART, J.C. et RIMET, F., 2008. Le phytoplancton du lac de Montriond (Haute Savoie) en 2007. INRA-Thonon, Rapport SHL 279-2008, 14p.

1. METHODES D'ETUDE DU PLANCTON

En 2007, 5 campagnes ont été effectuées pour étudier le phytoplancton du lac de Montriond à partir d'échantillons d'eau brute de la couche 0-10 mètres, prélevés avec un appareil intégrateur et fixés immédiatement avec une solution de lugol. Les abondances sont exprimées en nombre de cellules algales ou de colonies par millilitre d'eau brute, puis transformées en biomasse (mg/m³). La valeur 0.2 donnée à quelques taxons indique la présence d'organismes en dehors des comptages effectués à partir des échantillons d'eau brute.

L'examen qualitatif et quantitatif du phytoplancton est effectué sur un microscope inversé ZEISS AXIOVERT 35, après sédimentation des organismes en chambre d'Utermöhl.

2. RICHESSE SPECIFIQUE DU PHYTOPLANCTON

Tableau 1 - Nombre de taxons phytoplanctoniques identifiées dans le lac de Montriond en 2005, 2006 et 2007 :

ANNEE	2005	2006	2007
Nombre de campagnes	5	5	5
Cyanobactéries	0	0	4
Dinophycées	4	2	4
Cryptophycées	3	5	6
Chrysophycées	8	6	10
Diatomophycées	19	10	20
Chlorophycées	9	6	7
Conjuguées ou desmidiées	3	0	0
Euglénophycées	1	0	1
Xanthophycées	0	0	0
Total d'espèces rencontrées	47	29	52

Avec 52 taxons rencontrés dans le lac de Montriond (contre 47 et 29 taxons en 2005 et 2006 respectivement), la diversité spécifique est en progression. Elle reste cependant faible comparé à celle enregistrée dans les autres lacs subalpins de plaine (Annecy, Léman et Bourget) qui est supérieure à 100 taxons. Comme les années précédentes, la diversité spécifique des diatomées reste la plus forte avec 20 taxons (19 en 2005). Viennent ensuite dans l'ordre, les chrysophycées, les chlorophycées. On observe, pour la première fois, la présence de plusieurs taxons de cyanobactéries, dont une espèce de très petite taille (cf. *Synechocystis parvula*).

3. BIOMASSE DU PHYTOPLANCTON

Une première approche pour estimer la biomasse globale du phytoplancton consiste à analyser la concentration en chlorophylle présente dans un volume d'eau déterminé (biomasse pigmentaire). Mais la méthode la plus riche en informations repose sur l'évaluation des biovolumes cellulaires :

$$\text{Biovolume d'une espèce} = \text{volume cellulaire} \times \text{nombre d'individus dénombrés}$$

La masse volumique du phytoplancton étant voisine de l'unité, la connaissance des biovolumes permet l'évaluation de la biomasse de chaque espèce, puis, par cumul, la biomasse des diverses classes du phytoplancton : classes de tailles (nano et microplancton) et classes taxonomiques des algues planctoniques. **Elle représente réellement la production de matière vivante du milieu.**

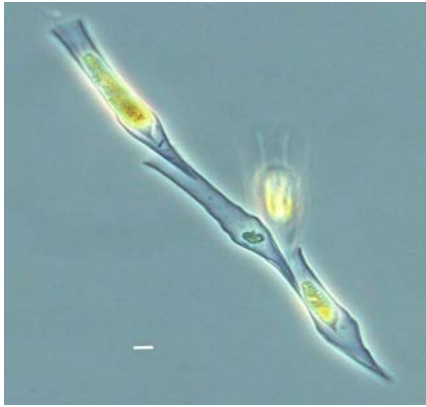
3.1. Importance relative des différentes classes d'algues

En 2007, la biomasse est dominée par les diatomées (61.9%, contre 19% en 2006 et 48% en 2005), les chrysophycées (27,6%, contre 51% en 2006 et 28% en 2005), les cryptophycées (7,7%, contre 27% en 2006 et 5% en 2005). Les autres classes ne sont qu'accompagnantes.

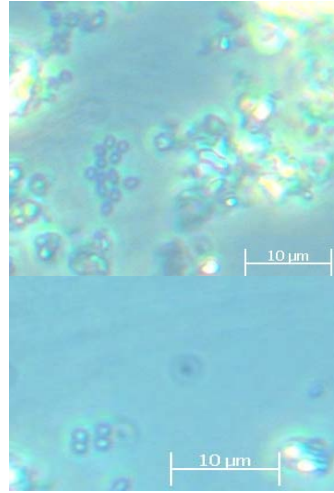
3.2. Les principales espèces et leur abondance relative

En 2007, parmi les 52 taxons observés, seulement 3 taxons représentent plus des 3/4 de la biomasse totale. Il s'agit de deux diatomées, une petite centrique (*Cyclotella cyclopuncta*) avec 41,6%, et une grande pennée (*Fragilaria ulna* var. *angustissima*) avec 22,4%, et d'une chrysophycée (*Dinobryon divergens*) avec 13,7%. Les autres taxons ne présentent que des biomasses inférieures à 3%.

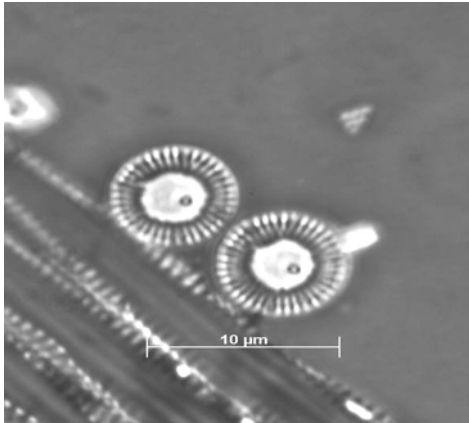
Il est intéressant de noter la présence d'une cyanobactérie, cf. *Synechocystis parvula*, le nombre d'individus comptés est relativement important, cependant de par sa très petite taille (0,8 µm de diamètre) son biovolume est négligeable (0,04%). Cette espèce est considérée comme ubiquiste et tychoplanctonique.



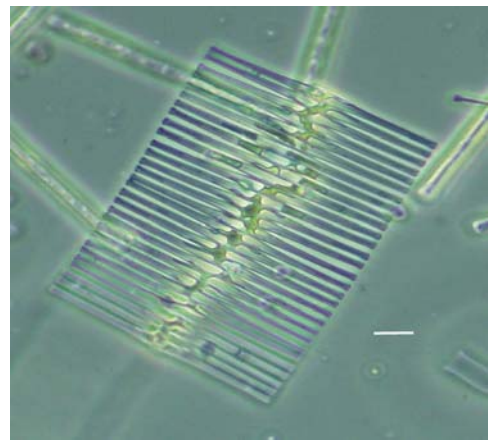
Dinobryon divergens (Photo JC Druart)



Cf. *Synechocystis parvula* (Photo F. Rimet)



Cyclotella cyclopuncta (Photo JC. Druart)



Fragilaria crotonensis (photo JC. Druart)

3.3. Variations de la biomasse et son importance

La biomasse moyenne annuelle est de 823 mg/m³ en 2007, contre 287 mg/m³ en 2006 et 882 mg/m³ en 2005. 2006 apparaît comme une année où la production primaire a été faible, 2005 et 2007 ayant des productions primaires comparables.

Même si 2005 et 2007 semblent donner des valeurs proches de biomasses, il faut relativiser ces valeurs qui sont obtenues à partir de 5 prélèvements sur une période de juin à novembre, c'est à dire sur une année incomplète et avec un pas de temps assez lâche. En comparaison sur la même période, nous observons des biomasses de plus de 2000 mg/m³ sur le lac d'Annecy qui est également un lac oligotrophe.

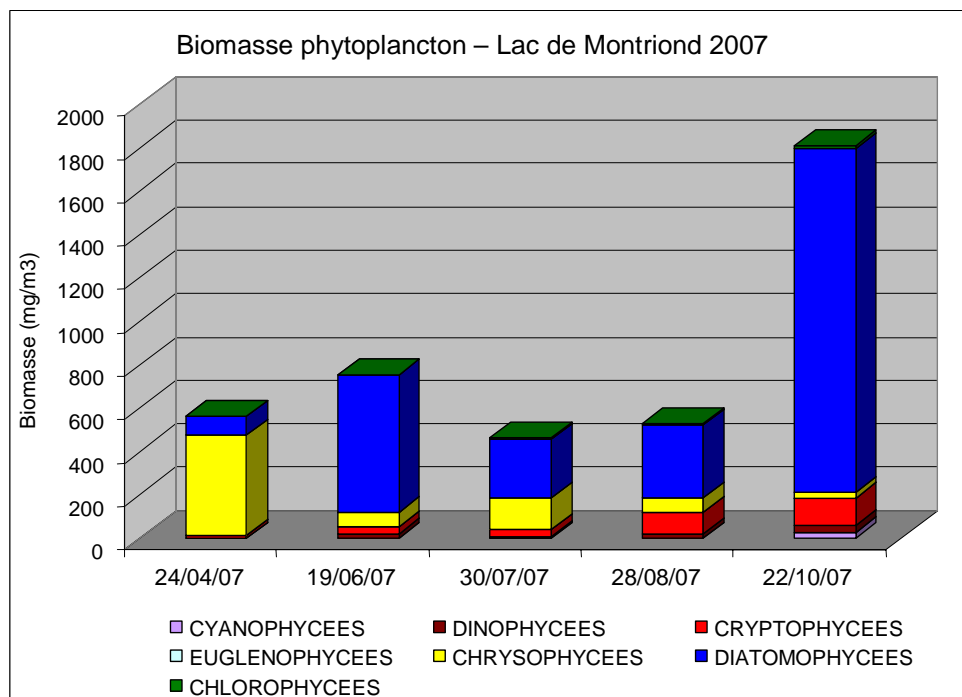


Fig. 2 : Variations saisonnières de la biomasse du phytoplancton (mg/m³)

L'analyse du graphique ci-dessus montre un développement plus précoce qu'en 2006, très probablement due à une déglaciation du lac qui s'est faite plus tôt. Même si les biomasses moyennes annuelles de 2005 et 2007 sont proches, il faut souligner que les cinétiques d'évolution de la biomasse au cours de ces deux années sont très différentes ; en effet 2005 présente un pic de biomasse en août, alors que pour l'année 2007 ce pic se situe en octobre. Par contre pour les trois années, dans les taxons présentant la biomasse la plus importante, on retrouve systématiquement *Cyclotella cyclopuncta* et *Dinobryon divergens*. Ces deux taxons sont caractéristiques de lacs oligotrophes.

