

Suivi des plans d'eau des bassins Rhône-Méditerranée et Corse en application de la Directive Cadre sur l'Eau

(Sites de Référence, Réseau de Contrôle de Surveillance et Contrôle
Opérationnel)

Note synthétique d'interprétation des résultats

Nantua

(01 : Ain)

Campagnes 2010

VI - Décembre 2011



Méthodologie

Contenu des suivis

Le tableau suivant résume les différents éléments suivis par année et les fréquences d'intervention associées. Il s'agit du suivi qualitatif type mis en place sur les plans d'eau du programme de surveillance. Les différents paramètres physico-chimiques analysés sur l'eau sont suivis lors de quatre campagnes calées aux différentes phases du cycle annuel de fonctionnement du plan d'eau, soit entre le mois de février et le mois d'octobre.

		Paramètres	Type de prélèvements/ Mesures	HIVER	PRINTEMPS	ETE	AUTOMNE
Sur EAU	Mesures in situ	O2 dis. (mg/l, %sat.), pH, COND (25°C), T°C, transparence secchi	Profils verticaux	X	X	X	X
	Physico-chimie classique	DBO5, PO4, Ptot, NH4, NKJ, NO3, NO2, COT, COD, MEST, Turbidité, Si dissoute	Intégré	X	X	X	X
			Ponctuel de fond	X	X	X	X
	Substances prioritaires, autres substances et pesticides	Micropolluants sur eau*	Intégré	X	X	X	X
			Ponctuel de fond	X	X	X	X
	Pigments chlorophylliens	Chlorophylle a + phéopigments	Intégré	X	X	X	X
Ponctuel de fond							
Minéralisation	Ca ²⁺ , Na ⁺ , Mg ²⁺ , K ⁺ , dureté, TA, TAC, SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , HCO ₃ ⁻	Intégré	X				
		Ponctuel de fond					
Sur SEDIMENTS	Eau interstitielle : Physico-chimie		PO4, Ptot, NH4				
	Phase solide (<2mm)	Physico-chimie	Corg., Ptot, NKJ, Granulométrie, perte au feu	Prélèvement au point de plus grande profondeur			X
		Substances prioritaires, autres substances et pesticides	Micropolluants sur sédiments*				
HYDROBIOLOGIE et HYDROMORPHOLOGIE		Phytoplancton	Prélèvement Intégré (Cemagref/Utermöhl)	X	X	X	X
		Oligochètes	IOBL				X
		Mollusques	IMOL				X
		Macrophytes	Protocole Cemagref			X	
		Hydromorphologie	A partir du Lake Habitat Survey (LHS)			X	
		Suivi piscicole	Protocole CEN (en charge de l'ONEMA)			X	

* : se référer à l'annexe 5 de la circulaire DCE 2006/16, analyses à réaliser sur les paramètres pertinents à suivre sur le support concerné

RCS : un passage par plan de gestion (soit une fois tous les six ans)

CO : un passage tous les trois ans

Poissons en charge de l'ONEMA (un passage tous les 6 ans)

Outils d'interprétation (détails en annexe 2)

L'interprétation des résultats a été réalisée selon deux approches complémentaires s'appuyant, d'une part sur une méthode largement utilisée pour évaluer le niveau trophique des plans d'eau (Diagnose rapide) et d'autre part, sur l'Arrêté du 25 janvier 2010 permettant de qualifier les masses d'eau en terme d'état selon la DCE.

Diagnose rapide

Cette méthode a été mise au point par le Cemagref (protocole actualisé de 2003) et renseigne sur la qualité générale du plan d'eau en rapport avec son niveau trophique. Ce n'est pas une interprétation en terme d'état au sens de la DCE.

Etat écologique et état chimique au sens de la DCE

La présente note synthétique définit également un état écologique et un état chimique liés à un niveau de confiance. Cette évaluation est réalisée suivant les préconisations de l'« Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface ».

Caractéristiques du plan d'eau

Nom : **Nantua**

Code lac : **V2515003**

Masse d'eau : **FRDL47**

Département : **01 (Ain)**

Région : **Rhône-Alpes**

Origine : **Naturelle**

Typologie : **N4 = Lac naturel de moyenne montagne calcaire, profond.**

Altitude (m NGF) : **475**

Superficie (ha) : **133**

Volume (hm³) : **40.1**

Profondeur maximum (m) : **43**

Temps de séjour (j) : **251**

Tributaire(s) : **Le Merloz, la Doye + sources**

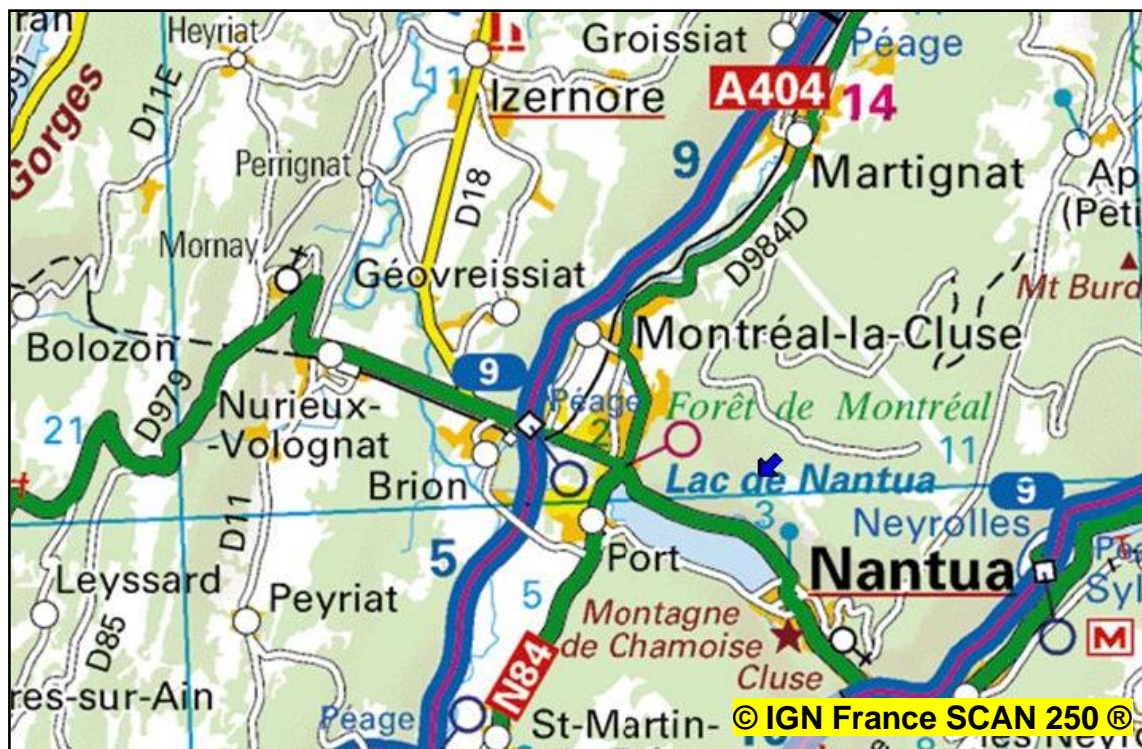
Exutoire(s) : **Le Bras du Lac et pertes vers le lac des Hôpitaux**

Réseau de suivi DCE : **Réseau de Contrôle de Surveillance / Contrôle Opérationnel (Cf. Annexe 1)**

Période/Année de suivi : **2007, 2010**

Objectif de bon état : **2015**

Des informations complémentaires sur le contexte général du plan d'eau, sur les enjeux et le programme de mesure sont disponibles via l'atlas internet de bassin.



Carte de localisation du lac de Nantua au 1/100 000°

Résultats - Interprétation

Le lac de Nantua est un lac naturel d'origine glaciaire situé dans l'Ain (01) sur les communes de Nantua et de Port à une altitude de 475 m. Ce plan d'eau présente une forme allongée, il est orienté Sud-Est/Nord-Ouest et s'étend sur une superficie de 133 ha. Il est alimenté par les cours d'eau : le Merloz et la Doye, ainsi que par plusieurs sources dont "les Grands Rochers". Le bras du lac, affluent de l'Oignin, forme l'exutoire du lac. Des pertes sous-lacustres sont également détectées dont l'une rejoint le lac des Hôpitaux. Le temps de séjour du plan d'eau est assez long, il est estimé à 251 jours.

