

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 2007



Méthodologie

Contenu des suivis

Le tableau suivant résume les différents éléments suivis par an 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	Prélèvement intégré et prélèvement ponctuel de fond	X	X	X	X
	Substances prioritaires, autres substances et pesticides	Micropolluants*	Prélèvement intégré et prélèvement ponctuel de fond	X	X	X	X
	Pigments chlorophylliens	Chlorophylle a + phéopigments	Prélèvement intégré	X	X	X	X
	Minéralisation	Ca ²⁺ , Na ⁺ , Mg ²⁺ , K ⁺ , dureté, TA, TAC, SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , HCO ₃ ⁻	Prélèvement intégré	X			
Sur SEDIMENTS	Eau interstitielle : Physico-chimie		PO4, Ptot, NH4				
	Phase solide (<2mm)	Physico-chimie	Corg., Ptot, NKJ, Granulométrie, perte au feu	Prélèvement ponctuel au point de plus grande profondeur			X
		Substances prioritaires, autres substances et pesticides	Micropolluants*				
HYDROBIOLOGIE et HYDROMORPHOLOGIE		Phytoplancton	Prélèvement intégré (Cemagref/Utermöhl)	X	X	X	X
		Oligochètes	IOBL				X
		Mollusques	IMOL				X
		Macrophytes	Protocole Cemagref (nov.2007)			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

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 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 : **FRDL 47**

Département : **01 (Ain)**

Région : **Rhône-Alpes**

Origine : **Naturel**

Typologie : **N4 = lac de moyenne montagne calcaire profond à zone littorale**

Altitude (NGF) : **475**

Superficie (ha) : **133**

Volume (hm³) : **40,1**

Profondeur maximum (m) : **42,8**

Temps de séjour (j) : **251**

Tributaire(s) : **le Merlot, source de la Doye**

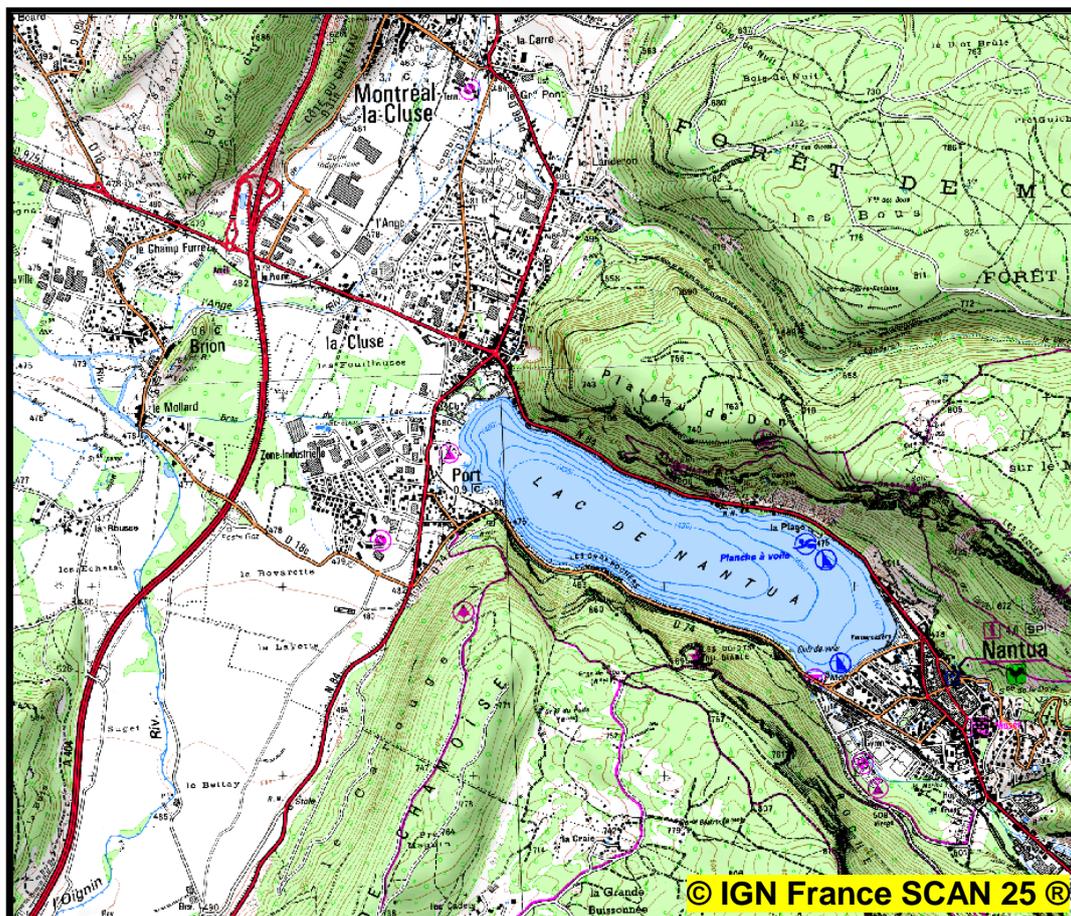
Exutoire(s) : **le Bras du lac (affluent de l'Oignin)**

