

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 2013

VI – Janvier 2015



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
		Invertébrés benthiques	Lacs naturels : IBLsimplifié		X		
			Retenues : IOBL (NF T90-391)		X		
		Macrophytes	Norme XP T 90-328			X	
		Hydromorphologie	en charge de l'ONEMA			X	
Suivi piscicole	Protocole CEN (en charge de l'ONEMA)				X		

* se référer à l'annexe 5 de la circulaire du 29 janvier 2013 relative à l'application de l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux.

Pour plus de détails techniques sur la méthodologie employée et les protocoles utilisés, consulter le rapport annuel.

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 termes 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 termes 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 : **Lac de Nantua**

Code lac : **V2515003**

Masse d'eau : **FRDL47**

Département : **01 (Ain)**

Région : **Rhône-Alpes**

Origine : **Naturelle** (Masse d'Eau Naturelle)

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

Altitude (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**

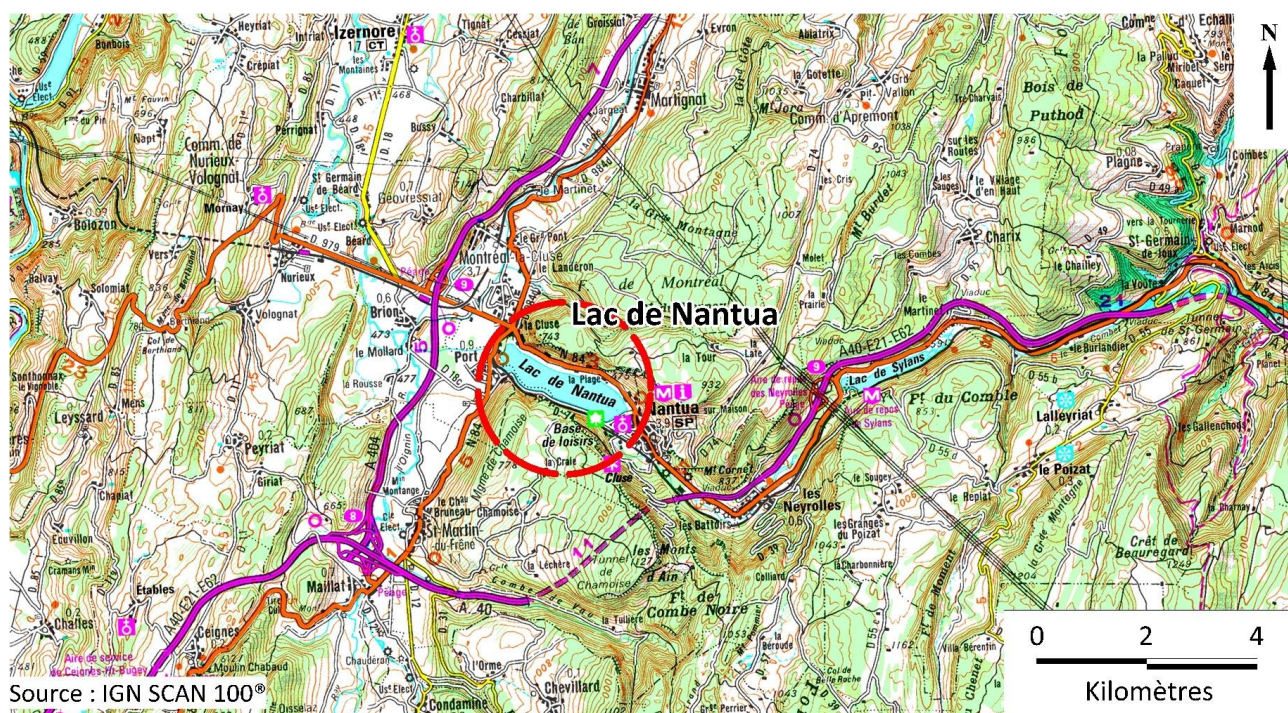
Exutoire(s) : **Le Bras du Lac, pertes sous-lacustres vers le lac des Hôpitaux**

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

Période/Année de suivi : **2007 / 2010 / 2013**

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

Résultats - Interprétation

Le lac de Nantua est un lac naturel d'origine glaciaire situé dans le département de l'Ain (01) sur les communes de Nantua et de Port à une altitude de 475 m. Ce plan d'eau 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 qui 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, un port et des zones de détente dont une plage. Un port est aménagé à l'autre extrémité du plan d'eau.

Diagnose rapide

Sur la base des résultats acquis en 2013, le lac de Nantua présente une qualité générale le classant dans la catégorie des plans d'eau **mésotrophes à tendance eutrophe**. Le tracé est dissymétrique : les flux de matières sont modérés dans la zone euphotique et la consommation en oxygène est importante à proximité immédiate du fond. L'indice phytoplanctonique indique une production primaire modérée. Le compartiment sédiment présente un stock non négligeable de matière organique et de phosphore qui participe à l'enrichissement en nutriments de la masse d'eau par relargage.

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

Etat écologique et chimique au sens de la DCE

Sur la base des éléments actuellement pris en compte pour l'évaluation DCE, le lac de Nantua est classé en **bon état écologique** d'après les résultats obtenus en 2013 (Cf. annexe 4).

Il faut cependant noter que l'évaluation 2013 tient compte de la règle d'assouplissement, permettant sous certaines conditions de classer le plan d'eau en bon état même si un paramètre constitutif d'un élément de qualité physico-chimique général est classé en état moyen : ce qui est le cas pour le lac de Nantua avec le paramètre azote minéral maximal.

Le lac de Nantua 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 hydromorphologique n'a pas été renouvelée en 2013, cet élément ayant déjà été suivi en 2011 par l'ONEMA (protocoles Alber et Charli).

L'étude de la végétation aquatique a montré que le lac de Nantua présente une faible végétalisation et des formations peu denses. On retrouve ainsi quelques phragmitaies éparses, des nupharaies présentes principalement dans le secteur nord du lac et un herbier de quelques centaines de m² de Grande naïade dans la partie sud-est du lac. Les espèces observées sur le lac de Nantua traduisent un niveau de trophie moyen.

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

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

Suivi piscicole (Cf. annexe 8)

Le suivi piscicole a été réalisé en 2013 par l'ONEMA (le précédent suivi dans le cadre du programme de surveillance datait de 2008).

En 2013, le peuplement piscicole du lac de Nantua semble globalement stable sur le plan de l'abondance des espèces principales qui le composent. Son état, malgré une augmentation de la biomasse contrôlée, peut toujours être qualifié d'insatisfaisant au regard du potentiel naturel de ce plan d'eau. Les espèces sensibles comme le brochet, la truite lacustre et le corégone, demeurent en déficit marqué.

Les efforts d'améliorations de la qualité de l'eau du lac et des affluents doivent être poursuivis (azote, phosphore et micropolluants). En parallèle, les habitats littoraux doivent être maintenus en bon état de conservation et fonctionnalité.

Annexes

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 50 ha 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 50 ha, afin de couvrir au mieux les différents types présents (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 50 ha, 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 des deux réseaux RCS et CO.