La gestion du lac est assurée par la commune de Nantua. Les berges du lac, côté Nantua, sont aménagées à des fins touristiques. Un port est aménagé à l'autre extrémité du plan d'eau. Le lac permet la pratique de multiples activités nautiques non motorisées (canoë, voile, pêche,...).

Ce plan d'eau est suivi pour la deuxième fois depuis la mise en place du programme de surveillance DCE sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse. La précédente étude d'évaluation de l'état du plan d'eau s'était déroulée en 2007, sous maîtrise d'ouvrage DREAL Rhône-Alpes.

Diagnose rapide

Le lac de Nantua présente une qualité générale qui le classe dans la catégorie des plans d'eau **mésotrophe à tendance eutrophe**. Le tracé des indices physico-chimiques de la diagnose est assez régulier. Les flux de matières sont modérés dans la zone euphotique. La consommation en oxygène est globalement moyenne dans l'hypolimnion mais reste marquée à proximité du fond.

La qualité physicochimique du sédiment est satisfaisante. L'Indice Oligochète global indique un bon potentiel métabolique pour dégrader la matière organique. En revanche, le peuplement d'oligochètes et l'indice mollusque démontrent une altération des sédiments profonds pouvant être liée à la forte désoxygénation de la zone de plus grande profondeur.

Les résultats détaillés de la diagnose rapide sont présentés en annexe 3.

Etat écologique et chimique au sens de la DCE

L'évaluation DCE classe le lac de Nantua en **état écologique moyen** sur la base des résultats obtenus en 2010 (cf. annexe 4). L'IPL indique un état moyen pour les paramètres biologiques. L'azote minéral décline le plan d'eau en état moyen pour les paramètres physicochimiques.

Il est classé en **bon état chimique** (Cf. Annexe 5) puisque aucune des substances prises en compte pour évaluer l'état chimique ne dépasse les normes de qualité environnementales.

L'étude de la végétation aquatique a montré un faible recouvrement de macrophytes sur le lac de Nantua. On retrouve ainsi quelques phragmitaies éparses et des nupharaies présentes principalement dans les secteurs Nord du lac. On note également une population importante de Grande naïade (espèce protégée). Globalement, la végétation aquatique identifiée indique des eaux mésotrophes.

L'étude hydromorphologique n'a pas été renouvelée en 2010, cet élément ayant déjà été suivi en 2007.

Des informations complémentaires sur les différents éléments suivis sont présentées en annexe 6.

S'agissant de la deuxième année de suivi dans le cadre du programme de surveillance, une comparaison interannuelle des résultats est présentée en annexe 7.

Suivi piscicole

Le suivi piscicole a été réalisé en 2008 par l'ONEMA.

L'interprétation piscicole figure dans la note synthétique d'interprétation des données de l'année 2007.

Annexe 1 : Programme de surveillance

Dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE), un programme de surveillance doit être établi pour suivre l'état écologique (ou le potentiel écologique) et l'état chimique des eaux douces de surface.

Différents réseaux constituent le programme de surveillance. Parmi ceux-ci, deux réseaux sont actuellement mis en œuvre sur les plans d'eau :

- Le réseau de contrôle de surveillance (RCS) vise à donner une image globale de la qualité des eaux. Tous les plans d'eau naturels supérieurs à 50ha ont été pris en compte sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse. Pour les plans d'eau d'origine anthropique, une sélection a été opérée parmi les plans d'eau supérieurs à 50ha, afin de couvrir au mieux les différents types présents sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse (grandes retenues, plans d'eau de digue, plans d'eau de creusement).
- Le contrôle opérationnel (CO) vise à suivre spécifiquement les masses d'eau (naturelles ou anthropiques) supérieures à 50ha, à risque de non atteinte du bon état (ou du bon potentiel) des eaux en 2015.

Au total, 80 plans d'eau sont suivis sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse dans le cadre de ces deux réseaux.

Le contenu du programme de suivi sur les plans d'eau est identique pour le RCS et le CO. Un plan d'eau concerné par le CO sera cependant suivi à une fréquence plus soutenue (tous les 3 ans) comparativement à un plan d'eau strictement visé par le RCS (tous les 6 ans).

Annexe 2 : Les outils d'interprétation

La Diagnose rapide

(d'après le Protocole actualisé de la diagnose rapide des plans d'eau, Jacques Barbe, Michel Lafont, Jacques Mouthon, Michel Philippe, Cemagref, Agence de l'Eau RMC, juillet 2003).

L'interprétation de la diagnose rapide s'appuie sur plusieurs types d'indices : les indices spécifiques basés sur un paramètre particulier, les indices fonctionnels élaborés à partir d'un ou de plusieurs paramètres regroupés pour refléter un aspect fonctionnel du plan d'eau. Ils sont de nature physico-chimique ou biologique.

Ils sont tous construits pour s'échelonner en fonction de la dégradation de la qualité du milieu suivant une échelle de 0 à 100 (de l'ultra oligotrophie à l'hyper eutrophie).

Leur confrontation directe doit permettre ainsi de discerner facilement les concordances ou les discordances existant entre les principaux éléments fonctionnels du milieu.

Les indices physico-chimiques

Indice Pigments chlorophylliens¹

$I_C = 16 + 41,89 \times \log_{10}(X+0,5)$ où X est la somme de la chlorophylle_a et de la phéophytine_a exprimée en µg/l. X représente la moyenne des résultats obtenus sur l'échantillon intégré en dehors du brassage hivernal (campagnes 2, 3 et 4).

Indice Transparence

$I_T = 82 - 66,44 \times \log_{10}(X)$ où X est la moyenne des profondeurs de Secchi (en m) mesurées pendant la même période que précédemment.

La moyenne de ces deux indices constitue le premier indice fonctionnel : Indice **Production**.

Indice P total hiver

$I_{PTH} = 115 + 39,6 \times \log_{10}(X)$ où X est la valeur du phosphore total (mg/l), mesurée lors de la campagne de fin d'hiver et obtenue à partir de l'échantillon intégré.

Indice N total hiver

$I_{NTH} = 47 + 65 \times \log_{10}(X)$ où X est la valeur de l'azote total (mg/l), mesurée lors de la campagne de fin d'hiver et obtenue à partir de l'échantillon intégré².

La moyenne de ces deux indices constitue l'indice fonctionnel **Nutrition**.

Indice Consommation journalière en O₂ dissous

$I_{O_2j} = -50 + 62 \times \log_{10}(X+10)$ où X est la valeur de la consommation journalière en oxygène dissous en mg/m³/j.

Cet indice constitue l'indice fonctionnel **Dégradation**.

Indice P total du sédiment

$I_{PTS} = 109 + 55 \times \log_{10}(X)$ où X est la valeur du phosphore total du sédiment (en % de MS), obtenue lors de la campagne de prélèvement des sédiments ayant lieu normalement en fin de période de production biologique.

Cet indice constitue l'indice fonctionnel **Stockage des minéraux du sédiment**.

¹ Quand les teneurs des paramètres constitutifs de l'Indice pigments chlorophylliens (Ic) sont en dessous du seuil de quantification (SQ=1), la valeur retenue pour les "pc" est donnée par une fourchette de valeurs (par exemple, si [chl a] <1 et [phéopigments] <1, alors 0 <[chl a + pheo] < 2), l'Ic résultant est également donné par une fourchette de valeurs. Pour le calcul de l'indice production, on prend l'indice moyen de Ic.

² Les teneurs en nitrates, nitrites et azote kjeldahl sont prises en compte. Quand l'un des éléments est sous le seuil de quantification (SQ), sa valeur est donnée par une fourchette de valeurs : 0 <N < SQ, la concentration en azote total et l'indice Ntot hiver seront également exprimées sous la forme d'une fourchette de valeurs. Pour le calcul de l'indice nutrition, on prend l'indice moyen Ntot hiver.