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

Période/Année de suivi : **2007**

Objectif de bon état : **2021**

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



Carte de localisation du plan d'eau (Ech. : 1/40 000)

Résultats - Interprétation

Le lac de Nantua est un plan d'eau naturel d'origine glaciaire situé dans le département de l'Ain (Haut-Bugey). De nombreuses activités sont pratiquées sur ce plan d'eau : pêche, voile, baignade, pédalos, ski nautique...

Diagnose rapide

Le plan d'eau de Nantua présente une qualité générale le classant dans la catégorie des **lacs mésotrophes**. L'ensemble des indices synthétiques physico-chimiques et biologiques concorde pour aboutir à ce classement. Cela étant, certains éléments sont à surveiller (désoxygénation marquée de l'hypomimnion et qualité des sédiments de la "fosse", développements de cyanophycées) afin d'affiner le diagnostic de ce plan d'eau.

L'étude de la végétation aquatique a notamment révélé la présence d'un important herbier de Grande Naiade (espèce protégée en région Rhône-Alpes - Cf annexe 6). Aucune espèce exotique envahissante n'a été recensée.

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

Etat écologique et chimique au sens de la DCE

L'évaluation DCE (prenant principalement en compte le compartiment eau actuellement) classe le lac de Nantua en **bon état écologique** sur la base des résultats obtenus en 2007 (Cf annexe 4).

Il est classé en **bon état chimique** (Cf. Annexe 5), aucune des 41 substances prises en compte dans l'évaluation de l'état chimique ne dépassant les normes de qualité environnementales.

Suivi piscicole

Le suivi piscicole a été réalisé en 2008 par l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA – Cf en annexe 7).

Le peuplement piscicole du lac de Nantua affiche à la fois une baisse de diversité, des rendements moyens à très faibles y compris pour les espèces résistantes : son état peut être qualifié de mauvais.

Les espèces sensibles comme le brochet, la truite lacustre et le corégone, indicateurs à la fois de l'état fonctionnel interne du lac, mais aussi de sa connectivité avec ses annexes semblent en déficit très marqué.

Il conviendrait de veiller à et prévenir toute dégradation de la qualité physico-chimique du plan d'eau en réduisant totalement les apports d'azote et phosphore, en recherchant ses caractéristiques et particularités fonctionnelles.

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 chlorophylliens

$I_C = 16 + 41,89 \times \log_{10}(X+0,5)$ 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.

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 intégré.

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**.

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. Pour les quelques plans d'eau de référence où six campagnes ont été effectuées, les indices Pigments chlorophylliens et Transparence ont été calculés sur les résultats obtenus lors des cinq campagnes suivant la campagne de fin d'hiver.

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).

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 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).

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					
	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

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 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.