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)
$Z_1 = 9/10 Z_{max}$	- 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			
$Z_2 = -10 \text{ m}$ (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, pisdies présentes ⁽¹⁾	4	Gérardmer (1977), l'Abbaye (1980), Petit Clairvaux (1982), Val (1986).
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	<i>Petit Maclu (1983), Antre (1984), Petit Etival (1985).</i>
	- Un seul genre de Gastéropode présent	2	<i>Grand Etival (1985)</i>
	- Gastéropodes absents, pisdies 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 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'avèrera 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) :

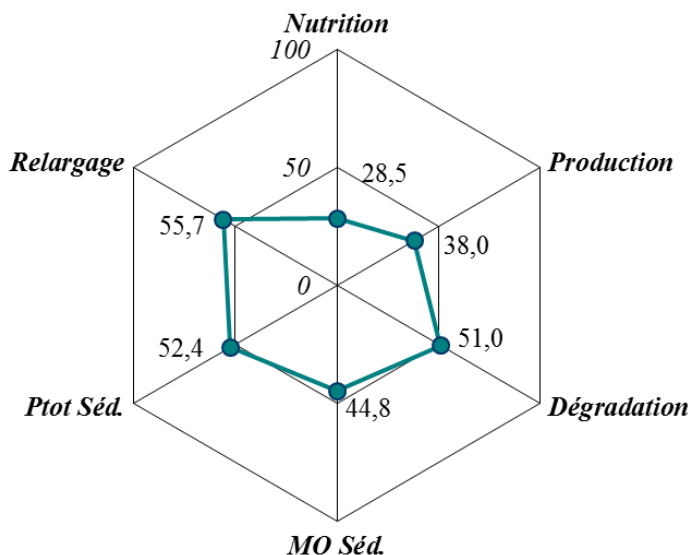
La liste des 41 substances prises en compte dans l'état chimique figure dans l'annexe 8 de l'arrêté du 25 janvier 2010, avec les NQE à respecter en valeur moyenne et en concentration maximale admissible.

Annexe 3 : Résultats de la diagnose rapide

Les indices fonctionnels physico-chimiques

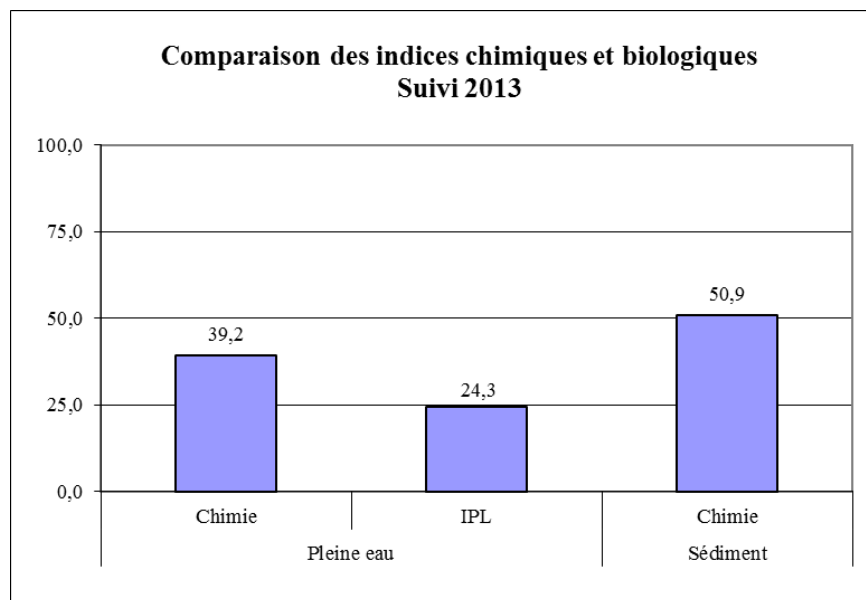
Le calcul des indices avec la valeur des paramètres utilisés est résumé page suivante.

Graphique en radar des indices fonctionnels du lac de Nantua Suivi 2013



La figure présente une dissymétrie : l'indice nutrition est faible (oligotrophe), les indices production et stockage de la matière organique du sédiment sont modérés (mésotrophes) et les indices dégradation, stockage des minéraux du sédiment et relargage sont élevés (eutrophes). Les apports en nutriments dans le milieu aquatique sont faibles (*cet indice est peut-être un peu sous-évalué du fait de la limite de quantification assez élevée du phosphore*). Ils génèrent une production primaire modérée. La demande en oxygène est relativement importante à proximité du fond pour dégrader la matière organique produite mais surtout stockée dans le sédiment. En effet, le compartiment sédiment est caractérisé par une teneur non négligeable en matière organique et par un stock élevé de phosphore. Le phénomène de relargage marqué en raison de la désoxygénation de la couche profonde participe à l'enrichissement du milieu aquatique en nutriments.

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



IPL : Indice Planctonique

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 physico-chimiques, l'indice de pleine eau qualifie le milieu de mésotrophe (39,2) alors que l'indice sur sédiment est un peu moins favorable, affichant une valeur en limite de classes mésotrophe / eutrophe (50,9).

L'indice de pleine eau témoigne d'un milieu dans lequel la production primaire est modérée. L'indice phytoplanctonique (24,3 – oligotrophe) confirme ce constat malgré l'abondance de taxons indiquant un enrichissement du milieu en nutriments. L'indice dégradation souligne toutefois la forte demande en oxygène dans la couche profonde pour dégrader la matière organique.

Le compartiment sédiment indique globalement une altération de la qualité des sédiments, avec une charge non négligeable en phosphore et en matière organique et l'existence du phénomène de relargage.

Lac de Nantua

Suivi 2013

Les indices de la diagnose rapide

Valeurs brutes et calcul des indices

Les indices physico-chimiques

	Ptot éch intégré hiver (mg/l)	<i>indice Ptot hiver</i>	Ntot éch intégré hiver (mg/l)	<i>indice Ntot hiver</i>	INDICE NUTRITION moyen
2013	< 0,010	< 35,8	0,5 < x < 1,0	29,7 < x < 48,3	28,5

	Secchi moyen (m) (3 campagnes estivales)	<i>indice Transparence</i>	Chlorophylle a + Phéopigments (moy 3 camp. estivales en µg/l)	<i>indice Pigments chlorophylliens</i>	INDICE PRODUCTION
2013	4,0	42,2	2,0 < x < 2,3	32,7 < x < 34,9	38,0

	Conso journalière en O ₂ (mg/m ³ /j)	INDICE DEGRADATION
2013	32,5	51,0

entre campagnes C1 et C4

	Perte au feu (% MS)	indice Perte au feu séd = INDICE stockage MO du séd
2013	7,0	44,8

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
2013	934,3	52,4

	Ptot eau interst séd (mg/l)	<i>indice Ptot eau intersticielle</i>	NH ₄ eau interst séd (mg/l)	<i>indice NH₄ eau intersticielle</i>	INDICE RELARGAGE
2013	1,05	63,7	5,37	47,7	55,7

Les indices biologiques

	<i>Indice planctonique IPL</i>
2013	24,3

IPL : calculé à partir du biovolume

NB : les valeurs obtenues sur eau interstitielle sont à prendre avec précaution étant donné que 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 ».

Le lac de Nantua a un temps de séjour évalué à 251 jours qui le place en temps de séjour long.

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

* MEN : masse d'eau naturelle.

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

Concernant les polluants spécifiques de l'état écologique, trois des quatre métaux figurant à la liste des polluants spécifiques ont été quantifiés durant le suivi, sans toutefois dépasser les normes de qualités environnementales (NQE) définies pour ces paramètres. Le zinc a été fréquemment quantifié tandis que le cuivre et le chrome n'ont fait l'objet que d'une à deux quantifications.