Indice Perte au feu du sédiment

$I_{PF} = 53 \times \log_{10}(X)$ où X est la valeur de la Perte au feu du sédiment (en % de MS), obtenue lors de la même campagne que précédemment.

Cet indice constitue l'indice fonctionnel **Stockage de la matière organique du sédiment**.

Indice P total de l'eau interstitielle

$I_{PTI} = 63 + 33 \times \log_{10}(X)$ où X est la valeur du phosphore total de l'eau interstitielle (mg/l), obtenue lors de la campagne de sédiment.

Indice Ammonium de l'eau interstitielle

$I_{NH4I} = 18 + 45 \times \log_{10}(X+0,4)$ où X est la valeur de l'ammonium de l'eau interstitielle (mg/l de N), obtenue lors de la campagne de sédiment.

La moyenne de ces deux indices constitue l'indice fonctionnel **Relargage**.

Quatre campagnes de prélèvements sont réalisées dans le cadre du protocole de la Diagnose rapide.

A partir de ces six indices fonctionnels, deux indices physico-chimiques moyens peuvent être calculés pour synthétiser les résultats :

- Un indice physico-chimique moyen de pleine eau = moyenne des indices fonctionnels nutrition, production et dégradation ;
- Un indice physico-chimique moyen du sédiment = moyenne des indices fonctionnels stockage des minéraux du sédiment, stockage de la matière organique du sédiment et relargage.

Les indices biologiques sont au nombre de trois :

L'Indice Planctonique est calculé à partir des listes floristiques obtenues lors des différentes campagnes de la période de production biologique.

L'indice s'appuie sur des coefficients de qualité (Qi) attribués à chaque groupe algal (*les coefficients les plus élevés étant attribués aux groupes les plus liés à l'eutrophisation*) et sur des classes d'abondances relatives (Aj).

IP = moyenne de $\sum Qi \times Aj$ sur la base des résultats obtenus lors des trois campagnes estivales.

Avec les valeurs suivantes pour Qi et Aj :

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

Coefficients attribués aux groupes algaux repères

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

Classes d'abondance relative du phytoplancton

L'indice planctonique tel que décrit dans la diagnose rapide est issu de prélèvements réalisés au filet à plancton. Les prélèvements réalisés dans le cadre de la DCE sont des prélèvements d'eau brute intégrés sur la zone euphotique (2,5 fois la transparence mesurée à l'aide du disque de Secchi). **Les abondances relatives des différents groupes ont été évaluées à partir des biovolumes algaux.**

L'Indice Oligochètes : $IO = 126 - 74 \times \log_{10}(X+2,246)$ où X est la moyenne entre l'IOBL de la plus grande profondeur et la valeur moyenne des IOBL de profondeur intermédiaire.

L'indice IOBL par point de prélèvement (= 3 « coups » de bennes à une profondeur donnée) = $S + 3\log_{10}(D+1)$ où S = nombre de taxons parmi les oligochètes comptés et D = densité en oligochètes pour 0,1 m².

L'Indice Mollusques : $IM = 122 - 92 \times \log_{10}(X+1,734)$ où X correspond à la valeur de l'IMOL.

L'IMOL n'est appliqué que sur les plans d'eau naturels (pas applicable sur les plans d'eau marnants).

Le tableau ci-dessous présente le mode de détermination de l'indice IMOL.

Bull. Fr. Pêche Piscic. (1993) 331 :397-406 — 403 —

Tableau III : Tableau standard de détermination de l'indice IMOL.
Table III : Procédure of the determination of index IMOL.

Niveau d'échantillonnage	Repères malacologiques	Indices	Exemples (dates de prospection)
Z₁ = 9/10 Z_{max}	- Gastéropodes et Bivalves présents	8	Léman (1963)
	- Gastéropodes absents, Bivalves seuls présents	7	Bourget (1940), Longemer (1977), Grand Maclu (1983), Chalain (1984),
Absence de mollusques en Z ₁			
Z₂ = -10 m (20 m)⁽²⁾	- Deux genres ou plus de deux genres de Gastéropodes présents	6	Lac Léman (1987), Saint-Point (1978) Grand Clairvaux (1982), Laffrey (1989).
	- Un seul genre de Gastéropode présent	5	Le Bourget (1988), Rémoray (1978 et 1989), Les Rousses (1980).
	- Gastéropodes absents, pisidies présentes ⁽¹⁾	4	Gérardmer (1977), l'Abbaye (1980), Petit Clairvaux (1982), Val (1986).
Absence de mollusques en Z ₂			
Z₃ = -3 m (5-6 m)⁽²⁾	- Deux genres ou plus de deux genres de Gastéropodes présents	3	<i>Petit Maclu (1983), Antre (1984), Petit Etival (1985).</i>
	- Un seul genre de Gastéropode présent	2	<i>Grand Etival (1985)</i>
	- Gastéropodes absents, pisidies présentes ⁽¹⁾	1	Illy (1984), Narlay (1984), Aydat (1985), Bonlieu (1985), Nantua (1988), Sylans (1988), Petitchet (1989), Lamoura (1988), Pierre-Chatel (1989)
	- Absence de mollusques	0	Lac des Corbeaux (1984), Lac Vert (1985), Lispach (1984),

(1) avec plus d'un individu par échantillon de 3 bennes.
(2) proposition pour les lacs profonds de grandes dimensions.

Les critères de l'état écologique et de l'état chimique

Les critères à prendre en compte et les modalités de calcul et d'agrégation des différents éléments de qualité permettant l'évaluation de l'état écologique et de l'état chimique des plans d'eau sont détaillés dans l'« Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface ».

Les critères pris en compte actuellement sont résumés ci-dessous (pour plus de précisions, se référer à l'arrêté).

Evaluation de l'état (/du potentiel) écologique :

- Eléments de qualité biologiques

Elément de qualité	Métriques/Paramètres	PLANS D'EAU NATURELS					PLANS D'EAU D'ORIGINE ANTHROPIQUE
		Limites des classes d'état					
		Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais	
Phytoplancton	[Chl-a] moyenne estivale (µg/l)	Cf. Arrêté ¹					
	IPL (Indice Planctonique)	25	40	60	80		
Invertébrés	IMOL (Indice Mollusque)*	8	7	4	1		
	IOBL (Indice Oligochètes de Bioindication Lacustres)*	15	10	6	3		

* : paramètres complémentaire pour conforter le diagnostic

¹ ces limites sont calculées par plan d'eau selon une formule dépendante de la profondeur moyenne du plan d'eau

L'IPL a été calculé en prenant en compte les biovolumes algaux pour l'évaluation des abondances relatives.

Les travaux réalisés jusqu'à présent n'ont pas permis de produire des valeurs seuils pour les éléments de qualité macrophytes et poissons.

- Eléments physico-chimiques généraux

Paramètres par élément de qualité	Limites des classes d'état				
	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Nutriments					
N minéral maximal (NO ₃ + NH ₄)(mg N/l)	0,2	0,4	1	2	
PO ₄ maximal (mg P/l)	0,01	0,02	0,03	0,05	
Phosphore total maximal (mg P/l)	0,015	0,03	0,06	0,1	
Transparence					
Transparence moyenne estivale (m)	5	3,5	2	0,8	
Bilan de l'oxygène					
Présence ou absence d'une désoxygénation de l'hypolimnion en % du déficit observé entre la surface et le fond pendant la période estivale (pour les lacs stratifiés)	*	50	*	*	
Salinité					
Acidification			*		
Température					

* : pas de valeurs établies à ce stade des connaissances

N minéral maximal (NH₄⁺ + NO₃⁻) : azote minéral maximal annuel dans la zone euphotique, c'est-à-dire :

- l'azote minéral « d'hiver », en période de mélange total des eaux, sur échantillon intégré de la zone euphotique, si le temps de séjour est supérieur à 2 mois.

- l'azote minéral maximal observé sur au minimum 3 campagnes « estivales » dans un échantillon intégré de la zone euphotique, si le temps de séjour est inférieur à 2 mois.