Pour l'année 2007, les diatomées dominent la biomasse phytoplanctonique pour 4 prélèvements (de juin à octobre) sur 5 (essentiellement *Cyclotella cyclopuncta* et *Fragilaria ulna* var. *angustissima*), sauf pour le premier prélèvement (avril) où le peuplement est dominé par une chrysophycée (*Dinobryon divergens*). Ces trois taxons sont caractéristiques de milieux de bonne qualité.

La biomasse du lac de Montriond pendant l'année 2007 reste relativement faible pendant l'été, puis est maximale en octobre. Cette évolution est probablement à rapprocher de la pluviométrie particulière de cette année 2007. En effet, les mois d'été ont été particulièrement pluvieux, tandis que les mois de septembre et octobre ont été relativement secs dans la région Rhône-Alpes (cf. Bulletin hydrologique du mois de novembre 2007 de la

Diren Rhône-Alpes). Ce phénomène a probablement favorisé le développement phytoplanctonique pendant les mois d'automne.

Tableau 1 : Biomasse annuelle moyenne, biomasse maximale printanière, estivale, annuelle (mg/m^3) de 2005 à 2007.

	2005	2006	2007
Biomasse annuelle moyenne (mg/m^3)	882,0	287.0	822.9
Biomasse printanière maximale (mois) (BP)	538,0 (6)	628.0 (6)	754.9 (6)
Biomasse estivale maximale (mois) (BE)	3013,0 (8)	435.0 (9)	530.1 (8)
Biomasse annuelle maximale (mois)	3013 ,0 (8)	628.0 (6)	1807 (10)
BP/BE	0.18	1.44	1.42

Le rapport BP/BE (1.42) dénote une faible production estivale et une forte production printanière.

6. CONCLUSION

La diversité taxonomique (52 taxons) est proche de celle de 2005 ; elle reste cependant faible par rapport à des lacs oligotrophes de plaine (cf. lac d'Annecy). Les taxons rencontrés ainsi que leur biomasse caractérisent un milieu oligotrophe. Même si des cyanobactéries ont été observées dans les échantillons de l'année 2007, celles-ci représentent une biomasse faible et ne caractérisent pas des milieux pollués, mais sont plutôt des taxons tychoplanctoniques, c'est-à-dire vivant à la fois à l'état planctonique et à l'état benthique (sur des substrat durs ou meubles).

L'étude phytoplanctonique réalisée depuis 2005 sur le lac de Montriond permet de commencer à dégager les principaux facteurs qui semblent influencer l'évolution du phytoplancton.

La biomasse de 2007 est proche de celle de 2005. Il est important de souligner que les évolutions sont très différentes d'une année à l'autre :

- En 2005, un pic de biomasse phytoplanctonique a été observé en août. La pluviométrie avait été faible sur la région Rhône-Alpes au cours des mois de juin et juillet.

- En 2006, le phytoplancton a montré un développement très précoce avec un pic en juin, malgré une déglaciation tardive (vers le début du mois de mai). Le temps très clémente et chaud du mois de juin 2006 a sans doute permis ce phénomène.

- En 2007, l'évolution est à rapprocher de la pluviométrie particulière de cette année. Les mois d'été ont été particulièrement pluvieux, tandis que les mois de septembre et octobre ont été relativement secs. Ce phénomène a probablement favorisé le développement phytoplanctonique pendant les mois d'automne.

Par conséquent il semble que l'évolution du phytoplancton soit principalement influencée par les phénomènes pluviométriques et climatiques. Le suivi sur les prochaines années nous permettra de confirmer ces hypothèses, et probablement d'affiner le diagnostic du fonctionnement de ce lac d'altitude.

Annexes

Phytoplancton du lac de Montriond 2007, Nombre de cellules par ml.

Phytoplancton du lac de Montriond 2007, biomasse (mg/m³).

Phytoplancton du lac de Montriond 2007, biomasse classée (mg/m³).

Phytoplancton du lac de Montriond 2007, Nombre de cellules par ml.

Classe	LAC DE MONTRIOND (74)	biovolume cellulaire							
	Eau brute		24/04/2007	19/06/2007	30/07/2007	28/08/2007	22/10/2007		
	ESPECE	um3	Cel/ml	Cel/ml	Cel/ml	Cel/ml	Cel/ml	Somme	%
CYA	Leptolyngbya sp.	594,3392					4	4	0,02
CYA	Pseudanabaena catenata	200					8	8	0,05
CYA	cf. Oscillatoria sp.	2820					8	8	0,05
CYA	cf. Synechocystis parvula	0,3		5688	212			5900	33,30
DIN	Gymnodinium lantzschii	210				8		8	0,05
DIN	Gymnodinium cf. pallidum	1170				8		8	0,05
DIN	Gymnodinium sp	990		16	8	12	32	68	0,38
DIN	Katodinium fungiforme	820	0,2					0,2	0,00
CRY	Cryptomonas sp	1350		24	12	4	32	72	0,41
CRY	Cryptomonas marsonii	1200				36	32	68	0,38
CRY	Cryptomonas ovata	3900				4	8	12	0,07
CRY	Mallomonas sp.	800					0,2	0,2	0,00
CRY	Rhodomonas minuta	530			16	24	8	48	0,27
CRY	Rhodomonas minuta var. nannoplanctonica	70	168	20	96	272	112	668	3,77
EUG	Euglena cf. acus	5900					0,8	0,8	0,00
CHR	Chrysophyceae sp. 4 diamètre 8 long	66,98666667		20	4			24	0,14
CHR	Chrysophyceae sp. 7,5 um diamètre	220,78125		28		8		36	0,20
CHR	Chrysophyceae sp. 15 um diamètre	1766,25					8	8	0,05
CHR	Dinobryon divergens	800	520	68	80	28	8	704	3,97
CHR	Dinobryon sociale	800	40		64			104	0,59
CHR	Erkenia subaequiciliata	35		44	132	456	16	648	3,66
CHR	Kephyrion sp	105	136	36	240	68		480	2,71
CHR	Mallomonas cf. minima	1600				4		4	0,02
CHR	Ochromonas sp.	65		12	32	56		100	0,56
CHR	Pseudopedinella sp.	269,255		4	4	28		36	0,20
DIA	Achnanthes minutissima	315	32	8	4	12		56	0,32
DIA	Auxospore diatomée	241,5513033		4				4	0,02
DIA	Cyclotella radiosa	1570	4		8		16	28	0,16
DIA	Cyclotella cyclopuncta	255		116	212	300	6088	6716	37,91
DIA	Cymbella sp	210	8					8	0,05
DIA	Diatoma ehrenbergii	7200	0,2					0,2	0,00
DIA	Diatoma mesodon	900	0,2					0,2	0,00
DIA	Diatoma vulgare	3600	8					8	0,05

Phytoplankton du lac de Montriond 2007, Nombre de cellules par ml (suite).

DIA	Diatomée indéterminée	10,46666667		16				16	0,09
DIA	Fragilaria arcus	720	24					24	0,14
DIA	Fragilaria crotonensis	430			136	124	8	268	1,51
DIA	Fragilaria pinnata	80	8					8	0,05
DIA	Fragilaria tenera	210		44	8	8		60	0,34
DIA	Fragilaria ulna var. acus	560	8			4	0,2	12,2	0,07
DIA	Fragilaria ulna var. angustissima	2400		244	56	84		384	2,17
DIA	Gomphonema minutum	450	8					8	0,05
DIA	Meridion circulare	1260	0,2					0,2	0,00
DIA	Navicula sp	340	24	4	8			36	0,20
DIA	Nitzschia acicularis	280			4	4	0,2	8,2	0,05
DIA	Nitzschia sp	280	4	4	12		16	36	0,20
CHL	Chlamydomonas sp.	3050			1			1	0,01
CHL	Chlorophycées indéterminées	15		168	164	268	8	608	3,43
CHL	Chlorella vulgaris	4,2			136	104		240	1,35
CHL	Choricystis cf. minor	9			16	20	8	44	0,25
CHL	Elakatothrix gelatinosa	1000					8	8	0,05
CHL	Monoraphidium convolutum	67	8	20		20	64	112	0,63
CHL	Monoraphidium sp.	50				4		4	0,02
			1000,8	6588	1665	1968	6493,4	17715,2	100,00
	Nombre de taxons	52	19	21	25	27	24		

Phytoplankton du lac de Montriond 2007, biomasse (mg/m³).