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	N _{min} max	PO ₄ ³⁻ max	Ptot. max	Transp.
Nantua	FRDL47	MEN*	0,7 < x < 1,0	24,3	0,54 < x < 0,58	< 0,003	< 0,010	4,1

Selon les règles de l'arrêté du 25 janvier 2010, les paramètres biologiques et les paramètres physico-chimiques généraux sont classés en état bon à très bon hormis la concentration maximale en azote minéral qui présente un état moyen. Le lac de Nantua est donc classé en **bon état écologique** selon la règle d'assouplissement du principe du paramètre déclassant, décrite dans l'arrêté.

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

IPL : Indice Planctonique, repris de la diagnose rapide.

N_{min} 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). Pour les lacs dont le temps de séjour moyen annuel est supérieur à 2 mois, Ptot. max est la valeur la plus défavorable entre la moyenne annuelle dans la zone euphotique et la valeur hivernale en période de mélange complet des eaux.

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	
			biologiques	physicochimiques généraux
			IMAIL	déficit O2 (%)
Nantua	FRDL47	MEN*	NC	68,5

NC : non calculé

Le résultat obtenu pour l'élément bilan d'oxygène ne satisfait pas au bon état puisqu'il exprime un

déficit en oxygène notable de l'hypolimnion. Il confirme la valeur de l'indice « Dégradation » observée en diagnose rapide (Cf. Annexe 3).

IMAIL : Indice MAcroInvertébrés Lacustre (indice non disponible). Cet indice est calculé à partir des données issues du protocole d'échantillonnage des invertébrés benthiques adapté aux plans d'eau naturels profonds (protocole aussi dénommé « IBLsimplifié »).

Déficit O₂ : 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 le fond $O_2(f)$ 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.

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**.

Aucune des 41 substances de l'état chimique n'a été quantifiée.

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 :

Près de 500 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).

Aucune de ces substances n'a été quantifiée.

Les micropolluants quantifiés (hors pesticides) :

En complément des substances quantifiées déjà citées, 7 autres paramètres ont été quantifiés :

- 4 métaux : baryum, cobalt, uranium (systématiquement quantifiés à chacune des campagnes sur les échantillons intégrés et/ou de fond) et étain (une seule quantification).
- Trois hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) : le chrysène, le phénanthrène et le benzo(a)anthracène. Ils ont fait l'objet de une à trois quantifications, essentiellement sur la campagne de mars, à des concentrations comprises entre 0,0014 et 0,015 µg/l.

Les micropolluants quantifiés dans les sédiments :

Sur les 268 substances recherchées sur sédiments, 43 ont été quantifiées. Il s'agit principalement de métaux (23 substances), de HAP (12 substances) et de PCB (5 congénères).

Une substance de la famille des BTEX a également été retrouvée : le toluène (8 µg/kg de Matières Sèches – MS).

Deux autres substances sont aussi quantifiées : un isomère du crésol, le crésol-para a une concentration de 210 µg/kg MS (les isomères du crésol peuvent être utilisés pour la fabrication de résines synthétiques, pesticides, antiseptiques et désinfectants) et un plastifiant, le DEHP (307 µg/kg MS).

Les concentrations observées pour les différents composés métalliques ne révèlent pas de teneurs excessives de certains paramètres.

Concernant les HAP, de nombreux paramètres sont quantifiés pour une concentration totale mesurée en HAP assez élevée atteignant 1 358 µg/kg MS. Les valeurs les plus fortes sont obtenues pour le phénanthrène (354 µg/kg MS) et le fluoranthène (181 µg/kg MS).

23 PCB (polychlorobiphényles) ont été recherchés sur le prélèvement de sédiment effectué le 26 septembre 2013. Cinq congénères ont été quantifiés pour une concentration totale en PCB restant relativement faible : 6 µg/kg MS (de 1,1 à 1,5 µg/kg MS par congénère).

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 le département de 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 qui 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, un port et des zones de détente dont une plage. 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 un moteur thermique (autorisation municipale).

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

En Rhône-Alpes, le bilan climatique de l'année 2013³ fait état d'une année globalement arrosée et peu ensoleillée. Dans le détail :

- ✓ l'hiver s'est révélé plutôt frais avec une pluviométrie sensiblement excédentaire et un ensoleillement déficitaire ;
- ✓ le printemps a été particulièrement agité, froid et peu ensoleillé. La saison a notamment été marquée par un mois de mai très froid et pluvieux ;
- ✓ malgré un mois de juin frais et agité, l'été a été agréable, chaud et ensoleillé et marqué par une forte activité orageuse en juillet. Une vague de chaleur a notamment été enregistrée entre le 15 et le 27 juillet.

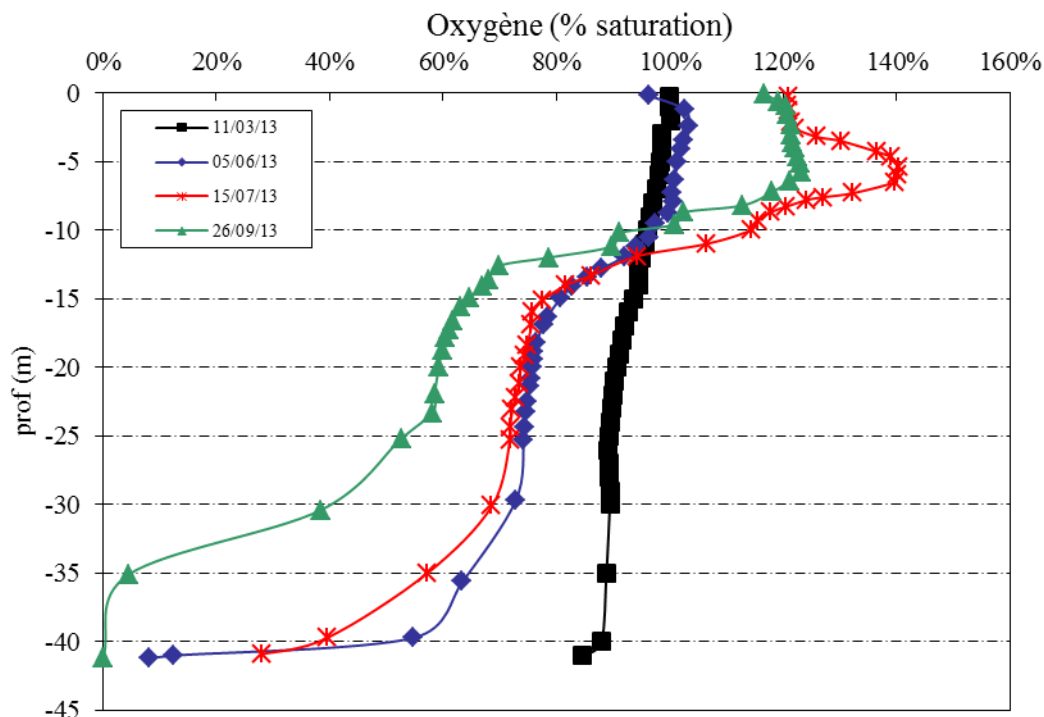
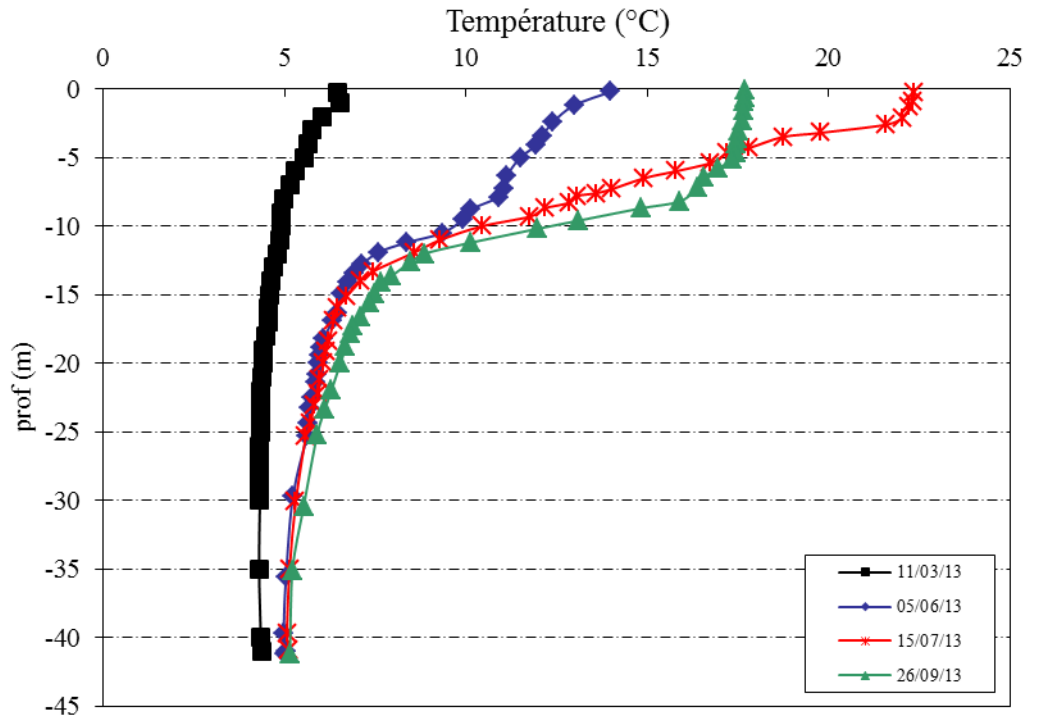
La suite du document expose des compléments d'informations concernant les profils de températures et d'oxygène, le peuplement phytoplanctonique et les invertébrés benthiques.