PO₄³⁻ maximal : dans les lacs de temps de séjour supérieur à 2 mois, il s'agit de la valeur « hivernale » en période de mélange total des eaux, sur échantillon intégré de la zone euphotique. Dans les plans d'eau de temps de séjour inférieur à 2 mois, c'est le maximum des valeurs de 3 campagnes estivales.

Phosphore total maximal : dans les lacs de temps de séjour supérieur à 2 mois, il s'agit indifféremment de la moyenne annuelle dans la zone euphotique ou de la valeur hivernale en période de mélange complet des eaux, sur échantillon intégré de la zone euphotique. Dans les plans d'eau de temps de séjour inférieur à 2 mois, c'est le maximum des valeurs de 3 campagnes estivales.

Bilan de l'oxygène : paramètre et limites de classes donnés à titre indicatif (ce paramètre est ici considéré en tant que paramètre complémentaire à l'évaluation de l'état).

Il exprime le déficit en oxygène entre la surface et le fond du lac (%). Pour chacune des campagnes C2, C3 et C4, on calcule le déficit : $D = (O_2(s) - O_2(f)) / O_2(s)$, avec $O_2(s)$ la valeur moyenne en oxygène dissous dans les 3-4 premiers mètres et $O_2(f)$ la valeur moyenne en oxygène dissous dans les 3-4 derniers mètres. La valeur finale est obtenue en faisant la moyenne des 3 déficits calculés.

Il s'agit de la présentation des résultats bruts, un travail ultérieur d'expertise pouvant amener à une évaluation légèrement différente (ex. : pour un plan d'eau naturellement peu transparent, ce paramètre s'avérera non pertinent et ne sera alors pas pris en compte dans l'évaluation de l'état).

Les règles d'assouplissement décrites par l'arrêté du 25 janvier 2010 pour définir la classe d'état des éléments de qualité physico-chimiques généraux ont été appliquées.

- Polluants spécifiques de l'état écologique

Polluants spécifiques non synthétiques (analysés sur eau filtrée)	
Substances	NQE_MA (µg/l)
Arsenic dissous	Fond géochimique + 4,2
Chrome dissous	Fond géochimique + 3,4
Cuivre dissous	Fond géochimique + 1,4
Zinc dissous	Fond géochimique + 3,1 (si dureté ≤24 mg CaCO3/l)
	Fond géochimique + 7,8 (si dureté >24 mg CaCO3/l)
Polluants spécifiques synthétiques (analysés sur eau brute)	
Substances	NQE_MA (µg/l)
Chlortoluron	5
Oxadiazon	0,75
Linuron	1
2,4 D	1,5
2,4 MCPA	0,1

NQE_MA : Normes de Qualité Environnementales en Moyenne Annuelle

Au sein des éléments de qualité (EQ), c'est la règle du paramètre le plus déclassant qui est retenue. L'état écologique (plans d'eau naturels) est donné par l'EQ le plus déclassant (dans la limite de l'état « moyen » pour la physico-chimie et les polluants spécifiques). Les éléments hydromorphologiques n'interviennent que pour le classement en très bon état d'une masse d'eau (indicateur des éléments hydromorphologiques en cours de construction).

Le potentiel écologique (plans d'eau anthropiques) est évalué à partir du paramètre chlorophylle a et des éléments physico-chimiques. Pour pallier l'absence de tous les indicateurs biologiques adaptés pour évaluer le bon potentiel, on considère que les pressions hydromorphologiques hors contraintes techniques obligatoires (CTO) se traduisent par un effet négatif sur les potentialités biologiques des masses d'eau (Cf. arrêté du 25 janvier 2010 : tableau permettant d'attribuer une classe de potentiel écologique en prenant en compte les pressions hydromorphologiques non imposées par les CTO).

Dans le cadre de cette note d'interprétation, il a été considéré que les pressions hydromorphologiques non imposées par les CTO étaient nulles à faibles ce qui induit que le potentiel écologique de la masse d'eau est alors défini par les seuls indicateurs biologiques et physico-chimiques.

Un niveau de confiance est attribué à l'état écologique (selon la qualité de la donnée prise en compte, si l'ensemble des EQ ont été déterminés...). Trois niveaux de confiance sont distingués : 3 (élevé), 2 (moyen), 1 (faible).

Evaluation de l'état chimique (2 classes d'état) :

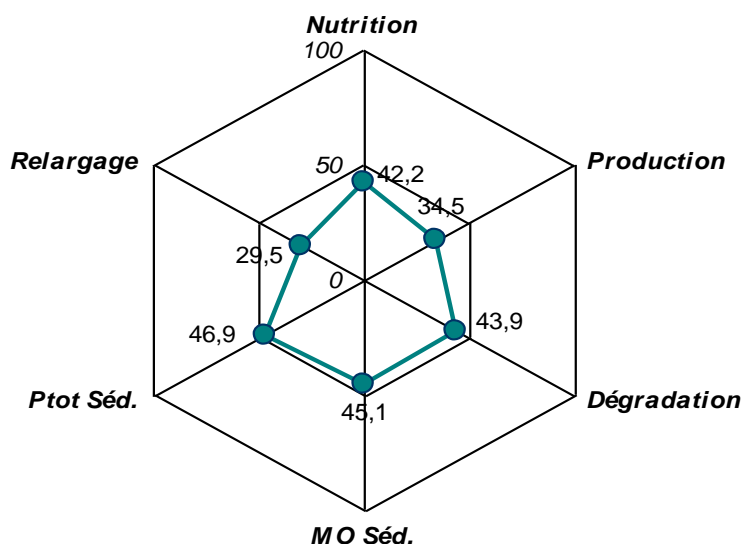
La liste des 41 substances prises en compte dans l'état chimique figure dans l'annexe 8 de l'arrêté du 25 janvier 2010, avec les NQE à respecter en valeur moyenne et en concentration maximale admissible.

Annexe 3 : Résultats de la diagnose rapide

Les indices fonctionnels physico-chimiques

Le calcul des indices avec la valeur des paramètres utilisés est résumé page suivante.

Graphique en radar des indices fonctionnels du Lac de Nantua Suivi 2010

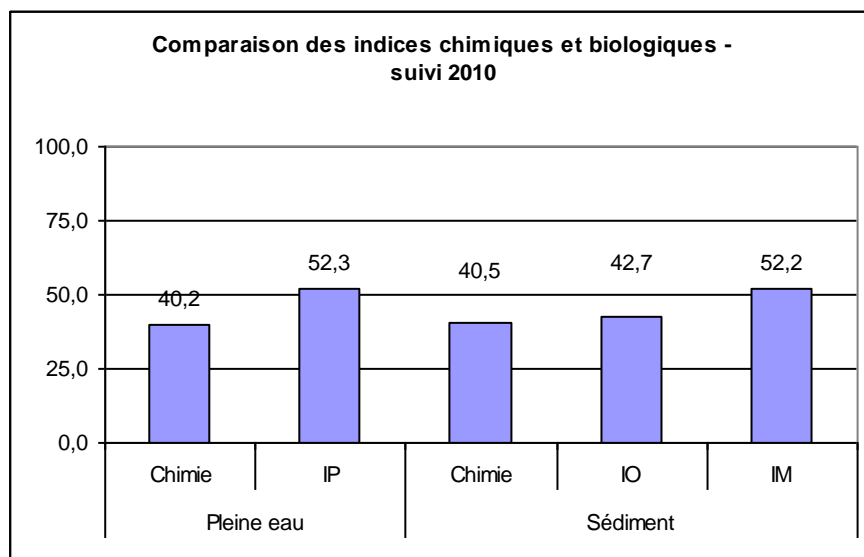


Les résultats obtenus pour les différents indices sont relativement homogènes, compris entre 29 et 47. Ils révèlent un milieu dans lequel les flux de matières sont modérés. L'indice Production est particulièrement faible par rapport aux autres indices.