Classe	LAC DE MONTRIOND (74)	biovolume cellulaire							
	Eau brute		24/04/2007	19/06/2007	30/07/2007	28/08/2007	22/10/2007		
	ESPECE		mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	Somme	%
CYA	Leptolyngbya sp.	594,3392					2,38	2,38	0,06
CYA	Pseudanabaena catenata	200					1,60	1,60	0,04
CYA	cf. Oscillatoria sp.	2820					22,56	22,56	0,55
CYA	cf. Synechocystis parvula	0,3		1,71	0,06			1,77	0,04
DIN	Gymnodinium lantzschii	210				1,68		1,68	0,04
DIN	Gymnodinium cf. pallidum	1170				9,36		9,36	0,23
DIN	Gymnodinium sp	990		15,84	7,92	11,88	31,68	67,32	1,64
DIN	Katodinium fungiforme	820	0,16					0,16	0,00
CRY	Cryptomonas sp	1350		32,40	16,20	5,40	43,20	97,20	2,36
CRY	Cryptomonas marsonii	1200				43,20	38,40	81,60	1,98
CRY	Cryptomonas ovata	3900				15,60	31,20	46,80	1,14
CRY	Mallomonas sp.	800					0,16	0,16	0,00
CRY	Rhodomonas minuta	530			8,48	12,72	4,24	25,44	0,62
CRY	Rhodomonas minuta var. nannoplanctonica	70	11,76	1,40	6,72	19,04	7,84	46,76	1,14
EUG	Euglena cf. acus	5900					4,72	4,72	0,11
CHR	Chrysophyceae sp. 4 diamètre 8 long	66,98666667		1,34	0,27			1,61	0,04
CHR	Chrysophyceae sp. 7,5 um diamètre	220,78125		6,18		1,77		7,95	0,19
CHR	Chrysophyceae sp. 15 um diamètre	1766,25					14,13	14,13	0,34
CHR	Dinobryon divergens	800	416,00	54,40	64,00	22,40	6,40	563,20	13,69
CHR	Dinobryon sociale	800	32,00		51,20			83,20	2,02
CHR	Erkenia subaequiciliata	35		1,54	4,62	15,96	0,56	22,68	0,55
CHR	Kephyrion sp	105	14,28	3,78	25,20	7,14		50,40	1,22
CHR	Mallomonas cf. minima	1600				6,40		6,40	0,16
CHR	Ochromonas sp.	65		0,78	2,08	3,64		6,50	0,16
CHR	Pseudopedinella sp.	269,255		1,08	1,08	7,54		9,69	0,24
DIA	Achnanthes minutissima	315	10,08	2,52	1,26	3,78		17,64	0,43
DIA	Auxospore diatomée	241,5513033		0,97				0,97	0,02
DIA	Cyclotella radiosia	1570	6,28		12,56		25,12	43,96	1,07
DIA	Cyclotella cyclopuncta	255		29,58	54,06	76,50	1552,44	1712,58	41,62
DIA	Cymbella sp	210	1,68					1,68	0,04
DIA	Diatoma ehrenbergii	7200	1,44					1,44	0,03
DIA	Diatoma mesodon	900	0,18					0,18	0,00
DIA	Diatoma vulgare	3600	28,80					28,80	0,70

Phytoplankton du lac de Montriond 2007, biomasse (mg/m³) (suite).

DIA	Diatomée indéterminée	10,46666667		0,17				0,17	0,00
DIA	Fragilaria arcus	720	17,28					17,28	0,42
DIA	Fragilaria crotonensis	430			58,48	53,32	3,44	115,24	2,80
DIA	Fragilaria pinnata	80	0,64					0,64	0,02
DIA	Fragilaria tenera	210		9,24	1,68	1,68		12,60	0,31
DIA	Fragilaria ulna var. acus	560	4,48			2,24	0,11	6,83	0,17
DIA	Fragilaria ulna var. angustissima	2400		585,60	134,40	201,60		921,60	22,40
DIA	Gomphonema minutum	450	3,60					3,60	0,09
DIA	Meridion circulare	1260	0,25					0,25	0,01
DIA	Navicula sp	340	8,16	1,36	2,72			12,24	0,30
DIA	Nitzschia acicularis	280			1,12	1,12	0,06	2,30	0,06
DIA	Nitzschia sp	280	1,12	1,12	3,36		4,48	10,08	0,24
CHL	Chlamydomonas sp.	3050			3,05			3,05	0,07
CHL	Chlorophycées indéterminées	15		2,52	2,46	4,02	0,12	9,12	0,22
CHL	Chlorella vulgaris	4,2			0,57	0,44		1,01	0,02
CHL	Choricystis cf. minor	9			0,14	0,18	0,07	0,40	0,01
CHL	Elakatothrix gelatinosa	1000					8,00	8,00	0,19
CHL	Monoraphidium convolutum	67	0,54	1,34		1,34	4,29	7,50	0,18
CHL	Monoraphidium sp.	50				0,20		0,20	0,00
			558,73	754,86	463,69	530,14	1807,20	4114,62	100,00
	Nombre de taxons	52	19	21	24	27	22		

Phytoplankton du lac de Montriond 2007, biomasse classée (mg/m³).

Classe	LAC DE MONTRIOND (74)	biovolume cellulaire							
	Eau brute		24/04/2007	19/06/2007	30/07/2007	28/08/2007	22/10/2007		
	ESPECE	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	Somme	%	
DIA	<i>Cyclotella cyclopuncta</i>	255		29,58	54,06	76,50	1552,44	1712,58	41,62
DIA	<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>angustissima</i>	2400		585,60	134,40	201,60		921,60	22,40
CHR	<i>Dinobryon divergens</i>	800	416,00	54,40	64,00	22,40	6,40	563,20	13,69
DIA	<i>Fragilaria crotonensis</i>	430			58,48	53,32	3,44	115,24	2,80
CRY	<i>Cryptomonas</i> sp	1350		32,40	16,20	5,40	43,20	97,20	2,36
CHR	<i>Dinobryon sociale</i>	800	32,00		51,20			83,20	2,02
CRY	<i>Cryptomonas marsonii</i>	1200				43,20	38,40	81,60	1,98
DIN	<i>Gymnodinium</i> sp	990		15,84	7,92	11,88	31,68	67,32	1,64
CHR	<i>Kephyrion</i> sp	105	14,28	3,78	25,20	7,14		50,40	1,22
CRY	<i>Cryptomonas ovata</i>	3900				15,60	31,20	46,80	1,14
CRY	<i>Rhodomonas minuta</i> var. <i>nannoplanctonica</i>	70	11,76	1,40	6,72	19,04	7,84	46,76	1,14
DIA	<i>Cyclotella radiosa</i>	1570	6,28		12,56		25,12	43,96	1,07
DIA	<i>Diatoma vulgare</i>	3600	28,80					28,80	0,70
CRY	<i>Rhodomonas minuta</i>	530			8,48	12,72	4,24	25,44	0,62
CHR	<i>Erkenia subaequiciliata</i>	35		1,54	4,62	15,96	0,56	22,68	0,55
CYA	cf. <i>Oscillatoria</i> sp.	2820					22,56	22,56	0,55
DIA	<i>Achnanthes minutissima</i>	315	10,08	2,52	1,26	3,78		17,64	0,43
DIA	<i>Fragilaria arcus</i>	720	17,28					17,28	0,42
CHR	Chrysophyceae sp. 15 um diamètre	1766,25					14,13	14,13	0,34
DIA	<i>Fragilaria tenera</i>	210		9,24	1,68	1,68		12,60	0,31
DIA	<i>Navicula</i> sp	340	8,16	1,36	2,72			12,24	0,30
DIA	<i>Nitzschia</i> sp	280	1,12	1,12	3,36		4,48	10,08	0,24
CHR	<i>Pseudopedinella</i> sp.	269,255		1,08	1,08	7,54		9,69	0,24
DIN	<i>Gymnodinium</i> cf. <i>pallidum</i>	1170				9,36		9,36	0,23
CHL	Chlorophycées indéterminées	15		2,52	2,46	4,02	0,12	9,12	0,22
CHL	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	1000					8,00	8,00	0,19
CHR	Chrysophyceae sp. 7,5 um diamètre	220,78125		6,18		1,77		7,95	0,19
CHL	<i>Monoraphidium convolutum</i>	67	0,54	1,34		1,34	4,29	7,50	0,18
DIA	<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>acus</i>	560	4,48			2,24	0,11	6,83	0,17
CHR	<i>Ochromonas</i> sp.	65		0,78	2,08	3,64		6,50	0,16
CHR	<i>Mallomonas</i> cf. <i>minima</i>	1600				6,40		6,40	0,16
EUG	<i>Euglena</i> cf. <i>acus</i>	5900					4,72	4,72	0,11
DIA	<i>Gomphonema minutum</i>	450	3,60					3,60	0,09

Phytoplankton du lac de Montriond 2007, biomasse classée (mg/m³) (suite).

CHL	Chlamydomonas sp.	3050			3,05			3,05	0,07
CYA	Leptolyngbya sp.	594,3392					2,38	2,38	0,06
DIA	Nitzschia acicularis	280			1,12	1,12	0,06	2,30	0,06
CYA	cf. Synechocystis parvula	0,3		1,71	0,06			1,77	0,04
DIN	Gymnodinium lantzschii	210				1,68		1,68	0,04
DIA	Cymbella sp	210	1,68					1,68	0,04
CHR	Chrysophyceae sp. 4 diamètre 8 long	66,98666667		1,34	0,27			1,61	0,04
CYA	Pseudanabaena catenata	200					1,60	1,60	0,04
DIA	Diatoma ehrenbergii	7200	1,44					1,44	0,03
CHL	Chlorella vulgaris	4,2			0,57	0,44		1,01	0,02
DIA	Auxospore diatomée	241,5513033		0,97				0,97	0,02
DIA	Fragilaria pinnata	80	0,64					0,64	0,02
CHL	Choricystis cf. minor	9			0,14	0,18	0,07	0,40	0,01
DIA	Meridion circulare	1260	0,25					0,25	0,01
CHL	Monoraphidium sp.	50				0,20		0,20	0,00
DIA	Diatoma mesodon	900	0,18					0,18	0,00
DIA	Diatomée indéterminée	10,46666667		0,17				0,17	0,00
DIN	Katodinium fungiforme	820	0,16					0,16	0,00
CRY	Mallomonas sp.	800					0,16	0,16	0,00
			558,73	754,86	463,69	530,14	1807,20	4114,62	100,00
	Nombre de taxons	52	19	21	24	27	22		

6.12 - Etude des macrophytes (CEMAGREF de Bordeaux)

Diagnose écologique du lac de Montriond (Haute Savoie) Etude des communautés de plantes aquatiques

Rédaction : Vincent Bertrin

Contributeurs : Michel Philippe, Alain Dutartre, Christophe Laplace-Treyture

Avec la participation sur le terrain de Charles Bornard, Ghislaine Beaujeu et de Remy Chavaux (DIREN Rhone-Alpes)

Rapport annexe

Cemagref - Groupement de Bordeaux
50, avenue de Verdun
33612 CESTAS
Tél : 05 57 89 08 00 – Fax : 05 57 89 08 01
Département Gestion des Milieux Aquatiques
Unité de Recherche Réseaux, Epuration et Qualité des Eaux

Février 2008

Les communautés de plantes aquatiques du lac de Montriond

1. Réalisation des campagnes de terrain

Les relevés de plantes aquatiques sur le lac de Montriond ont été effectués les 3 et 4 septembre 2007. Les campagnes de terrain ont été réalisées par Michel Philippe, Vincent Bertrin accompagnés le 3 septembre de Charles Bornard, Ghislaine Beaujeu et de Remy Chavaux.