Le suivi a également porté sur le peuplement macrophytique. La synthèse des données acquises est fournie dans la suite de ce document. A noter que les indices DCE pour le suivi de ce compartiment sont en cours de construction.

³ Source : <http://climat.meteofrance.com>

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 1^{ère} campagne, la température n'est pas totalement homogène sur la colonne d'eau. Les conditions météorologiques favorables de début mars ont permis le réchauffement précoce des eaux de surface (6,5°C) alors que les eaux du fond restent froides (4,3°C). De même, l'oxygène dissous n'est pas totalement homogène sur la colonne d'eau. On observe un gradient surface/fond de faible amplitude (100% de saturation en surface et 85% au fond) et donc un léger déficit en oxygène dans la couche profonde.

Au printemps, la stratification thermique s'installe. Cependant, la limite de l'épilimnion est difficilement identifiable compte tenu du réchauffement rapide de la couche de surface : on observe ainsi un gradient thermique jusqu'à -13 m (limite supérieure de l'hypolimnion). Un léger fléchissement dans ce gradient laisse supposer que l'épilimnion s'étend jusqu'à 8 m de profondeur.

La température de l'eau est de 14,0°C en surface et de 5,0°C au fond.

Lors de cette campagne, les eaux demeurent bien oxygénées en surface. A partir de -10 m, la consommation en oxygène s'intensifie et on observe ainsi une stratification de la colonne d'eau : la saturation en oxygène est proche de 75% entre 15 et 30 m de profondeur. A -40 m, on observe une diminution importante de l'oxygène : les eaux du fond sont proches de l'anoxie (8%).

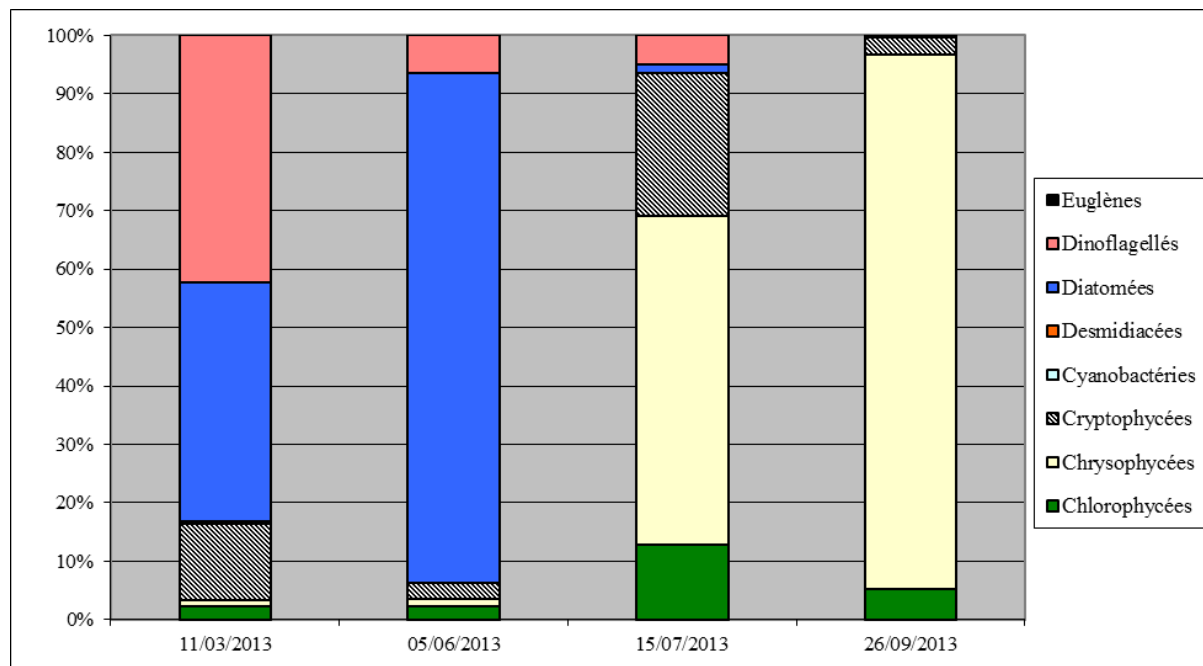
Lors de la campagne 3, la température atteint 22,4°C en surface. L'épilimnion est peu épais, il s'étend jusqu'à 2,1 m de profondeur. La thermocline, située entre -2,1 m et environ -14 m, présente une forte amplitude, les eaux du fond demeurant proches de 5°C. Le profil oxygénique de la campagne 3 est relativement proche de celui de la campagne 2 hormis l'importante sursaturation en oxygène constatée dans l'épilimnion (115 à 140% de saturation entre 0 et -10 m), témoignant d'une intense activité photosynthétique.

Enfin, la campagne 4 se caractérise par :

- ✓ un refroidissement de l'épilimnion homogène à 17,5°C et un léger enfoncement de la thermocline qui se situe alors entre 5 et 15 m de profondeur. La température au fond est toujours de 5,0°C ;
- ✓ une intensification de la consommation en oxygène dans l'hypolimnion qui présente même une anoxie totale au fond (environ 60% de saturation entre 15 et 25 m de profondeur et 0% de saturation à -41 m), en lien avec les processus de dégradation de la matière organique ;
- ✓ une activité photosynthétique encore marquée dans l'épilimnion (environ 120% de saturation jusqu'à -7 m).