Sur le sédiment, la charge en matière organique et en phosphore est moyenne à élevée : le milieu semble assimiler correctement la matière produite dans la masse d'eau malgré une demande en oxygène conséquente dans l'hypolimnion. En sortie d'hiver, le lac présente déjà un léger déficit en oxygène sur toute sa colonne d'eau (80% de saturation à proximité du fond).

Le phénomène de relargage n'est pas mis en évidence par les analyses.

Les indices synthétiques : un indice physico-chimique moyen pour chaque compartiment (un pour la pleine eau et un pour le sédiment) est affiché à côté des indices biologiques



IP : Indice Planctonique

IO : Indice Oligochètes

IM : Indice Mollusques

Indice chimie pleine eau = moyenne des indices Nutrition, Production et Dégradation

Indice chimie du sédiment = moyenne des indices Relargage, Ptot Séd. et MO Séd.

Concernant les indices de pleine eau, l'Indice Planctonique indique des eaux eutrophes avec des groupes algaux qui se développent dans des plans d'eau riches en azote et en phosphore. Il est moins favorable que l'indice chimie de l'eau qui traduit un milieu mésotrophe.

Les indices "chimie des sédiments" et IO sont similaires, ils révèlent une qualité assez bonne pour ce compartiment. Cependant, le peuplement d'oligochètes au point de plus grande profondeur et l'IM (absence de Mollusques dans la zone de plus grande profondeur) révèlent une altération de la qualité de la zone profonde du plan d'eau.

Globalement, le lac de Nantua peut être classé mésotrophe à tendance eutrophe.

Lac de Nantua

Suivi 2010

Les indices de la diagnose rapide

Valeurs brutes et calcul des indices

Les indices physico-chimiques

	Ptot ech intégré hiver (mg/l)	indice Ptot hiver	Ntot ech intégré hiver (mg/l)	indice Ntot hiver	INDICE NUTRITION
2010	0,012	38,9	0,6<x<1,6	31<x<60	42,2

	Secchi moy (m) (3 campagnes estivales)	indice Transparence	Chloro a + Phéop. (moy 3 camp. Estivales en µg/l)	indice Pigments chlorophylliens	INDICE PRODUCTION
2010	5,1	35,0	1,7<x<2,7	31<x<37	34,5

	Conso journalière en O2 (mg/m ³ /j)	INDICE DEGRADATION
2010	22,7	43,9

entre campagnes C1 et C4

	perte au feu (% MS)	indice Perte au feu séd = INDICE stockage MO du séd
2010	7,1	45,1

Correspondance entre indices de la diagnose rapide et niveau trophique		
Indice	Niveau trophique	
0-15	Ultra oligotrophe	■
15-35	Oligotrophe	■
35-50	Mésotrophe	■
50-75	Eutrophe	■
75-100	Hyper eutrophe	■

	Ptot séd (mg/kg MS)	indice Ptot séd = INDICE stockage des minéraux du séd
2010	744	46,9

	Ptot eau interst séd (mg/l)	indice Ptot eau interst	NH4 eau interst séd (mg/l)	indice NH4 eau interst	INDICE RELARGAGE
2010	0,3	45,7	<0,5	13,3	29,5

Les indices biologiques

	Indice planctonique IPL	Oligochètes IOBL global	Indice Oligochètes IO	Mollusques IMOL	Indice Mollusques IM
2010	52,3	11,1 : PM* fort	42,7	4	52,2

* : Potentiel Métabolique

IPL : calculé à partir du biovolume

NB : les valeurs obtenues sur eau interstitielle sont à prendre avec précaution car la technique de prélèvement employée ne permet pas de maintenir l'échantillon dans les conditions physico-chimiques régnant en profondeur, ce qui peut alors biaiser les résultats obtenus.

Annexe 4 : Etat écologique au sens de la DCE

Classes d'état

	Très bon (TB)
	Bon (B)
	Moyen (MOY)
	Médiocre (MED)
	Mauvais (MAUV)

Niveau de confiance

3	Elevé
2	Moyen
1	Faible

L'état écologique est défini par agrégation de l'état de chacun des éléments de qualité selon les règles décrites dans l'« Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface ».

Nom	Code	Type	Ensembles agrégés des éléments de qualité		Polluants spécifiques de l'état écologique	Elément de qualité hydromorphologique	Etat écologique	Niveau de confiance
			Biologiques	Physico-chimiques généraux				
Nantua	FRDL47	MEN*	MOY	MOY	B	Non déterminé	MOY	2/3

* MEN : masse d'eau naturelle

Les ensembles agrégés des éléments de qualité biologiques et physico-chimiques généraux sont classés en état moyen.

Concernant les polluants spécifiques de l'état écologique, les métaux cuivre, arsenic, zinc et chrome ont été quantifiés lors du suivi annuel (systématiquement pour le cuivre). Les concentrations observées respectent les normes de qualité environnementales (NQE) définies pour ces paramètres.

Le tableau suivant détaille la classe d'état de chaque paramètre pris en compte dans les éléments de qualité biologiques et physico-chimiques généraux.

Nom ME	Code ME	Type	Paramètres biologiques		Paramètres Physico-chimiques généraux			
			Chlo-a	IPL	Nmin max	PO43- max	Ptot. Max	Transp.
Nantua	FRDL47	MEN*	1,7	52,3	0,56<x<0,60	<0,005	0,021	5,1

L'élément de qualité phytoplancton est classé en état moyen en raison d'un indice IPL de 52,3. Les paramètres physicochimiques sont classés de très bon à moyen (N min max étant déclassant).

Le lac de Nantua est classé en **état écologique moyen** selon les données acquises en 2010.

Chlo-a : concentration moyenne estivale en chlorophylle-a dans la zone euphotique (µg/L).

IPL : Indice Planctonique, repris de la diagnose rapide.

Nmin max : concentration maximale en azote minéral (NO₃⁻ + NH₄⁺) (mg/L).

PO43- max : concentration maximale en phosphate dans la zone euphotique (mg P /L).

Ptot. Max : concentration maximale en phosphore dans la zone euphotique (mg/L).

Transp. : transparence (m), moyenne estivale

Des paramètres complémentaires peuvent être intégrés au titre de l'expertise de l'état écologique :

Nom ME	Code ME	Type	Paramètres complémentaires		
			<i>biologiques</i>		<i>physico-chimiques généraux</i>
			IMOL	IOBL	Déficit O ₂
Nantua	FRDL47	MEN*	4	11,1	45,7

Les résultats des paramètres complémentaires indiquent un diagnostic similaire : l'IMOL est moyen tandis que les indices IOBL et déficit en oxygène affichent des résultats en limite de classe d'état bon/moyen.

IMOL : Indice Mollusques

IOBL : Indice Oligochètes de Bioindication Lacustre

Déficit O₂ : déficit en oxygène entre la surface et le fond du lac (%).

Annexe 5 : Etat chimique au sens de la DCE

Classes d'état chimique

	Bon
	Mauvais

	Etat chimique
Nantua	Bon

Le lac de Nantua est classé en **bon état chimique**.

Parmi les 41 substances de l'état chimique, seuls deux métaux ont été quantifiés :

- Le nickel et le plomb. Le nickel a été presque systématiquement quantifié (0,3 à 3,3 µg/l) et le plomb uniquement sur l'échantillon intégré de la campagne de juillet (0,2 µg/l). Les valeurs mesurées sont restées largement inférieures à la NQE définie pour ces deux paramètres.

La liste des 41 substances de l'état chimique ainsi que leur Norme de Qualité Environnementale sont précisées dans l'arrêté du 25 janvier 2010.

Les micropolluants quantifiés dans l'eau (sur toutes les substances recherchées : molécules DCE et autres molécules analysées)

Les pesticides quantifiés :

Une centaine de molécules ont été recherchées à chaque campagne sur l'échantillon intégré de la zone euphotique et sur l'échantillon de fond (dont seule une quinzaine figure dans la liste des 41 substances de l'état chimique).

Aucun pesticide n'a été quantifié durant le suivi.