La méthode utilisée au cours de cette étude est le protocole d'échantillonnage des macrophytes en plans d'eau proposé par le Cemagref¹ en 2007. Ce protocole a été développé parallèlement à la mise en œuvre de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE) appliquée aux plans d'eau en France.

En phase de développement et de test lors des prélèvements à Montriond, cette méthode d'échantillonnage diffère de l'approche utilisée lors des précédentes analyses réalisées en 2005 et 2006 par le Cemagref. En effet, les macrophytes ont été étudiés au travers de plusieurs stations d'étude indépendantes l'une de l'autre nommées « unités d'observation ». Celles-ci sont constituées chacune d'un relevé de rive et de trois profils perpendiculaires à la rive. Aux listes taxinomiques et aux abondances associées s'ajoute une description des rives au niveau de chaque unité d'observation.

2. Positionnement et choix des unités d'observation

L'application de la méthode de Jensen² a permis de définir 18 emplacements possibles pour les unités d'observation. Puis, suivant la définition établie dans le protocole d'échantillonnage, deux types de rives ont été identifiés sur l'ensemble du périmètre du plan d'eau :

- Type 2 : « Zones rivulaires colonisées par une végétation arbustive et arborescente non humide ».
- Type 4 : « Zones artificialisées ou subissant des pressions anthropiques visibles ».

Le lac de Montriond est situé entre deux flancs de montagne. La pente du relief est relativement forte, le couvert végétal est dominé par les conifères. Un sentier pédestre est présent tout le long du périmètre du plan d'eau à proximité des rives, soutenu parfois par des enrochements.

Compte tenu de la faible superficie du plan d'eau, 4 unités d'observation ont été choisies. Elles ont été sélectionnées de manière à être réparties de la façon la plus homogène autour du plan d'eau, afin d'obtenir une vision globale de l'état des communautés de macrophytes sur le site. Une carte indiquant la position de chaque

¹ Dutartre A., Bertrin V., 2007. Méthodologie d'étude des macrophytes en plans d'eau. Mise en œuvre de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau. Cemagref, Unité de Recherche Réseaux, Epuration et Qualité des Eaux. Etude réalisée pour le compte du Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durables, 25p.

² Jensen S., 1977. An objective method for sampling the macrophytes vegetation in lakes. Vegetatio, 33 :107-118

unité d'observation sur le plan d'eau ainsi qu'un tableau rassemblant leurs coordonnées GPS sont disponibles en annexe n° 1 et n° 2.



Le lac de Montriond est encaissé entre deux flancs de montagne (photo : Alain Dutartre)

3. Résultats

Les différentes mesures de la transparence de l'eau effectuées à proximité des unités d'observation varient entre 1,2 et 1,9 m. La profondeur maximale de colonisation par les macrophytes dépasse 4 m, ce qui est relativement important. Cet élément peut être considéré comme un gage de bonne qualité écologique, laissant présager une transparence moyenne annuelle de l'eau relativement importante.

Les espèces de macrophytes aquatiques observés sur le lac de Montriond sont listées en annexe n°3. Près d'une vingtaine d'espèces d'hydrophytes, d'hélophytes, d'hélophytes et d'algues ont été observées sur le site.

Parallèlement aux travaux effectués sur les unités d'observation, compte tenu de la faible superficie du plan d'eau, une cartographie générale de la végétation du plan d'eau a pu être réalisée (annexe n° 4).

3.1. Résultats obtenus sur chaque unité d'observation

Les fiches de terrain de chaque unité d'observation sont disponibles en annexe n° 5.

- **UO n°1**

Cette unité d'observation est située dans une zone qui peut être considérée comme la « plage » du plan d'eau, à proximité des commerces et du parking, à l'extrémité ouest du lac. La végétation herbacée des rives est rase parce que entretenue (pâtures ou entretien mécanique ?). La pente de la zone littorale est relativement faible, le substrat est dominé par les blocs de pierre sur lesquels de la vase s'est déposée en une couche peu épaisse. En proportion, les hydrophytes dominent les hélophytes.



Vue générale de la zone de l'UO n°1 (photo : Vincent Bertrin)

Les abondances moyennes³ des espèces prélevées au râteau sur les 3 profils perpendiculaires montrent la prédominance de *Myriophyllum spicatum* (2,4) et *Elodea nuttallii* (1,5). La situation est identique à proximité de rives où ces deux espèces sont accompagnées principalement de *Glyceria fluitans*, de *Potamogeton panormitanus* et de quelques pieds de *Polygonum amphibium*.

Trois genres d'algues filamenteuses, telles *Cladophora sp.*, *Rhizoclonium sp.* et *Oedogonium sp.* sont présentes avec une faible abondance (1). Elles ont été généralement observées à proximité directe de la rive dans des eaux peu profondes. L'hydrophyte annuel relativement rare *Zannichellia palustris* fait également partie du cortège des plantes aquatiques qui se sont développées près de la berge avec une abondance estimée à 1.

- **UO n°2**

Cette zone d'étude est proche du Lindaret, principal tributaire du plan d'eau. Le chemin pédestre est proche de la rive, le talus ainsi que la zone littorale ont une pente forte. Le substrat est dominé par des cailloux et par quelques blocs recouverts d'une couche de vase de faible épaisseur. Les héliophytes sont très peu nombreux hormis quelques graminées, la végétation est dominée par les hydrophytes.

³ Les abondances sont notées de 1 à 5.



Vue générale de la zone de l'UO n°2 (photo : Vincent Bertrin)

Les 3 espèces *Elodea nuttallii*, *Potamogeton panormitanus* et *Myriophyllum spicatum* sont associées en herbiers plus ou moins denses mais, compte tenu de la pente, ne s'étendent pas très loin vers le large. Ces 3 espèces dominent à proximité des rives. Cette unité d'observation est l'unique station du plan d'eau où des characées ont été prélevées en quantité moyenne (abondance de 3) entre 1 m et 1,5 m de profondeur.

- **UO n°3**

Cette unité d'observation est proche du tributaire principal du plan d'eau, du côté du versant exposé au Nord. La forêt de conifères qui couvre le flanc de la montagne descend à proximité du plan d'eau. Le chemin pédestre est également très proche. A peu de choses près, il constitue ce que l'on peut considérer comme la rive du plan d'eau. Des enrochements ont été disposés et entretenus pour soutenir ce chemin. La zone littorale est réduite, la végétation est dominée par les hydrophytes et le substrat est constitué en majorité de cailloux et de blocs.



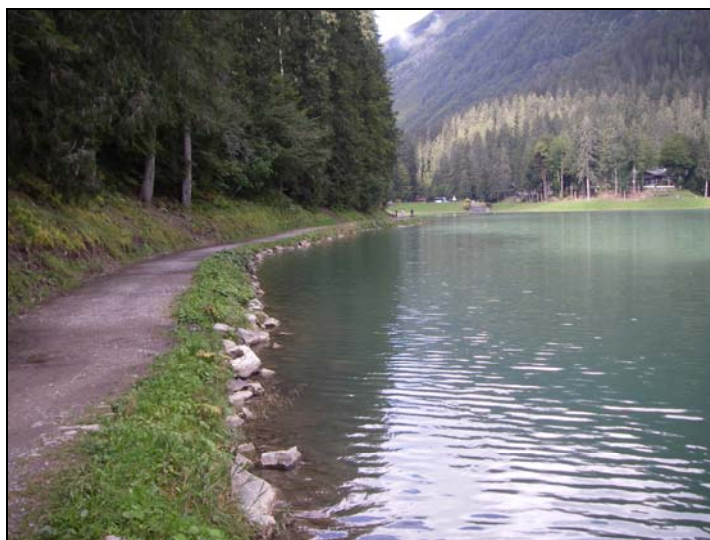
Vue générale de la zone de l'UO n°3 (photo : Vincent Bertrin)

Bien que la diversité spécifique reste faible, c'est l'unité d'observation où la quantité de plantes observée est la plus forte. L'espèce *Elodea nuttallii* domine sur les profils perpendiculaires (abondance moyenne de 2,4). Cette espèce est également présente à proximité des rives accompagnée dans les mêmes proportions par *Potamogeton panormitanus* et l'hélophyte *Phalaris arundinacea* (abondances moyennes de 3).

Proche de la rive, à noter la présence de 2 algues filamenteuses en quantité relativement importante du genre *Spirogyra* sp. (abondance de 4) et *Chaetophora* sp. (abondance de 2). Ces deux genres d'algues sont généralement présentes dans les milieux où la qualité de l'eau est bonne.

- **UO n°4**

Cette zone d'étude a un faciès très proche de l'unité d'observation n°3. Cependant, la zone littorale a une pente beaucoup plus importante et, en proportion, les hélophytes dominent les hydrophytes. Les prélèvements au râteau n'ont pas pu être possibles au-delà de 10 m du bord. Le substrat est exclusivement constitué par des blocs de pierre.



Vue générale de la zone de l'UO n°4 (photo : Vincent Bertrin)

Seuls quelques pieds isolés d'*Elodea nuttallii*, de *Potamogeton panormitanus* et de *Myriophyllum spicatum* ont été observés au bord de la rive (à moins de 2 m). A noter la présence d'algues filamenteuses accrochées aux rochers (*Spirogyra* sp.).

3.2. Synthèse des résultats obtenus

L'espèce majoritaire sur l'ensemble des unités d'observation est l'élodée de Nuttall (abondance moyenne de 1,3) suivie par le myriophylle en épis (abondance moyenne de 1). Le potamot fluët est en quantité moindre (abondance moyenne de 0,7) mais sa fréquence d'observation est la plus élevée sur les profils perpendiculaires.

En ce qui concerne les relevés de zone littorale, l'élodée de Nuttall et le potamot fluet ont été observés sur chaque unité d'observation avec une abondance moyenne égale (3,25). L'abondance moyenne du myriophylle en épis à proximité des rives est de 2,25 et a été observée sur 3 unités d'observation.

Dans ces mêmes zones, l'algue filamenteuse *Spirogyra sp.* a été observée sur 3 unités d'observation avec une abondance moyenne de 1,75. A noter que cette algue a également été prélevée dans le tributaire principal du plan d'eau.