Le peuplement phytoplanctonique :

Les échantillons destinés à la détermination du phytoplancton sont constitués d'un prélèvement intégré sur la zone euphotique (équivalent à 2,5 fois la transparence lors de la campagne). 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.



Répartition du phytoplancton sur le lac de Nantua à partir des biovolumes (mm^3/ml)

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

Nantua	11/03/2013	05/06/2013	15/07/2013	26/09/2013
Total (nombre cellules/ml)	2544	1806	2512	7078
Biovolume total (mm^3/l)	1,625	1,458	0,710	1,322

Globalement, le peuplement phytoplanctonique présente une abondance modérée à faible, en concordance avec la production chlorophyllienne qui peut également être qualifiée de faible sur le lac

de Nantua. Le biovolume est compris entre 0,710 et 1,625 mm³/l : il est maximal en campagne 1 et minimal en campagne 3. La diversité taxonomique est faible à moyenne, comprise entre 12 et 20 taxons.

En fin d'hiver, le peuplement phytoplanctonique est dominé par une petite diatomée centrique, *Stephanodiscus minutulus*, espèce planctonique (généralement dans le plancton de printemps) que l'on retrouve plus communément dans les eaux riches en nutriments. Elle est accompagnée de cryptophycées, *Plagioselmis nannoplanctica* et *Cryptomonas sp.*, taxons cosmopolites fréquemment recensés dans les lacs et les petits plans d'eau. Le dinoflagellé de grande taille, *Peridinium umbonatum*, est également bien représenté en termes de biovolume.

Au printemps, les diatomées dominent toujours la communauté (87% du biovolume total et 68% de l'abondance cellulaire globale) mais une autre petite diatomée centrique, *Cyclotella costei*, fait son apparition au détriment de *Stephanodiscus minutulus* que l'on ne retrouve pas dans l'échantillon. *Cyclotella costei*, elle aussi, supporte des concentrations élevées en nutriments mais elle est sensible à la pollution organique. Elle est accompagnée par des espèces du genre *Fragilaria*.

Au cours de l'été, les chrysophycées se développent massivement. Elles représentent 78% du peuplement en termes d'abondance cellulaire et 56% en termes de biovolume lors de la campagne 3 puis 88% de l'abondance cellulaire et 92% du biovolume en campagne 4. Il s'agit plus particulièrement de l'espèce *Dinobryon divergens*, taxon typique du plancton d'été, bien représenté dans l'hémisphère Nord, surtout dans les plans d'eau avec des concentrations modérées à élevées en nutriments.

Contrairement à 2010, aucun filament de *Planktothrix* n'a été recensé en 2013 et les quelques cellules de cyanobactéries retrouvées lors des campagnes 1, 2 et 4 ne présentent pas de risque sanitaire accru.

En termes de biovolume, les groupes algaux présents (diatomées et chrysophycées) ne traduisent pas un degré de trophie élevé. L'indice phytoplanctonique (IPL) est de 24,3, qualifiant le milieu d'oligotrophe, alors que les espèces majoritairement présentes s'apparentent à un milieu assez enrichi en nutriments. Pour information, l'indice calculé à partir de l'abondance cellulaire confirme ce constat (26,3).

Les invertébrés benthiques (protocole IBL simplifié) :

L'Indice MAcroInvertébrés Lacustre (IMAIL) qui doit être calculé à partir des données acquises par l'application du protocole d'échantillonnage « IBL simplifié » n'est pas encore disponible. L'exploitation des listes faunistiques permet cependant d'apporter certains éléments de diagnostic.

Les prélèvements sont situés à 2 isobathes (7 en zone sublittorale et 5 en zone centrale correspondant à 75% de la profondeur maximale du plan d'eau).

L'observation du peuplement oligochètes permet de constater que le potentiel métabolique est élevé sur le lac de Nantua en zone littorale comme en zone profonde, voire même très élevé en zone littorale dans la partie sud-est du plan d'eau. Par contre, le pourcentage d'espèces sensibles est très faible sur l'ensemble du lac, ce qui suggère une altération de la qualité des sédiments. En zone profonde, hors *Tubificinae* non identifiés au genre, le peuplement est le plus souvent dominé par l'espèce *Tubifex tubifex*, indicatrice d'une impasse trophique naturelle. Notons également l'abondance des espèces *Potamothrix heuscheri* et *Limnodrilus hoffmeisteri*, indicatrices d'un état de forte pollution. En zone littorale, la diversité taxonomique est nettement plus élevée, particulièrement dans la partie sud-est du lac où l'arrivée de plusieurs tributaires peut avoir une influence positive sur le peuplement oligochètes. Les espèces polluo-sensibles sont notamment davantage recensées dans cette partie du plan d'eau (*Ophidonais serpentina*, *Specaria josinae*, *Vejdovskyella intermedia* et *Psammoryctides barbatus*). On recense également des effectifs importants pour des espèces indicatrices d'un état de forte pollution sur l'ensemble des points littoraux (*Limnodrilus hoffmeisteri*, *Limnodrilus claparedeanus*, etc.).

Concernant le peuplement de mollusques, seul un individu du genre *Pisidium* a été recensé en zone profonde. Cette quasi absence de mollusques est à mettre en relation avec les conditions anoxiques du milieu qui interviennent chaque fin d'été. Le peuplement de mollusques est un peu plus riche et diversifié en zone littorale. Notons la présence de *Dreissena polymorpha*, espèce invasive, dans 5 prélèvements littoraux.

Concernant le peuplement de chironomidae, la richesse taxonomique est plus élevée en zone littorale

qu'en zone profonde. Les prélèvements de zone profonde se caractérisent notamment par une abondance réduite et par la présence quasi exclusive de taxons de polluo-sensibilité faible (*Chironomus*, *Procladius* et *Tanytarsus*). En zone littorale, on constate une plus grande diversité. Les taxons les plus polluo-tolérants restent fortement représentés dans certains prélèvements.

Concernant les autres groupes faunistiques, on peut remarquer que la richesse taxonomique est nettement plus importante en zone littorale qu'en zone profonde. En zone profonde, le principal fait remarquable est l'abondance du genre *Chaoborus* sur l'ensemble des points.

En conclusion, le potentiel métabolique est élevé sur l'ensemble du lac de Nantua. La richesse taxonomique est nettement plus importante en zone littorale qu'en zone profonde, ce qui s'explique vraisemblablement par les conditions quasi anoxiques régnant dans la couche profonde en fin de saison estivale. L'abondance de taxons relativement polluo-tolérants sur l'ensemble des points de prélèvements suggère enfin une altération de la qualité des sédiments.

Les macrophytes :

Le suivi des peuplements de macrophytes s'appuie sur la prospection d'unités d'observation (UO) dont le nombre dépend de la superficie du plan d'eau. Ces UO, constituées de relevés en zone littorales et sur des profils perpendiculaires, sont représentatives des différents types de rive du plan d'eau. Sur le lac de Nantua, 3 UO ont été sélectionnées.

Parmi les macrophytes observés, les principaux indicateurs du niveau trophique du plan d'eau sont le Potamot de Berchtold et le Myriophylle en épi, tous deux indicateurs d'un niveau trophique moyen à élevé. On note également la présence d'algues comme *Rhizoclonium sp.*, *Cladophora sp.* dont la prolifération indiquerait un niveau élevé de la trophie des eaux, ce qui n'est globalement pas le cas ici. La végétation relevée sur le lac de Nantua montre un niveau trophique des eaux globalement moyen.