Les micropolluants quantifiés (hors pesticides) :

En complément des substances quantifiées déjà citées, 13 autres paramètres ont été mis en évidence :

- Neuf métaux, retrouvés plus ou moins fréquemment : aluminium, baryum, fer, manganèse, titane, uranium (tous systématiquement quantifiés à chaque campagne sur l'échantillon intégré et/ou sur le fond), bore, cobalt, et vanadium (quantifiés seulement sur certaines campagnes) ;
- Deux organoétains : le dibutylétain et le monophénylétain, tous deux quantifiés uniquement sur l'échantillon de fond de la campagne de mars à des concentrations proches de la limite de quantification.
- Deux dérivés du benzène (BTEX) : le toluène et une forme du xylène quantifiée une seule fois en faible concentration sur l'échantillon de fond de la campagne de septembre. Le toluène a été retrouvé à trois reprises lors des campagnes de mars, juillet et septembre (0,3 à 0,4 µg/l). Ces valeurs ont été qualifiées de douteuses lors de la validation annuelle des résultats, une contamination via la chaîne de prélèvement (moteur thermique) étant suspectée.

Les micropolluants quantifiés dans les sédiments :

Sur les 176 substances recherchées sur le sédiment, 37 ont été quantifiées. Il s'agit de métaux (23 substances), de HAP (9 substances) et de PCB (4 substances). Le DEHP a également été quantifié en une concentration moyenne (582 µg/kg de Matière Sèche - MS).

Les concentrations observées en métaux et en HAP n'ont pas révélé de teneurs excessives.

28 PCB ont été recherchés en 2010 sur le prélèvement de sédiment effectué sur le lac de Nantua. Quatre substances ont été quantifiées, chacune en faible concentration (1 µg/kg MS).

Annexe 6 : Eléments complémentaires d'interprétation

Spécificités du plan d'eau et de l'année de suivi

Le lac de Nantua est un lac naturel d'origine glaciaire situé dans l'Ain (01) sur les communes de Nantua et de Port à une altitude de 475 m. Ce plan d'eau présente une forme allongée, il est orienté Sud-Est/Nord-Ouest et s'étend sur une superficie de 133 ha. Il est alimenté par les cours d'eau : le Merloz et la Doye, ainsi que par plusieurs sources dont "les Grands Rochers". Le bras du lac, affluent de l'Oignin, forme l'exutoire du lac. Des pertes sous-lacustres sont également détectées dont l'une rejoint le lac des Hôpitaux. Le temps de séjour sur le plan d'eau est assez long, il est estimé à 251 jours.

La gestion du lac est assurée par la commune de Nantua. Les berges du lac, côté Nantua, sont aménagées à des fins touristiques avec une base nautique, une place et des zones de détente. Un port est aménagé à l'autre extrémité du plan d'eau. Le lac permet la pratique de multiples activités nautiques non motorisées (canoë, voile, pêche,...). Quelques embarcations ont la possibilité de naviguer avec moteur thermique (autorisation municipale).

Historiquement, la qualité des eaux a été fortement détériorée par les rejets multiples dans le lac. Des procédés d'oxygénation hypolimnique ont d'ailleurs été mis en œuvre antérieurement pour restaurer le fonctionnement de l'hydrosystème.

En 2010, les conditions météorologiques ont été froides et neigeuses sur l'hiver. Le printemps et l'été ont été doux et faiblement pluvieux.

Les périodes d'intervention des différentes campagnes de prélèvements menées en 2010 correspondent aux préconisations de la méthodologie.

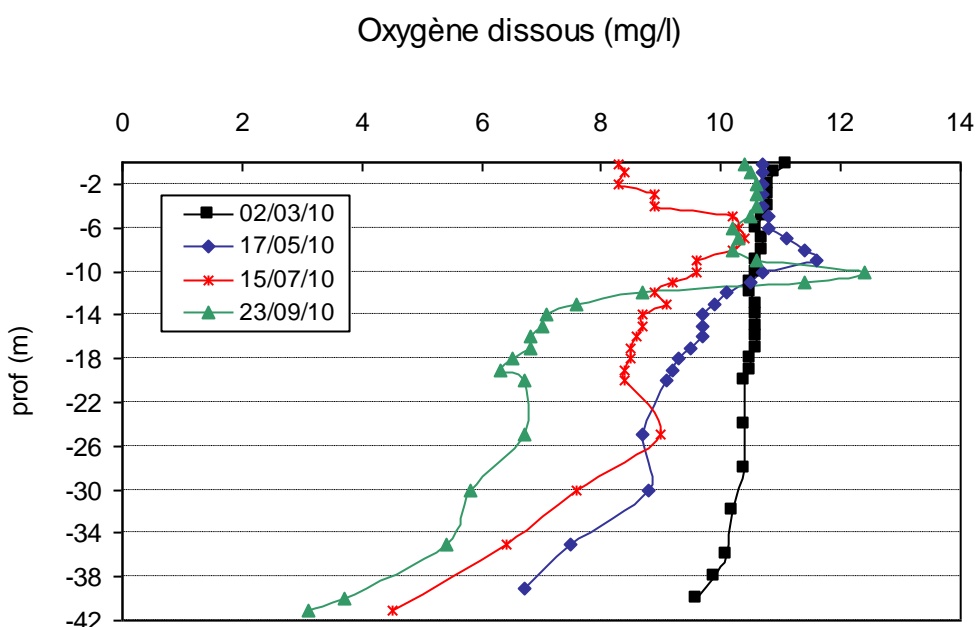
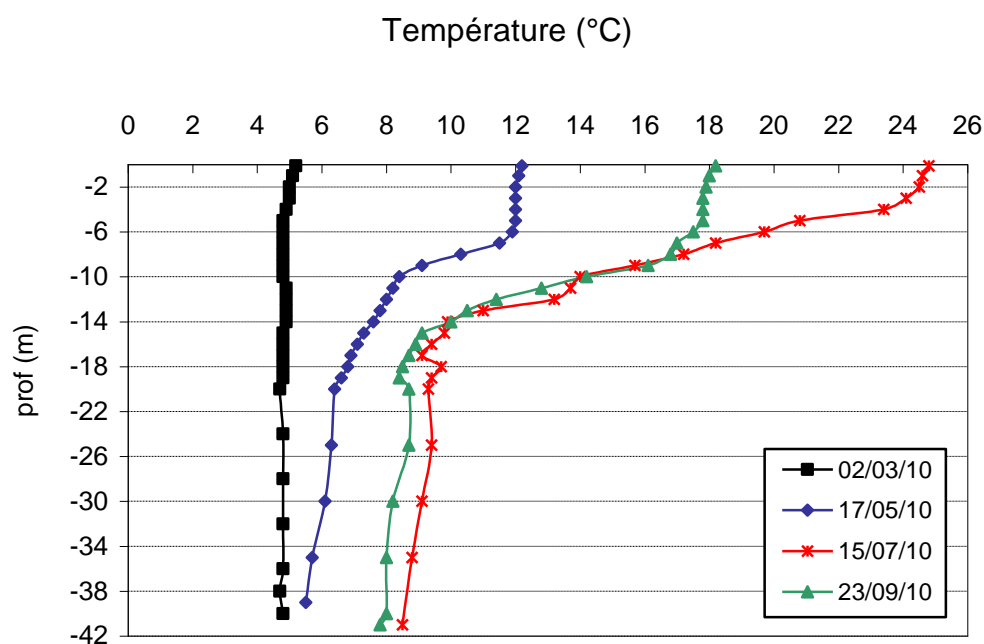
Ce plan d'eau est suivi pour la deuxième fois depuis la mise en place du programme de surveillance DCE sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse. La précédente étude d'évaluation de l'état du plan d'eau s'était déroulée en 2007, sous maîtrise d'ouvrage DREAL Rhône-Alpes.

La suite du document expose des compléments d'informations concernant les profils de températures et d'oxygène et le peuplement phytoplanctonique.

Le suivi a également porté sur le peuplement macrophytique (application du protocole Cemagref). La synthèse des données acquises est fournie dans la suite de ce document. A noter que l'Indice Macrophytes en plans d'eau est en cours de construction.