L'élodée de Nuttall (*Elodea nuttallii*) est l'espèce la plus abondante sur le lac de Montriond (photos : Vincent Bertrin et Michel Philippe)

Les principales remarques à faire suite à la comparaison des relevés 2007 avec les relevés de 2005 et 2006 sont :

- les quelques pieds de scirpe lacustre (*Scirpus lacustris*) recensés en 2005 n'ont pas été observés en 2007,
- la renoncule à feuilles capillaires (*Ranunculus trichophyllus*) recensés en 2006 n'a pas été observée en 2007,
- le potamot perfolié (*Potamogeton perfoliatus*) n'a pas été observé en 2007,
- L'élodée prélevée en 2007 a été déterminée comme étant l'élodée de Nuttall (*Elodea nuttallii*) et non pas l'élodée du Canada (*Elodea canadensis*) telle qu'elle a été déterminée en 2005 et 2006,
- plusieurs genres d'algues filamenteuses ont été observés et prélevés sur les unités d'observation en 2007,
- la présence du potamot des Alpes (*Potamogeton alpinus*) est confirmée dans l'anse proche de l'exutoire (cf. carte de végétation en annexe),
- la glycérie flottante (*Glyceria fluitans*) et la zannichellie des marais (*Zannichellia palustris*) ont été observées en 2007, ces espèces ne figurent pas dans les rapports de 2005 et 2006,
- certains héliophytes comme le jonc bulbeux (*Juncus bulbosus*) et le scirpe des marais (*Eleocharis palustris*) ont été observés sur les rives en 2007 uniquement.

Ces différences peuvent s'expliquer par une certaine variabilité naturelle des peuplements, les plantes pouvant être absentes temporairement et réapparaître à partir des banques de graines qui subsistent dans les sédiments. Par ailleurs, la méthode employée en 2007 étant différente de celle utilisée dans les études antérieures, il est possible que les modalités un peu différentes des observations expliquent aussi partiellement ces différences, bien qu'une reconnaissance rapide de l'ensemble des zones végétalisées ait pu être faite. Il est donc difficile de conclure sur l'évolution des communautés de macrophytes du lac de Montriond.

La diversité spécifique de ces communautés reste peu importante. La principale raison en est vraisemblablement la relative inhospitalité des rives pour les hydrophytes et les héliophytes. La pente abrupte de la zone littorale, le substrat rocheux ainsi que les aménagements des rives (enrochements et chemin pédestre) sont autant de facteurs limitant l'installation de macrophytes. Là où les conditions sont plus favorables, trois espèces (l'élodée de Nuttall, le myriophylle en épis et le potamot fluet) dominent. Elles peuvent être installées en herbiers denses jusqu'à des profondeurs pouvant dépasser 4 m dans certaines zones du plan d'eau. Ces espèces ubiquistes ont un caractère patrimonial faible.

D'autres espèces telles la glycérie flottante, la zannichellie des marais et surtout le potamot des alpes (ce potamot a été observé en quantité relativement importante dans l'anse proche de l'exutoire du plan d'eau) sont autant d'éléments permettant d'envisager une richesse spécifique plus importante si certaines conditions du milieu étaient plus favorables au développement de plantes aquatiques.

Le potamot des Alpes est une espèce relativement rare en France où elle est classée parmi les espèces végétales protégées dans diverses régions. Il peut s'installer depuis des milieux humides de faible altitude jusqu'à plus de 2000 m d'altitude. Il est également la seule espèce observée lors de cette campagne que l'on puisse considérer comme patrimoniale, les autres étant largement plus fréquentes dans de nombreux types de milieux aquatiques.



Le potamot alpin (*Potamogeton alpinus*) est le seul hydrophyte prélevé à Montriond que l'on puisse considérer comme une espèce à caractère patrimonial au sein des peuplements observés (photos : Vincent Bertrin)

L'abondance de l'élodée de Nuttall, espèce exotique, dans le lac peut être considérée comme une perturbation notable des communautés de macrophytes du lac en ce sens que cette espèce hydrophyte à forte dynamique de production de biomasse est susceptible d'exercer une forte compétition vis-à-vis des hydrophytes indigènes qui peut conduire à en faire régresser, voire disparaître, certaines.

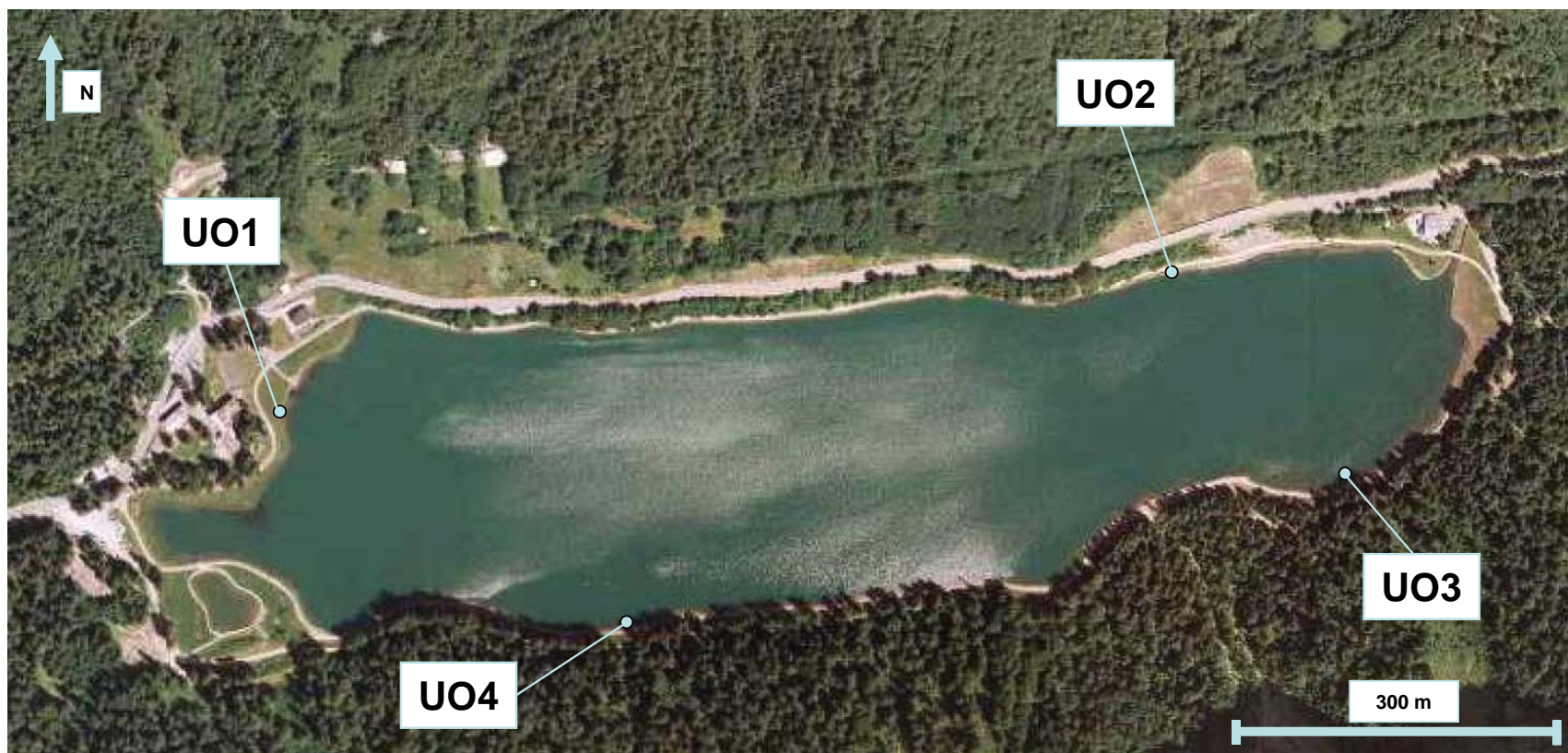
La présence d'algues filamenteuses à la saison où les prélèvements ont été effectués ne présente pas une menace pour la qualité des eaux du lac ni un indice particulier de pollution.

En résumé, la richesse spécifique des communautés de macrophytes du plan d'eau reste donc relativement peu importante, indice probable de caractéristiques hydromorphologiques du plan d'eau assez peu favorables (nature des fonds dans la zone euphotique, aménagements des rives).

Une seule espèce, *P. alpinus* (potamot des Alpes) peut être considérée comme patrimoniale et la présence d'une espèce exotique, *Elodea nuttallii* (élodée de Nuttall), est un indice de perturbation dont il faudra tenir compte dans l'évaluation de l'état écologique du plan d'eau.

Les données obtenues lors de la campagne 2007 selon le protocole de terrain validé au niveau national seront utilisées avec les autres données disponibles dans la mise au point de "l'indice macrophytes plans d'eau", mise au point actuellement en cours.

Annexe n°1 : Carte de positionnement des unités d'observation.