PO₄ 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 limite 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'assouplissements décrites dans 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 ($\mu\text{g/l}$)
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 CaCO ₃ /l)
	Fond géochimique + 7,8 (si dureté > 24 mg CaCO ₃ /l)
Polluants spécifiques synthétiques (analysés sur eau brute)	
Substances	NQE_MA ($\mu\text{g/l}$)
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 et pour chaque plan d'eau anthropique, 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) :

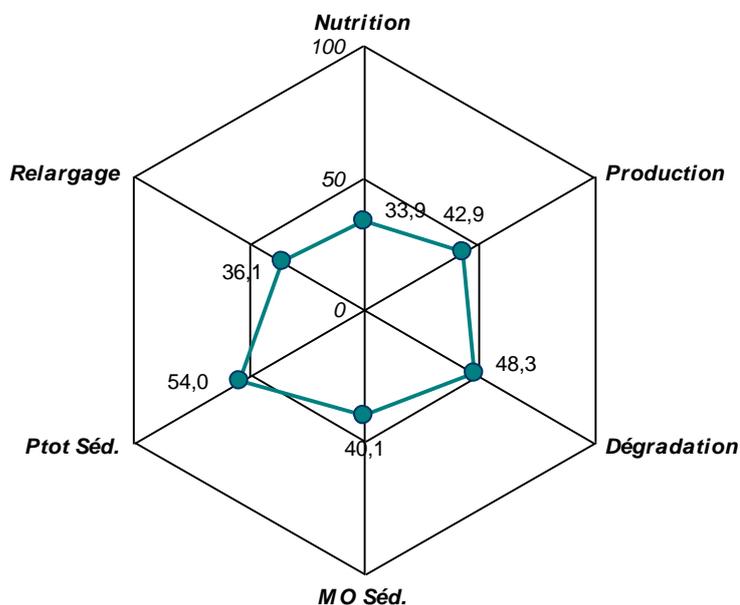
La liste des 41 substances prises en compte dans l'état chimique figure dans l'annexe 8 de l'arrêté du 25 janvier 2010, avec les NQE à respecter en valeur moyenne et en concentration maximale admissible.

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 de Nantua Suivi 2007



La figure présente un tracé assez régulier, d'ampleur moyenne. L'ensemble des indices se situe globalement dans la fourchette de valeur 35-50 caractéristique d'un milieu mésotrophe.

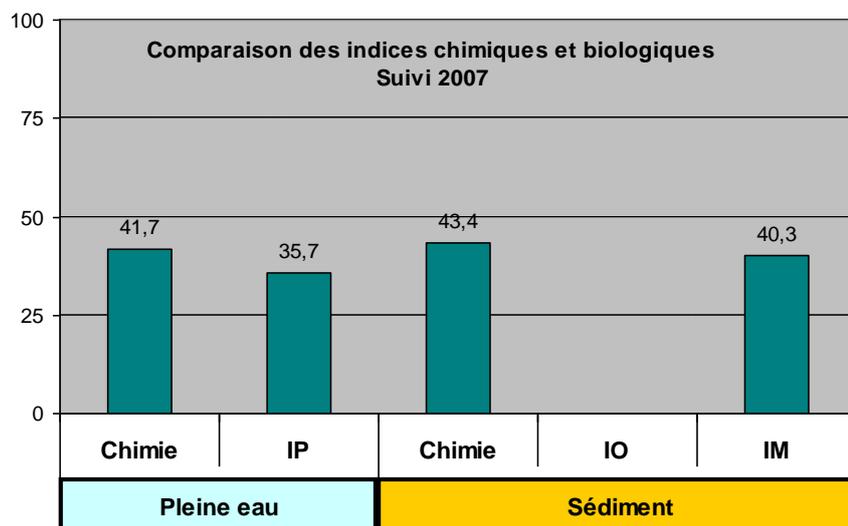
Les indices affichant les valeurs les plus élevées sont :