Des espèces invasives ont été observées sur le lac de Nantua :

- *Elodea nuttallii* sur un point contact de l'UO3 ;
- *Reynoutria japonica* en massifs au niveau de l'enrochement de l'UO2.

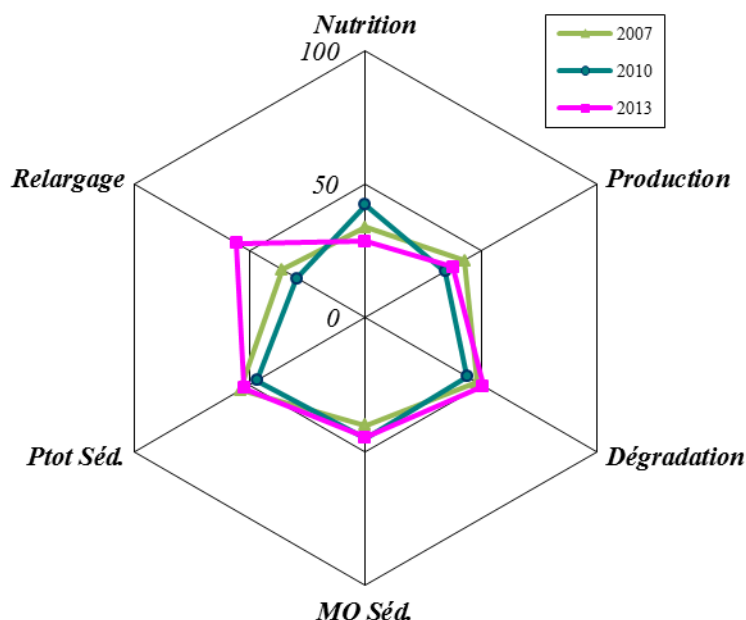
Une seule espèce végétale protégée a été observée sur le lac : *Najas marina* (protégée en région Rhône-Alpes).

Annexe 7 : Comparaison interannuelle des résultats

Les indices de la diagnose rapide

Les indices fonctionnels physico-chimiques :

Graphique en radar des indices fonctionnels du lac de Nantua Suivis 2007, 2010 et 2013



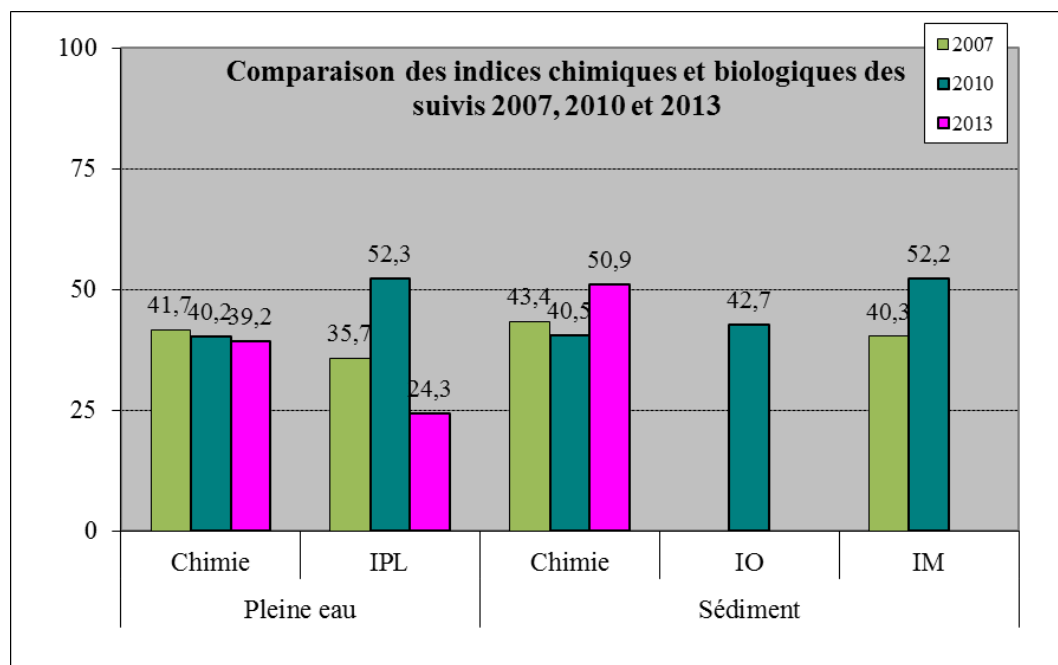
Les tracés 2007, 2010 et 2013 sont relativement similaires : les indices témoignent du caractère mésotrophe à tendance eutrophe du lac de Nantua.

Les 2 variations significatives qui peuvent être soulignées sont :

- la valeur plus élevée de l'indice nutrition en 2010 (42,2 contre 33,9 en 2007 et 28,5 en 2013) ;
- l'augmentation de l'indice relargage en 2013 (55,7 contre 36,1 en 2007 et 29,5 en 2010).

La variabilité de l'indice relargage s'explique davantage par des difficultés techniques de prélèvements (Cf. NB en bas de p.11) et de conditionnement des échantillons que par une évolution significative des conditions d'oxygénation de l'hypolimnion entre les différents suivis.

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



*IPL : Indice Planctonique /
IO : Indice Oligochètes /
IM : Indice Mollusques*

Concernant les indices physico-chimiques, l'indice sur eau est quasiment identique lors des 3 années de suivi, qualifiant le milieu de mésotrophe. L'indice sur sédiment présente une augmentation en 2013 en raison de l'augmentation de l'indice relargage. Il était auparavant en adéquation avec l'indice sur eau (mésotrophe) et témoigne désormais d'un milieu méso-eutrophe.

Concernant les indices biologiques, l'indice phytoplanctonique est nettement plus variable, compris entre 24,3 et 52,3 selon les années. Les indices oligochètes et mollusques n'ont quant à eux pas été reproduits en 2013. Globalement, les indices biologiques qualifient le milieu de mésotrophe.

Evaluation en termes de classe d'état DCE

1 - Etat 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	Altérations hydromorphologiques	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
2013	TB	B	B	Non déterminé	B	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
2013	0,7 < x < 1,0	24,3	0,54 < x < 0,58	< 0,003	< 0,010	4,1

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	IMAIL	Déficit O2
2007	6	NR-	NR	73,0
2010	4	11,1	NR	45,7
2013	NR	NR-	NC	68,5

NR : non réalisé / NC : non calculé

L'état écologique du lac de Nantua est considéré comme bon en 2007 et 2013 et comme moyen en 2010. Hormis l'indice planctonique, les paramètres biologiques et physico-chimiques généraux ne présentent pas de variation significative lors des 3 suivis. L'indice planctonique est lui nettement plus variable et dicte ainsi l'état écologique du lac de Nantua. En effet, l'azote minéral présente systématiquement la classe d'état moyenne (les autres paramètres sont bons ou très bons) mais ne constitue pas un paramètre déclassant lorsque l'indice planctonique présente le bon ou très bon état, compte tenu de la règle d'assouplissement du principe du paramètre déclassant, décrite dans l'arrêté. En 2010, l'indice planctonique présentant également la classe d'état moyen et la règle d'assouplissement ne pouvant alors pas s'appliquer, le lac était donc classé en état écologique moyen.

2 - Etat chimique

	Bon
	Mauvais

Année de suivi	Etat chimique
2007	Bon
2010	Bon
2013	Bon

Le lac de Nantua est classé en bon état chimique pour les 3 années de suivi.