Annexe n° 2 : Coordonnées GPS enregistrées sur chaque unité d'observation

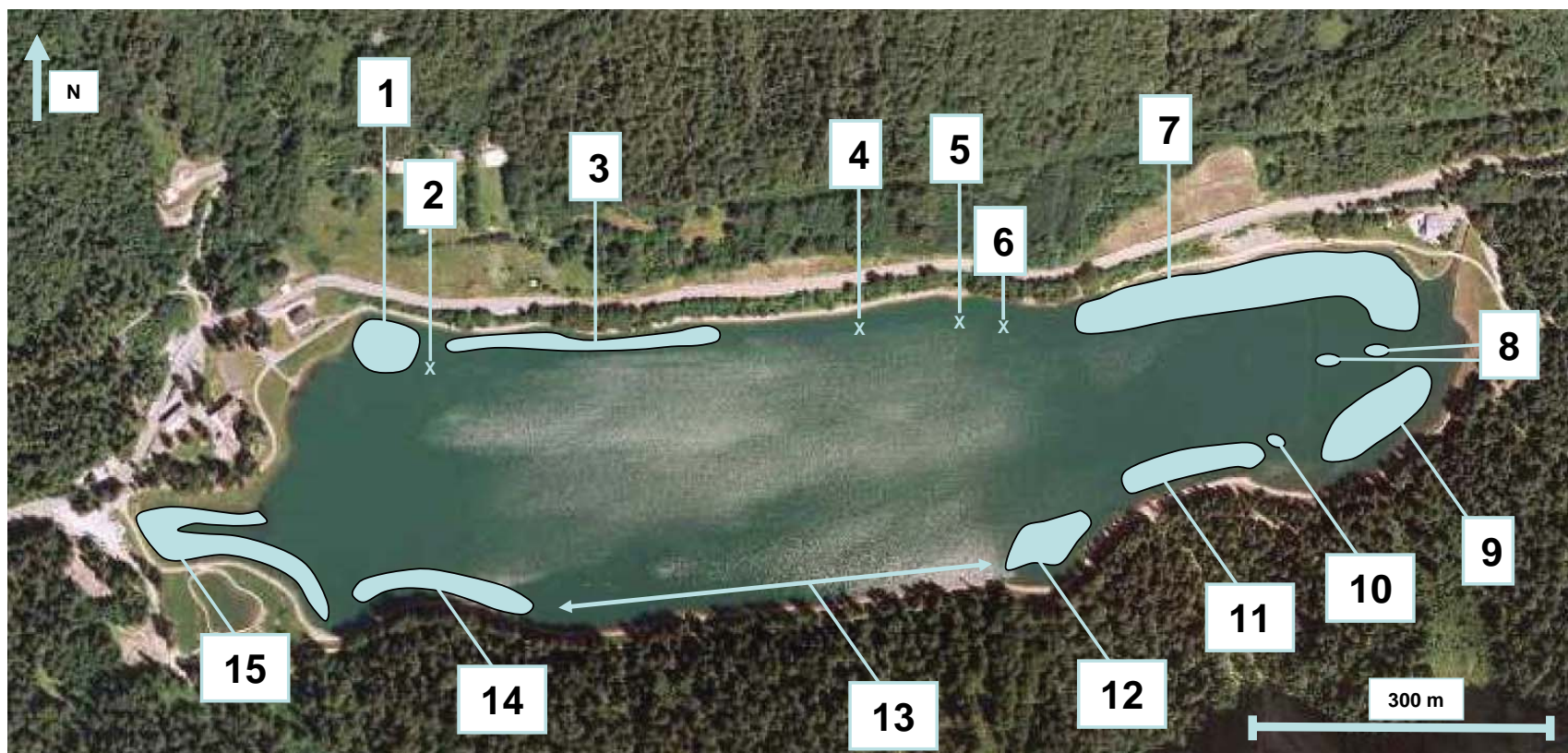
Intitulé du point	Lat/Long WGS 84
UO 1	
Point Central UO1	N 46°12'34.6" E 006°43'20.1"
Point Droit UO1	N 46°12'35.2" E 006°43'18.0"
Point Gauche UO1	N 46°12'36.3" E 006°43'22.0"
Point Central Fin Profil UO1	N 46°12'34.2" E 006°43'21.8"
Point Droit Fin Profil UO1	N 46°12'32.7" E 006°43'20.4"
Point Gauche Fin Profil UO1	N 46°12'34.7" E 006°43'22.9"
UO 2	
Point Central UO2	N 46°12'37.4" E 006°44'01.4"
Point Droit UO2	N 46°12'37.3" E 006°43'59.2"
Point Gauche UO2	N 46°12'37.7" E 006°44'03.9"
Point Central Fin Profil UO2	N 46°12'36.9" E 006°44'01.4"
Point Droit Fin Profil UO2	N 46°12'36.7" E 006°43'59.6"
Point Gauche Fin Profil UO2	N 46°12'36.4" E 006°44'04.2"
UO 3	
Point Central UO3	N 46°12'31.2" E 006°44'07.4"
Point Droit UO3	N 46°12'32.6" E 006°44'08.7"
Point Gauche UO3	N 46°12'30.5" E 006°44'05.3"
Point Central Fin Profil UO3 *	N 46°12'29.3" E 006°44'07.3" *
Point Droit Fin Profil UO3 *	N 46°12'31.1" E 006°44'05.7" *
Point Gauche Fin Profil UO3 *	N 46°12'33.4" E 006°44'07.3" *
UO 4	
Point Central UO4	N 46°12'27.1" E 006°43'34.0"
Point Droit UO4	N 46°12'27.4" E 006°43'36.5"
Point Gauche UO4	N 46°12'27.3" E 006°43'31.8"
Point Central Fin Profil UO4	N 46°12'27.2" E 006°43'34.2"
Point Droit Fin Profil UO4	N 46°12'27.8" E 006°43'36.3"
Point Gauche Fin Profil UO4	N 46°12'27.8" E 006°43'31.7"

* = L'enregistrement de ces points a été réalisé dans des conditions où la précision du GPS était très faible.

Annexe n° 3 : Liste des espèces de macrophytes aquatiques observés sur le lac de Montriond

Nom scientifique	Code espèce	Nom vernaculaire	Groupe
<i>Chaetophora sp.</i>	CHE.SPX	-	Macroalgue filamenteuse
<i>Chara sp.</i>	CHA.SPX	Characée	Algue
<i>Cladophora sp.</i>	CLA.SPX	-	Macroalgue filamenteuse
<i>Eleocharis palustris</i>	ELE.PAL	Scirpe des marais	Hélophyte
<i>Elodea nuttallii</i>	ELO.NUT	Elodée de Nuttall	Hydrophyte
<i>Equisetum sp.</i>	EQU.SPX	Prêle	Hélophyte
<i>Glyceria fluitans</i>	GLY.FLU	Glycérie flottante	Hydrophyte
<i>Juncus bulbosus</i>	JUN.BUL	Jonc bulbeux	Hélophyte
<i>Mentha aquatica</i>	MEN.AQU	Menthe aquatique	Hélophyte
<i>Myriophyllum spicatum</i>	MYR.SPI	Myriophylle en épis	Hydrophyte
<i>Oedogonium sp.</i>	OED.SPX	-	Macroalgue filamenteuse
<i>Phalaris arundinacea</i>	PHA.ARU	Baldingère	Hélophyte
<i>Polygonum amphibium</i>	POL.AMP	Renouée amphibie	Hydrophyte
<i>Potamogeton alpinus</i>	POT.ALP	Potamot des Alpes	Hydrophyte
<i>Potamogeton panormitanus (P. pusillus)</i>	POT.PAN	Potamot fluet	Hydrophyte
<i>Rhizoclonium sp.</i>	RHI.SPX	-	Macroalgue filamenteuse
<i>Spirogyra sp.</i>	SPI.SPX	-	Macroalgue filamenteuse
<i>Zannichellia palustris</i>	ZAN.PAL	Zannichellie des marais	Hydrophyte

Annexe n° 4 : Carte générale de la végétation du lac de Montriond et sa légende



Annexe n° 4 (suite) : Carte générale de la végétation du lac de Montriond et sa légende

Numéro du repère sur la carte	Légende
1	Herbiers de POT.PAN et MYR.SPI associés
2	Prof : 3,8 m ; vase ; MYR.SPI : 3
3	POT.PAN mais pente très forte. Les pieds sont épars
4	Prof. : 3 m ; blocs ; pas de macrophyte
5	Prof. : > 4 m
6	Prof. : 2 m ; blocs ; pas de macrophyte
7	Herbiers de ELO.NUT, POT.PAN, MYR.SPI, GLY.FLU, CHE.SPX associés
8	Herbiers de MYR.SPI
9	Herbiers de POT.PAN, ELO.NUT et MYR.SPI associés
10	Herbier de POL.AMP
11	Herbiers de POT.PAN, ELO.NUT et MYR.SPI associés
12	Herbiers de POT.PAN et MYR.SPI associés
13	Blocs + pente forte. Quelques pieds de MYR.SPI et POT.PAN épars près de la rive
14	Herbiers de POT.PAN et MYR.SPI associés, ne s'éloignant pas à plus de 3 m de la rive, environ 1 m de large.
15	Exutoire du lac : colonisé en majorité par MYR.SPI + ELO.NUT ; présence de POT.PAN particulièrement au centre ; POL.AMP + GLY.FLU + ELE.PAL proche et sur les rives ; POT.ALP tout au fond de l'anse (70m ²)

UNITE D'OBSERVATION MACROPHYTES		DESCRIPTION GENERALE		FICHE 1	Page 1/9
Nom du plan d'eau : Montriond			Code : MON74		
Organisme / opérateur : DIREN RM&C, M. PHILIPPE, V. BERTRIN					
N° Unité Observation : 1		Date : 03/09/2007	Heure début : 14H	Heure fin : 16H30	
Coord. Point Central	Lambert (système français)	zone II étendue (en m)	X :	Y :	altitude : m
	WGS 84 (système international)	données GPS (en dms)	N : ° ' , "	: ° ' , "	altitude : m
Transparence mesurée au disque de Secchi (m) : 1,2			Niveau NGF des eaux (m) :		
Orientation / vents dominants : Sous le vent					
Typologie des rives au niveau de l'Unité d'Observation					
Noter la fréquence des éléments observés : 1, très rare, 2, rare, 3, présent, 4, abondant, 5, très abondant "Autre" : à préciser					
<p>Type 1 : "Zones humides caractéristiques" Tourbières () ; Landes tourbeuses / humides () ; Marais / Marécages () ; Plan d'eau proche (< 50 m de la rive) () ; Prairies inondées / humides () ; Mégaphorbiaie / Végétation héliophyte en touradons° () ; Forêt hygrophile / Bois marécageux (aulnaie-sausaie) () ; Autre** () :</p>					
<p>Type 2 : "Zones rivulaires naturelles, semi-naturelles, non-artificielles colonisées par une végétation arbustive et arborescente non humide" Forêts feuillus et mixtes () ; Forêts de conifères () ; Arbustes et buissons () ; Lande / Lande à Ericacées () ; Autre** () :</p>					
<p>Type 3 : "Zones rivulaires naturelles, semi-naturelles, non-artificielles non colonisées par une végétation arbustive et arborescente non humide" Friches () ; Hautes herbes () ; Rives rocheuses () ; Plages / Sol nu () ; Autre** () :</p>					
<p>Type 4 "Zones artificialisées ou subissant des pressions anthropiques visibles" Ports () ; Mouillages () ; Jetées () ; Urbanisation () ; Entretien de la végétation rivulaire(3) ; Zones déboisées () ; Litière () ; Décharge () ; Remblais () ; Murs () ; Dignes () ; Revêtements artificiels° () ; Plages aménagées (3) ; Zone de baignade () ; Chemins et routes (1) ; Ouvrages de génie civil () ; Agriculture () ; Enrochements () ; Autre** () :</p>					
Pourcentage du linéaire total de rive représenté par ce type :			Type 1 : %	Type 2 : 40 %	
			Type 3 : %	Type 4 : 60 %	
Largeur de la zone littorale "euphotique" : "réduite", type "b"					
Commentaires / Précisions					
Végétation herbacée fauchée					