Profils de température et d'oxygène :

Des profils verticaux ont été réalisés lors des quatre campagnes. Les profils de température (°C) et de saturation en oxygène dissous (%) sont fournis sur les graphiques suivants :



Lors de la 1ère campagne, la température est homogène sur la colonne d'eau (5°C), et on observe un brassage presque complet des eaux. La colonne d'eau présente cependant un déficit en oxygène, le taux de saturation en oxygène étant de 85 à 90% de saturation. A proximité du fond, une demande en oxygène légèrement supérieure se fait ressentir.

Au printemps, la stratification s'installe avec une augmentation de la température des eaux à 12°C sur les 6 premiers mètres. La thermocline est établie entre 6 et 10 m de profondeur et les eaux hypolimniques sont homogènes, à une température de 6-8°C. Le profil d'oxygène montre une stratification lors de la campagne du 17 mai. Les eaux de surface sont bien oxygénées. La consommation d'oxygène est croissante à partir de 10 m de profondeur pour atteindre un déficit de près de 50% dans le fond du lac.

La température atteint près de 25°C en surface durant l'été. L'épilimnion est peu épais (3 m). La thermocline présente une forte amplitude, la température diminue progressivement de 23° à 9°C entre 4 et 14 m de profondeur. Le pic d'oxygène issu de l'activité photosynthétique est marqué à -5 m lors de la campagne estivale. La consommation dans les couches profondes s'accroît (40 % sat O₂ dans le

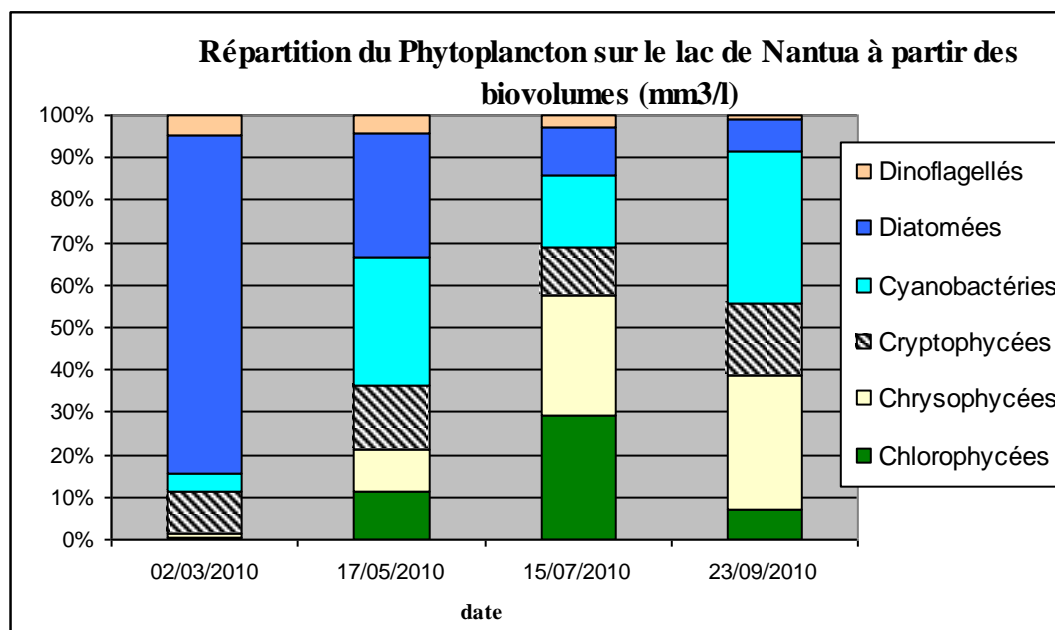
fond).

En fin d'été, l'activité photosynthétique est toujours bien marquée, elle entraîne un pic d'oxygène à 10 m. La consommation en oxygène pour dégrader la matière organique produite s'accroît encore (20% sat dans les eaux du fond). Les eaux de surface sont refroidies à 18°C, la thermocline est alors établie entre 9 et 15 m.

La stratification thermique est très marquée sur le lac de Nantua dès le printemps sur l'année 2010.

Le peuplement phytoplanctonique :

Les échantillons destinés à la détermination du phytoplancton sont constitués à partir d'un prélèvement intégré sur la zone euphotique (équivalent à 2,5 fois la transparence). Le graphique suivant présente la répartition du phytoplancton par groupe algal (relatif à la diagnose rapide) à partir des résultats exprimés en biovolumes (mm^3/l) lors des quatre campagnes.



Le tableau ci-dessous donne les abondances phytoplanctoniques à chaque campagne en nombre de cellules par millilitre.

	02/03/2010	17/05/2010	15/07/2010	23/09/2010
Total (nombre cellules/ml)	5111	3407	37525	5416

La diversité taxonomique est faible à modérée, comprise entre 12 et 25 taxons.

En fin d'hiver, le peuplement phytoplanctonique est dominé par les Diatomées avec l'espèce *Stephanodiscus minutulus*. Elle est accompagnée par des colonies de Cyanobactéries *Aphanocapsa holsatica* et *Aphanizomenon flos-aquae*.

Le peuplement est mieux réparti lors de la campagne printanière, il n'y a pas de groupes dominants. Le développement d'algues bleues toxiques du genre *Planktothrix* suggère des conditions favorables au développement des cyanobactéries.

Dans l'échantillon de la campagne estivale, les Cyanobactéries prennent le dessus, au moins en abondance cellulaire avec l'espèce *Aphanocapsa holsatica* (petites cellules). Les Chlorophycées se développent au détriment des Diatomées. Les Chrysophycées se maintiennent avec les espèces ubiquistes *Erkenia subaequiciliata*, et *Dinobryon sp.* Le peuplement indique globalement un milieu assez enrichi.

En fin d'été, les mêmes groupes sont présents. Les Cyanobactéries colonisent toujours le milieu, elles représentent 35% du biovolume et 60% de l'abondance algale. Elles sont accompagnées par plusieurs espèces de Chrysophycées.

Globalement, le peuplement phytoplanctonique traduit une eutrophisation assez élevée du milieu

aquatique, avec une dominance de Cyanobactéries. L'Indice phytoplanctonique (IPL) est de 52,3 qualifiant le milieu d'eutrophe (l'indice calculé à partir de l'abondance cellulaire est supérieur : 73,0).

Les Oligochètes :

Dans l'ensemble, le potentiel métabolique est élevé (IOBL global =11,1). Cependant, le peuplement d'oligochètes dans la zone de plus grande profondeur est exclusivement constitué d'une espèce (*Tubifex tubifex*) indicatrice d'une impasse trophique naturelle. Le potentiel métabolique est considéré comme moyen sur ce point. Les prélèvements de sédiments à 20 m sont plus favorables : 4 taxons sont identifiés, mais ces taxons sont le plus souvent peu sensibles aux pollutions.

La désoxygénation des eaux profondes est probablement responsable de l'altération de la qualité des sédiments profonds. Le potentiel métabolique reste néanmoins acceptable dans les zones moins profondes.

Les Macrophytes :

Globalement orienté Nord-Ouest/Sud-Est, le lac de Nantua est fortement marqué par l'urbanisation, accueillant port, plages et murs de soutènements. L'ensemble des berges est situé à proximité du réseau routier. Le caractère naturel des berges est donc fortement altéré.

Le lac de Nantua est peu recouvert par les macrophytes et lorsque la végétation est présente, les formations sont peu denses. On retrouve ainsi quelques phragmitaies éparées et des nupharaies présentes principalement dans les secteurs Nord du lac. On note une population importante de Grande naïade (*Najas marina*, plante protégée au niveau régional) située dans la partie Sud-Est du lac, formant un herbier de quelques centaines de m².

Le pourcentage de recouvrement en macrophytes est de l'ordre de 2 à 3%, ce qui reste relativement faible. Cette faible végétalisation s'explique certainement par les effets conjugués de la pression anthropique, de la nature rocheuse du substrat et des fortes pentes des fonds aquatiques.

Parmi les macrophytes observés, les principaux indicateurs sont le Potamot fluet, indicateur d'un niveau trophique moyen à élevé, tout comme le Myriophylle en épi. On trouve également des algues comme *Vaucheria sp*, *Cladophora sp*. dont la présence indique un niveau souvent élevé de la trophie des eaux, particulièrement lorsque celles-ci prolifèrent, ce qui n'est pas le cas ici.