Annexe 8 : Résultats du suivi piscicole



Office national de l'eau
et des milieux aquatiques

délégation régionale
Rhône-Alpes
Unité spécialisée milieux lacustres

Fiche synthétique Etat du peuplement piscicole

Protocole CEN 14757

Plan d'eau : **NANTUA**

Réseau : **DCE surveillance et opérationnel**

Superficie : **141 Ha**

Zmax : **42 m**

Date échantillonnage : **du 21 au 24/10/2013**

Opérateur : **ONEMA (UOL et SD01)**

Nb filets benthiques : **39 (1755 m2)**

Nb filets pélagiques : **12 (1980 m2)**

Composition et structure du peuplement :

Espèce code	Résultats bruts				Pourcentages				Rendements de pêche			
	2008		2013		2008		2013		2008		2013	
	effectif	biomasse	effectif	biomasse	%num	%pond	%num	%pond	rdt num	rdt pond	rdt num	rdt pond
BRE	1	2500			0,09	5,13			0,2	608,3		
BRO	1	210	1	184	0,09	0,43	0,1	0,2	0,2	51,1	0,3	49,3
CHE	5	5306	6	7919	0,44	10,89	0,4	10,6	1,2	1291,0	1,6	2120,2
COR	1	246	1	588	0,09	0,50	0,1	0,8	0,2	59,9	0,3	157,4
GAR	614	17676	851	16471	53,62	36,27	59,6	22,0	149,4	4300,7	227,8	4409,9
LOF	1	8			0,09	0,02			0,2	1,9		
OBL			1	10			0,1	0,0			0,3	2,7
OCL	2	12	1	6	0,17	0,02	0,1	0,0	0,5	2,9	0,3	1,6
PER	492	19129	490	37682	42,97	39,25	34,3	50,3	119,7	4654,3	131,2	10088,9
PFL	24	1075	60	1831	2,10	2,21	4,2	2,4	5,8	261,6	16,1	490,2
ROT	3	2516	5	1044	0,26	5,16	0,3	1,4	0,7	612,2	1,3	279,5
SAN			6	3090			0,4	4,1			1,6	827,3
TAN			5	5568			0,3	7,4			1,3	1490,8
TRL	1	58	2	577	0,09	0,12	0,1	0,8	0,2	14,1	0,5	154,5
Total	1145	48736	1429	74970	100	100	100	100	279	11858	383	20072

Tab. 1 : comparaison des résultats de pêche obtenus en 2008 et 2013 sur le lac de Nantua (les rendements surfaciques prennent en compte tous les types de filets tendus, rendements **num** en ind./1000m2 filet et **pond** en gr./1000m2 filets)

BRE : brème commune / BRO : brochet / CHE : chevaine / COR : corégone / GAR : gardon / LOF : loche franche / OBL : omble chevalier / OCL : orconectes limosus (écrevisse) / PER : perche / PFL : pacifastacus leniusculus (écrevisse signal) / ROT : rotengle / SAN : sandre / TAN : tanche / TRL : truite de lac

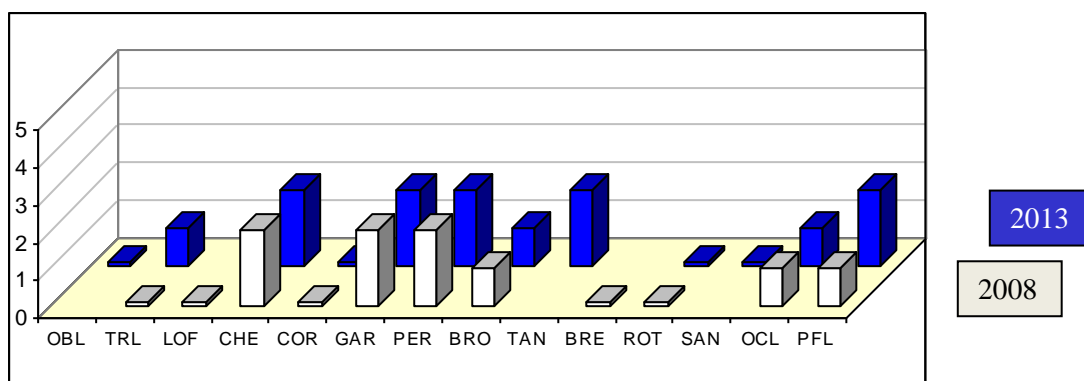


Fig.1 : comparaison des classes d'abondances des différentes espèces capturées à Nantua (de 0, 1 = simple présence à 5 = abondance optimale)

Le peuplement du lac de Nantua reste composé d'une dizaine d'espèces de poissons et 2 écrevisses d'origine nord-américaine. Le "pool" d'espèces centrales demeure lui aussi stable autour du gardon et de la perche qui dominent toujours fortement ce peuplement : on y trouve par ailleurs le chevaie, le brochet, le rotengle, la truite et le corégone. Ces deux derniers sont toujours nettement sous représentés dans l'échantillon récolté en 2013. Les abondances de toutes ces espèces restent globalement stables à l'exception de la biomasse de perche capturée qui a fortement augmenté.

A noter l'introduction du sandre qui, sous réserve d'éléments précis sur les stades introduits, semble se reproduire au lac : ce nouveau prédateur est à prendre en compte dans l'équilibre du peuplement et la production de truites, brochets et perches car il va se trouver en concurrence avec ces espèces.

Compte tenu de la persistance d'une importante couche désoxygénée au lac, la pérennisation d'une population d'omble chevalier est plus qu'improbable.

Enfin, il mentionner que l'écrevisse signal semble en expansion, dans les trois strates superficielles du plan d'eau.

Distribution spatiale des captures :

La distribution verticale des espèces reste elle aussi très stable, que ce soit au niveau des strates benthiques ou de la pleine eau (zone pélagique) qui n'est essentiellement colonisée que par le gardon. Le lac n'est colonisable par le poisson que sur la moitié de sa profondeur (jusqu'à 20m) en fin de période de stratification estivale et automnale : cette contrainte limite fortement les productions, biologique et piscicole, du plan d'eau, notamment des espèces d'eau froide, corégone et truite.