UNITE D'OBSERVATION MACROPHYTES		DESCRIPTION LOCALE		FICHE 1	Page 2/9
Nom du plan d'eau : Montriond				Code : MON74	
Organisme / opérateur : DIREN RM&C, M. PHILIPPE, V. BERTRIN					
N° Unité Observation : 1	Type de rive dominant sur l'UO :4	Date : 03/09/2007	Heure début : 14H	Heure fin : 16H30	
Conditions d'observation					
Vent : Faible					
Météo : Faiblement nuageux					
Surface de l'eau : Faiblement agitée				Hauteur des vagues (m) :	
Description de la rive au niveau de l'Unité d'Observation					
Description de la zone riveraine (Cf. Fiche 1/1)					
Occupation du sol dominante : Forêt/montagne			Végétation dominante: Conifères		
Description de la berge (Cf. Fiche 1/1)					
Description du talus					
Hauteur (m) :		Impacts humains visibles : Oui		Indices d'érosion : Non	
Type de substrat dominant :			Végétation dominante : Conifères		
Description de la plage					
Largeur (m) :		Impacts humains visibles : Oui		Indices d'érosion : Non	
Type de substrat dominant : Terre			Végétation dominante : Herbacées - Gazon		
Description de la zone littorale					
Largeur explorée (m) : 2		Type de substrat dominant : S + D		Impacts humains visibles : Non	
Végétation aquatique dominante : Hydrophytes					
Commentaires / Précisions					
Pas de talus : flanc de la montagne avec route + forêt de conifères Arrivée d'un tributaire (eaux de ruissellement) au milieu de l'UO					
* Substrats : [V : Vase; T : Terre, argile, marne, tourbe ; S : Sables, graviers C : Cailloux, pierres, galets ; B : Blocs, dalles ; D : Débris organiques]					

Nom du plan d'eau : Montriond

Code : MON74

Organisme / opérateur : DIREN RM&C, M. PHILIPPE, V. BERTRIN

Date : 03/09/2007

Heure début : 15H30

N° Unité
Observation : 1 Matériel utilisé : Rateau

PROFIL CENTRAL

**Coordonnées
GPS
DEBUT PROFIL**

Lambert (système français)

zone II étendue (en m)

X :

Y :

WGS 84 (système international)

données GPS (en dms)

N : ° ' , " : ° ' , "

Profondeur maximale de colonisation observée durant le relevé sur l'ensemble du profil : >4m

Points contacts [Taxons et abondances (1 – 5)]

Saisir code espèce et abondance (Si espèce sans code, saisir son nom complet)

1	Prof (m) : 0,1	2	Prof (m) : 0,4	3	Prof (m) : 0,6	4	Prof (m) : 0,9	5	Prof (m) : 1,5
Substrat : V ; T		Substrat : B ; D		Substrat : V ; B		Substrat : V ; B		Substrat : V ; B	
ELO.NUT	1	ELO.NUT	1	ELO.NUT	2	ELO.NUT	5	ELO.NUT	5
POT.PAN	1	MYR.SPI	1	MYR.SPI	1	MYR.SPI	1	MYR.SPI	2
						POT.PAN	1		
6	Prof (m) : 2,1	7	Prof (m) : 1,5	8	Prof (m) : 2,5	9	Prof (m) : 2,8	10	Prof (m) : 3
Substrat : V ;		Substrat : V ;		Substrat : V ; D		Substrat : V ;		Substrat : V ; B	
ELO.NUT	5	ELO.NUT	5	ELO.NUT	4	ELO.NUT	5	ELO.NUT	3
MYR.SPI	3	MYR.SPI	3	MYR.SPI	3	MYR.SPI	5	MYR.SPI	5
11	Prof (m) : 3	12	Prof (m) : 3,1	13	Prof (m) : 3,5	14	Prof (m) : 3,5	15	Prof (m) : 3,5
Substrat : V ; D		Substrat : V ; D		Substrat : V ; D		Substrat : V ; D		Substrat : V ; D	
ELO.NUT	5	MYR.SPI	3	MYR.SPI	4	MYR.SPI	4	MYR.SPI	2
MYR.SPI	4								

Substrat dominant : [V : Vase; T : Terre, argile, mame, tourbe ; S : Sables, graviers ; C : Cailloux, pierres, galets ; B : Blocs, dalles ; D : Débris organiques]

Commentaires / Précisions

UNITE D'OBSERVATION MACROPHYTES		DESCRIPTION GENERALE		FICHE 1	Page 1/9
Nom du plan d'eau : Montriond			Code : MON74		
Organisme / opérateur : DIREN RM&C, M. PHILIPPE, V. BERTRIN					
N° Unité Observation : 2		Date : 03/09/2007	Heure début : 16h45	Heure fin : 18h00	
Coord. Point Central	Lambert (système français)	zone II étendue (en m)	X :	Y :	altitude : m
	WGS 84 (système international)	données GPS (en dms)	N : ° ' , "	: ° ' , "	altitude : m
Transparence mesurée au disque de Secchi (m) : 1,6			Niveau NGF des eaux (m) :		
Orientation / vents dominants : Sous le vent					
Typologie des rives au niveau de l'Unité d'Observation					
Noter la fréquence des éléments observés : 1, très rare, 2, rare, 3, présent, 4, abondant, 5, très abondant "Autre" : à préciser					
Type 1 : "Zones humides caractéristiques" Tourbières () ; Landes tourbeuses / humides () ; Marais / Marécages () ; Plan d'eau proche (< 50 m de la rive) () ; Prairies inondées / humides () ; Mégaphorbiaie / Végétation héliophyte en touradons° () ; Forêt hygrophile / Bois marécageux (aulnaie-sausaie) () ; Autre** () :					
Type 2 : "Zones rivulaires naturelles, semi-naturelles, non-artificielles colonisées par une végétation arbustive et arborescente non humide" Forêts feuillus et mixtes () ; Forêts de conifères () ; Arbustes et buissons () ; Lande / Lande à Ericacées () ; Autre** () :					
Type 3 : "Zones rivulaires naturelles, semi-naturelles, non-artificielles non colonisées par une végétation arbustive et arborescente non humide" Friches () ; Hautes herbes () ; Rives rocheuses () ; Plages / Sol nu () ; Autre** () :					
Type 4 "Zones artificialisées ou subissant des pressions anthropiques visibles" Ports () ; Mouillages () ; Jetées () ; Urbanisation () ; Entretien de la végétation rivulaire () ; Zones déboisées (1) ; Litière () ; Décharge () ; Remblais () ; Murs () ; Dignes () ; Revêtements artificiels° () ; Plages aménagées () ; Zone de baignade () ; Chemins et routes (4) ; Ouvrages de génie civil (2) ; Agriculture () ; Enrochements () ; Autre** () :					
Pourcentage du linéaire total de rive représenté par ce type :			Type 1 : %	Type 2 : 40 %	
			Type 3 : %	Type 4 : 60 %	
Largeur de la zone littorale "euphotique" : "réduite", type "b"					
Commentaires / Précisions					
Zone marquée par un glissement de terrain					

UNITE D'OBSERVATION MACROPHYTES		DESCRIPTION LOCALE		FICHE 1	Page 2/9
Nom du plan d'eau : Montriond				Code : MON74	
Organisme / opérateur : DIREN RM&C, M. PHILIPPE, V. BERTRIN					
N° Unité Observation : 2	Type de rive dominant sur l'UO :4	Date : 03/09/2007	Heure début : 16h45	Heure fin : 18h00	
Conditions d'observation					
Vent : Faible					
Météo : Très nuageux					
Surface de l'eau : Faiblement agitée				Hauteur des vagues (m) :	
Description de la rive au niveau de l'Unité d'Observation					
Description de la zone riveraine (Cf. Fiche 1/1)					
Occupation du sol dominante : Flanc de la montagne + route			Végétation dominante: Conifères		
Description de la berge (Cf. Fiche 1/1)					
Description du talus					
Hauteur (m) :		Impacts humains visibles : Oui		Indices d'érosion : Oui	
Type de substrat dominant : B + C			Végétation dominante : Conifères et Saules		
Description de la plage					
Largeur (m) :		Impacts humains visibles :		Indices d'érosion :	
Type de substrat dominant :			Végétation dominante :		
Description de la zone littorale					
Largeur explorée (m) : 4		Type de substrat dominant : C		Impacts humains visibles : Non	
Végétation aquatique dominante : Hydrophytes					
Commentaires / Précisions					
Pas de talus : flanc de la montagne + route Pas de plage Glissement de terrain à flanc de la montagne					
* Substrats : [V : Vase; T : Terre, argile, marne, tourbe ; S : Sables, graviers C : Cailloux, pierres, galets ; B : Blocs, dalles ; D : Débris organiques]					