La végétation aquatique identifiée indique des eaux mésotrophes.

Aucune espèce végétale invasive n'a été observée sur le lac.

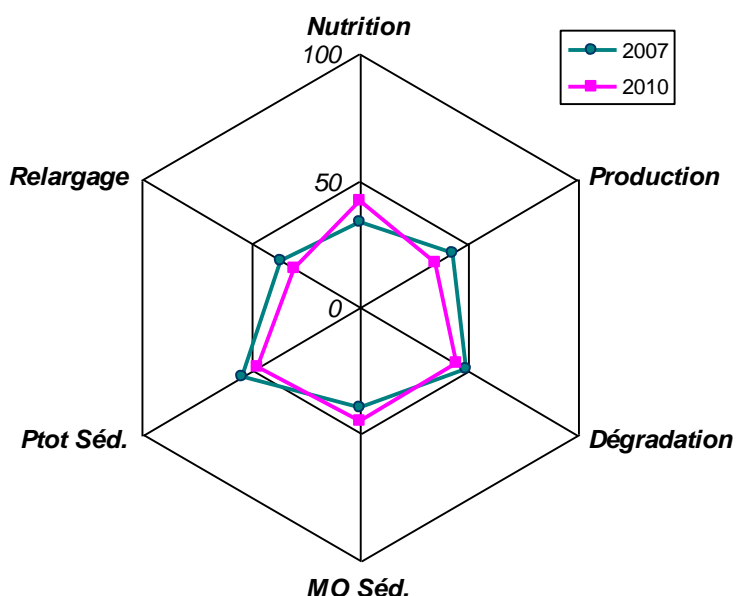
Une seule espèce végétale protégée a été observée sur le lac. Il s'agit de la grande naïade (*Najas marina*), protégée en région Rhône-Alpes.

Annexe 7 : Comparaison interannuelle des résultats

Les indices de la diagnose rapide

Les indices fonctionnels physico-chimiques :

Graphique en radar des indices fonctionnels de Nantua Suivis 2007 et 2010



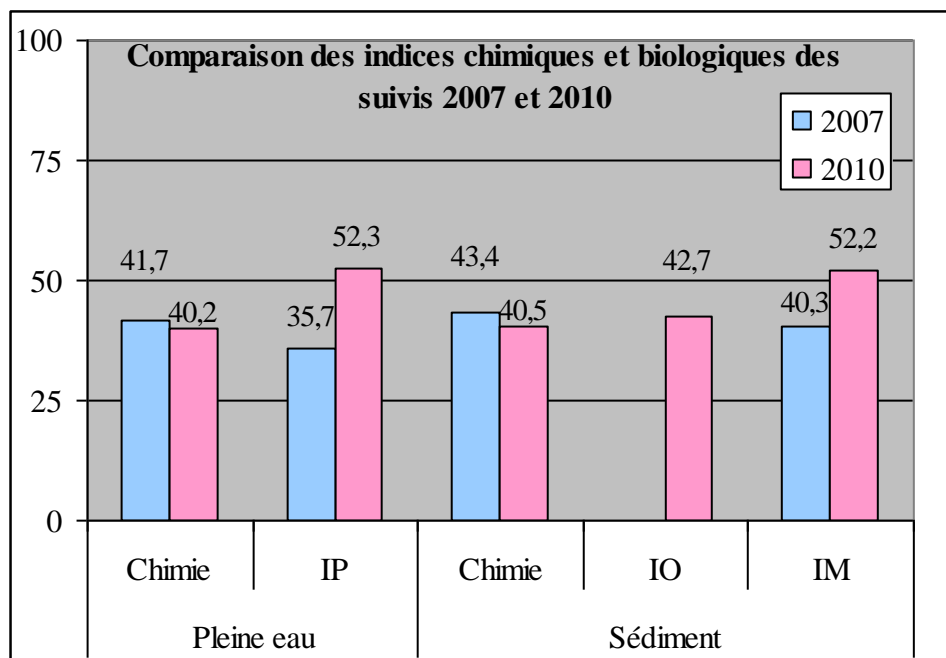
Les indices fonctionnels établis lors des deux suivis 2007 et 2010 sont assez similaires : la qualité physicochimique du lac de Nantua semble avoir peu évolué en 3 ans.

Les indices sont en classe **mésotrophe** majoritairement, aussi bien pour l'eau que pour les sédiments.

On peut souligner une forte demande en oxygène pour dégrader la matière organique : l'indice dégradation est proche de 50.

La charge interne en phosphore apparaît également élevée (54 puis 47).

Les indices synthétiques : un indice physico-chimique moyen pour chaque compartiment (un pour la pleine eau et un pour le sédiment) est affiché à côté des indices biologiques.



IP : Indice Planctonique /
IO : Indice Oligochètes /
IM : Indice Mollusques

Les indices physico-chimiques sur l'eau et sur les sédiments sont similaires lors des deux suivis. Ils placent le lac de Nantua en classe mésotrophe. Les indices biologiques sont nettement plus variables dans le temps. Ainsi, l'indice planctonique est plus élevé de 15 points en 2010 par rapport à 2007. Cependant, l'indice IP 2007 a été calculé à partir des abondances cellulaires.

En 2007, l'IMOL était de 6/8. Les prélèvements latéraux réalisés à 10 m de profondeur contenaient deux taxons de bivalves et deux taxons de gastéropodes. En 2010, ils ont été réalisés à des profondeurs de 20 m et sont nettement plus pauvres. La baisse de 2 points peut s'expliquer par cette différence dans le protocole de prélèvements.

Evaluation en terme de classe d'état DCE

1 - Etat/potentiel écologique

Classes d'état

	Très bon (TB)
	Bon (B)
	Moyen (MOY)
	Médiocre (MED)
	Mauvais (MAUV)

Année de suivi	Ensembles agrégés des éléments de qualité		Polluants spécifiques de l'état écologique	Eléments de qualité hydromorphologique	Etat écologique	Niveau de confiance
	Biologiques	Physico-chimiques généraux				
2007	B	B	B	Non déterminé	B	2/3
2010	MOY	MOY	B	Non déterminé	MOY	2/3

Le tableau suivant détaille par année de suivi la classe d'état de chaque paramètre pris en compte dans les éléments de qualité biologiques et physico-chimique généraux.

Année de suivi	Paramètres biologiques		Paramètres Physico-chimiques généraux			
	Chlo-a	IPL	Nmin max	PO ₄ ³⁻ max	Ptot. Max	Transp.
2007	1,5	35,7	0,52<x<0,56	<0,003	<0,020	4,3
2010	1,7	52,3	0,56<x<0,60	<0,005	0,021	5,1

Des paramètres "complémentaires" peuvent être intégrés au titre de l'expertise de l'état écologique :

Année de suivi	Paramètres complémentaires		
	Biologiques		Physico-chimiques généraux
	IMOL	IOBL	Déficit O2
2007	6	-	73
2010	4	11,1	45,7

Les suivis successifs 2007 et 2010 place le plan d'eau en état écologique bon (en 2007) à moyen (en 2010). Les paramètres physicochimiques généraux et la chlorophylle restent stables dans le temps. Les paramètres complémentaires sont relativement proches.

La règle d'assouplissement du principe du paramètre déclassant a pu être appliquée en 2007, ainsi, malgré un paramètre Nmin max classé en état moyen, étant donné que les paramètres biologiques étaient classés au moins en bon état, le plan d'eau pouvait alors être classé en bon état écologique.

En 2010, le déclassement de l'IPL en état moyen ne permet plus l'application de cette règle, ce qui engendre le classement en état écologique moyen.

Ces résultats montrent que l'évaluation de l'état écologique du plan d'eau de Nantua est à prendre avec précaution. Il se situe à la limite des états bon et moyen.

2 - Etat chimique

	Bon
	Mauvais

Année de suivi	Etat chimique
2007	Bon
2010	Bon