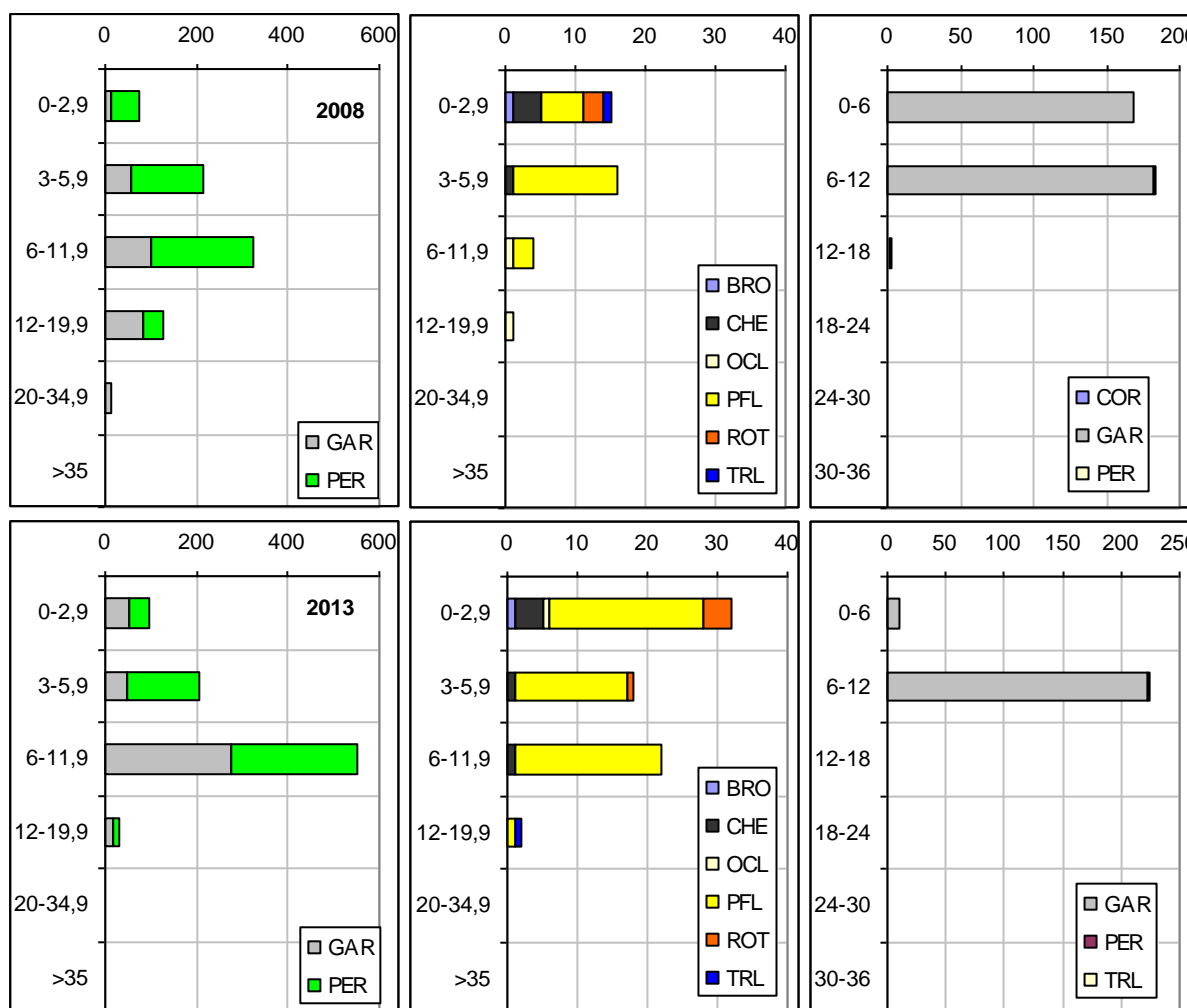


Fig. 2 : distribution spatiale des captures observées en 2008 et 2013 sur le lac de Nantua (effectifs bruts) [à gauche, filets benthiques : PER et GAR, au centre, filets benthiques : autres espèces, à droite, filets pélagiques]

Structure des populations majoritaires :

Le corégone ne parvient pas à constituer une population, le seul individu capturé est un adulte. L'espèce est soutenue par les gestionnaires halieutiques et il n'est pas possible de statuer sur le renouvellement naturel à Nantua, bien que des comportements de reproduction aient pu être observés.

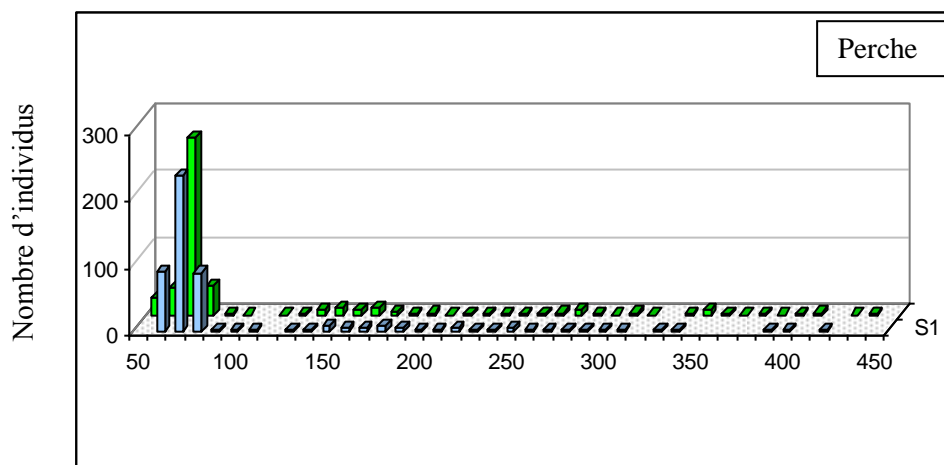


Fig. 3 : histogrammes de taille pour la perche (2013 = figuré vert)

La densité d'alevins de l'année de perche reste très élevée, mais des difficultés semblent subsister pour la survie au de-là du premier hiver car les cohortes de poissons plus âgés, notamment les 1+, sont numériquement très déficitaires au regard de l'abondance des 0+. Le stock d'adultes semble néanmoins suffisant pour assurer un renouvellement de la population.

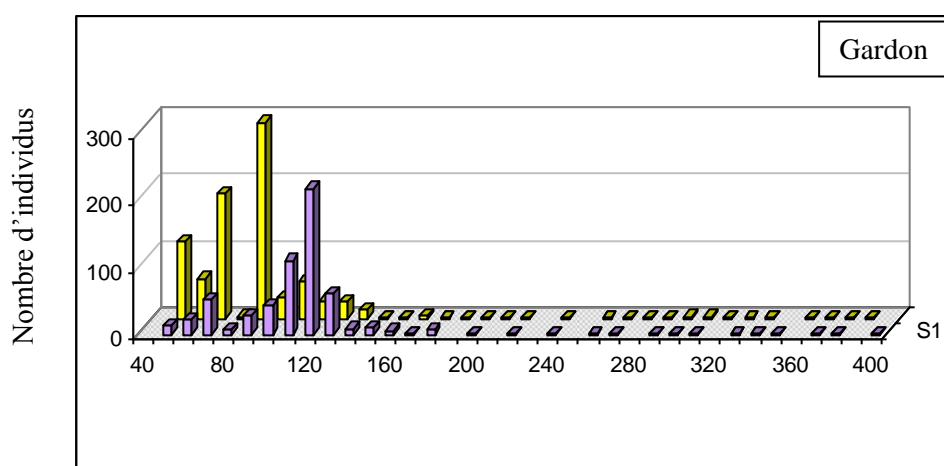


Fig. 4 : histogrammes de taille pour le gardon (2013 = figuré jaune)

Le recrutement du gardon apparaît lui aussi tout à fait correct avec une bonne densité d'alevins (0+) et juvéniles (1+). Ces jeunes poissons affectionnent la zone pélagique où ils se trouvent en bancs parfois importants, ils constituent une ressource alimentaire pour les truites de lacs qui se situent sous ces bancs.

Éléments de synthèse :

En 2013, le peuplement piscicole du lac de Nantua semble globalement stable sur le plan de l'abondance des espèces principales qui le composent. Son état, malgré une augmentation de la biomasse contrôlée, peut toujours être qualifié d'insatisfaisant au regard du potentiel naturel de ce plan d'eau. Les espèces sensibles comme le brochet, la truite lacustre et le corégone, demeurent en déficit marqué.

Les efforts d'améliorations de la qualité de l'eau du lac et des affluents doivent être poursuivis (azote, phosphore et micropolluants). En parallèle, les habitats littoraux doivent être maintenus en bon état de conservation et fonctionnalité.