UNITE D'OBSERVATION MACROPHYTES		DESCRIPTION GENERALE		FICHE 1	Page 1/9
Nom du plan d'eau : Montriond			Code : MON74		
Organisme / opérateur : M. PHILIPPE, V. BERTRIN					
N° Unité Observation : 3		Date : 04/09/2007	Heure début : 9h00	Heure fin : 10h40	
Coord. Point Central	Lambert (système français)	zone II étendue (en m)	X :	Y :	altitude : m
	WGS 84 (système international)	données GPS (en dms)	N : ° ' , "	: ° ' , "	altitude : m
Transparence mesurée au disque de Secchi (m) : 1,8			Niveau NGF des eaux (m) :		
Orientation / vents dominants : Sous le vent					
Typologie des rives au niveau de l'Unité d'Observation					
Noter la fréquence des éléments observés : 1, très rare, 2, rare, 3, présent, 4, abondant, 5, très abondant "Autre" : à préciser					
<p>Type 1 : "Zones humides caractéristiques" Tourbières () ; Landes tourbeuses / humides () ; Marais / Marécages () ; Plan d'eau proche (< 50 m de la rive) () ; Prairies inondées / humides () ; Mégaphorbiaie / Végétation héliophyte en touradons° () ; Forêt hygrophile / Bois marécageux (aulnaie-sausaie) () ; Autre** () :</p> <p>Type 2 : "Zones rivulaires naturelles, semi-naturelles, non-artificielles colonisées par une végétation arbustive et arborescente non humide" Forêts feuillus et mixtes () ; Forêts de conifères (5) ; Arbustes et buissons () ; Lande / Lande à Ericacées () ; Autre** () :</p> <p>Type 3 : "Zones rivulaires naturelles, semi-naturelles, non-artificielles non colonisées par une végétation arbustive et arborescente non humide" Friches () ; Hautes herbes () ; Rives rocheuses () ; Plages / Sol nu () ; Autre** () :</p> <p>Type 4 "Zones artificialisées ou subissant des pressions anthropiques visibles" Ports () ; Mouillages () ; Jetées () ; Urbanisation () ; Entretien de la végétation rivulaire () ; Zones déboisées () ; Litière () ; Décharge () ; Remblais () ; Murs () ; Dignes () ; Revêtements artificiels° () ; Plages aménagées () ; Zone de baignade () ; Chemins et routes (1) ; Ouvrages de génie civil () ; Agriculture () ; Enrochements () ; Autre** () :</p>					
Pourcentage du linéaire total de rive représenté par ce type :			Type 1 : %	Type 2 : 40 %	
			Type 3 : %	Type 4 : 60 %	
Largeur de la zone littorale "euphotique" : "réduite", type "b"					
Commentaires / Précisions					
Au pied de la falaise, au bord du chemin pédestre avec enrochements.					

UNITE D'OBSERVATION MACROPHYTES		DESCRIPTION LOCALE		FICHE 1	Page 2/9
Nom du plan d'eau : Montriond				Code : MON74	
Organisme / opérateur : M. PHILIPPE, V. BERTRIN					
N° Unité Observation : 3	Type de rive dominant sur l'UO :2	Date : 04/09/2007	Heure début : 9h00	Heure fin : 10h40	
Conditions d'observation					
Vent : Nul					
Météo : Très nuageux					
Surface de l'eau : Lisse				Hauteur des vagues (m) :	
Description de la rive au niveau de l'Unité d'Observation					
Description de la zone riveraine (Cf. Fiche 1/1)					
Occupation du sol dominante : Falaise - Montagne			Végétation dominante: Conifères		
Description de la berge (Cf. Fiche 1/1)					
Description du talus					
Hauteur (m) :		Impacts humains visibles : Non		Indices d'érosion : Non	
Type de substrat dominant : B			Végétation dominante : Conifères		
Description de la plage					
Largeur (m) : 5		Impacts humains visibles : Oui		Indices d'érosion : Non	
Type de substrat dominant : B			Végétation dominante : Aucune (chemin)		
Description de la zone littorale					
Largeur explorée (m) : 3		Type de substrat dominant : B		Impacts humains visibles : Non	
Végétation aquatique dominante : Hydrophytes					
Commentaires / Précisions					
Pas de talus : flanc de la montagne Rive marquée par chemin + enrochement Au dessus : forêt de conifères					
* Substrats : [V : Vase; T : Terre, argile, marne, tourbe ; S : Sables, graviers C : Cailloux, pierres, galets ; B : Blocs, dalles ; D : Débris organiques]					

UNITE D'OBSERVATION MACROPHYTES				PROFIL PERPENDICULAIRE				FICHE 3		Page 5/9									
Nom du plan d'eau : Montriond						Code : MON74													
Organisme / opérateur : M. PHILIPPE, V. BERTRIN						Date : 04/09/2007			Heure fin :										
N° Unité Observation : 3		Matériel utilisé : Rateau				PROFIL GAUCHE													
Coordonnées GPS FIN PROFIL		Lambert (système français)		zone II étendue (en m)		X :		Y :											
		WGS 84 (système international)		données GPS (en dms)		N : ° ' , "		: ° ' , "											
Points contacts [Taxons et abondances (1 – 5)]																			
Saisir code espèce et abondance (Si espèce sans code, saisir son nom complet)																			
16		Prof (m) : 3		17		Prof (m) : 3		18		Prof (m) : 3		19		Prof (m) : 3,1		20		Prof (m) : 3,4	
Substrat : V ;				Substrat : V ;				Substrat : V ;				Substrat : V ; D				Substrat : V ; D			
POT.PAN		2		POT.PAN		1		POT.PAN		1						ELO.NUT		1	
ELO.NUT		2		ELO.NUT		1		ELO.NUT		1									
				MYR.SPI		1													
21		Prof (m) : 3,6		22		Prof (m) : 3,5		23		Prof (m) : 3,4		24		Prof (m) : 3,9		25		Prof (m) : 4	
Substrat : V ;				Substrat : V ; D				Substrat : V ;				Substrat : V ; D				Substrat : V ;			
ELO.NUT		1		ELO.NUT		2		POT.PAN		2		POT.PAN		1		ELO.NUT 1			
								ELO.NUT		2		ELO.NUT		1					
26		Prof (m) :		27		Prof (m) :		28		Prof (m) :		29		Prof (m) :		30		Prof (m) :	
Substrat : ;				Substrat : ;				Substrat : ;				Substrat : ;				Substrat : ;			
Substrat dominant : [V : Vase; T : Terre, argile, mame, tourbe ; S : Sables, graviers ; C : Cailloux, pierres, galets ; B : Blocs, dalles ; D : Débris organiques]																			
Commentaires / Précisions																			

UNITE D'OBSERVATION MACROPHYTES		DESCRIPTION GENERALE		FICHE 1	Page 1/9
Nom du plan d'eau : Montriond				Code : MON74	
Organisme / opérateur : M. PHILIPPE, V. BERTRIN					
N° Unité Observation : 4		Date : 04/09/2007	Heure début : 11H00	Heure fin : 12H00	
Coord. Point Central	Lambert (système français) zone II étendue (en m)	X :	Y :	altitude : m	
	WGS 84 (système international) données GPS (en dms)	N : ° ' , "	: ° ' , "	altitude : m	
Transparence mesurée au disque de Secchi (m) : 1,9			Niveau NGF des eaux (m) :		
Orientation / vents dominants : Sous le vent					
Typologie des rives au niveau de l'Unité d'Observation					
Noter la fréquence des éléments observés : 1, très rare, 2, rare, 3, présent, 4, abondant, 5, très abondant "Autre" : à préciser					
<p>Type 1 : "Zones humides caractéristiques" Tourbières () ; Landes tourbeuses / humides () ; Marais / Marécages () ; Plan d'eau proche (< 50 m de la rive) () ; Prairies inondées / humides () ; Mégaphorbiaie / Végétation héliophyte en touradons° () ; Forêt hygrophile / Bois marécageux (aulnaie-sausaie) () ; Autre** () :</p> <p>Type 2 : "Zones rivulaires naturelles, semi-naturelles, non-artificielles colonisées par une végétation arbustive et arborescente non humide" Forêts feuillus et mixtes () ; Forêts de conifères (4) ; Arbustes et buissons () ; Lande / Lande à Ericacées () ; Autre** () :</p> <p>Type 3 : "Zones rivulaires naturelles, semi-naturelles, non-artificielles non colonisées par une végétation arbustive et arborescente non humide" Friches () ; Hautes herbes () ; Rives rocheuses () ; Plages / Sol nu () ; Autre** () :</p> <p>Type 4 "Zones artificialisées ou subissant des pressions anthropiques visibles" Ports () ; Mouillages () ; Jetées () ; Urbanisation () ; Entretien de la végétation rivulaire () ; Zones déboisées () ; Litière () ; Décharge () ; Remblais () ; Murs () ; Dignes () ; Revêtements artificiels° () ; Plages aménagées () ; Zone de baignade () ; Chemins et routes (2) ; Ouvrages de génie civil () ; Agriculture () ; Enrochements (2) ; Autre** () :</p>					
Pourcentage du linéaire total de rive représenté par ce type :			Type 1 : %	Type 2 : 40 %	
			Type 3 : %	Type 4 : 60 %	
Largeur de la zone littorale "euphotique" : "réduite", type "b"					
Commentaires / Précisions					
UO au pied de la falaise colonisée par les conifères, avec chemin pédestre soutenu par des enrochements en bordure du PE.					

UNITE D'OBSERVATION MACROPHYTES		DESCRIPTION LOCALE		FICHE 1	Page 2/9
Nom du plan d'eau : Montriond				Code : MON74	
Organisme / opérateur : M. PHILIPPE, V. BERTRIN					
N° Unité Observation : 4	Type de rive dominant sur l'UO :2	Date : 04/09/2007	Heure début : 11H00	Heure fin : 12H00	
Conditions d'observation					
Vent : Faible					
Météo : Faiblement nuageux					
Surface de l'eau : Faiblement agitée				Hauteur des vagues (m) :	
Description de la rive au niveau de l'Unité d'Observation					
Description de la zone riveraine (Cf. Fiche 1/1)					
Occupation du sol dominante : Montagne - Falaise			Végétation dominante: Conifères		
Description de la berge (Cf. Fiche 1/1)					
Description du talus					
Hauteur (m) :		Impacts humains visibles : Non		Indices d'érosion : Non	
Type de substrat dominant : B			Végétation dominante : Conifères		
Description de la plage					
Largeur (m) : 5		Impacts humains visibles : Oui		Indices d'érosion : Non	
Type de substrat dominant : C (chemin)			Végétation dominante : Néant (chemin)		
Description de la zone littorale					
Largeur explorée (m) : 1		Type de substrat dominant : C		Impacts humains visibles : Non	
Végétation aquatique dominante : Hélophytes					
Commentaires / Précisions					
Pas de talus : flanc de la montagne Zone littorale : pente forte					
* Substrats : [V : Vase; T : Terre, argile, marne, tourbe ; S : Sables, graviers C : Cailloux, pierres, galets ; B : Blocs, dalles ; D : Débris organiques]					



$$DM = \int \epsilon$$



Direction générale
Parc de Tourvoie
BP 44, 92163 Antony cedex
Tél. 01 40 96 61 21 - Fax 01 40 96 62 95
Web : <http://www.cemagref.fr>