- l'indice dégradation : reflet d'une demande en oxygène relativement importante pour dégrader la matière organique produite (le lac présente une désoxygénation marquée de l'hypolimnion proche de l'anoxie en fin de période estivale). Le déficit en oxygène des couches profondes est observable dès la première campagne (6 mars) du suivi 2007 avec seulement 60% de saturation à la plus grande profondeur : cela peut être expliqué par le démarrage précoce de l'activité biologique et au brassage incomplet de la masse d'eau pendant la période hivernale (l'hiver 2006-2007 a été particulièrement doux et la configuration du site ne favorise pas par ailleurs un brassage optimal de la masse d'eau).

- l'indice stockage des minéraux du sédiment, reflet des apports passés.

Les valeurs des indices relargage et nutrition sont à prendre avec précaution étant données les limites de quantifications employées

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 synthétiques physico-chimiques et biologiques sont concordants et se situent entre 35 et 45, témoins d'un niveau trophique moyen.

L'indice planctonique est cependant peu élevé et ne met pas en évidence la nette dominance des cyanobactéries (et plus particulièrement de *Planktothrix rubescens*) dans le peuplement en terme de biomasse.

Au niveau du compartiment sédiment, l'IO n'a pas pu être calculé, mais il faut noter que le sédiment prélevé au niveau du point de plus grande profondeur était dépourvu d'oligochètes et de mollusques, ce qui est à mettre en relation avec les conditions d'oxygénation régnant à l'interface eau-sédiment à ce niveau. Les analyses de micropolluants effectuées sur les sédiments ont par ailleurs montré des concentrations assez élevées en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) ne favorisant pas non plus l'activité biologique à cette profondeur. La zone littorale semble par contre présenter un bon potentiel métabolique.

Nantua

Les indices de la diagnose rapide Valeurs brutes et calcul des indices

Les indices physico-chimiques

	Ptot ech intégré hiver (mg/l)	<i>indice Ptot hiver</i>	Ntot ech intégré hiver (mg/l)	<i>indice Ntot hiver</i>	INDICE NUTRITION moyen
2007	0<x<0,02	0<x<48	0,52<x<1,53	28<x<59	33,9

Les limites de quantification utilisées pour le phosphore et le NKJ étant élevées, il n'est pas possible d'évaluer précisément la valeurs des indices Ptot, Ntot et NUTRITION

	Secchi moy (m) (3 campagnes estivales)	<i>indice Transparence</i>	Chloro a + Phéop. (µg/l) (moy 3 camp. estivales)	<i>indice Pigments chlorophylliens</i>	INDICE PRODUCTION
2007	4,3	40,2	4,6	45,6	42,9

L'indice transparence n'a été calculé qu'à partir de 2 campagnes estivales (sur les 3 réalisées) afin de ne pas tenir compte d'une valeur extrême relative à la phase des eaux claires

	Conso journalière en O2 (mg/m ³ /j)	INDICE DEGRADATION
2007	28,4	48,3

	perte au feu (% MS)	<i>indice Perte au feu séd = INDICE stockage MO du séd</i>
2007	5,7	40,1

	Ptot séd (mg/kg MS)	<i>indice Ptot séd = INDICE stockage des minéraux du séd</i>
2007	1000	54,0

	Ptot eau interst séd (mg/l)	<i>indice Ptot eau interst</i>	NH4 eau interst séd (mg/l)	<i>indice NH4 eau interst</i>	INDICE RELARGAGE moyen
2007	0<x<0,16	0<x<37	7,50	53,7	36,1

Les indices biologiques

	<i>Indice planctonique IP</i>	Oligochètes IOBL global	<i>Indice Oligochètes IO</i>	Mollusques IMOL	<i>Indice Mollusques IM</i>
2007	35,7	-	-	6	40,3

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

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	Altérations hydromorphologiques	Etat écologique	Niveau de confiance
			Biologiques	Physico-chimiques généraux				
Nantual	FRDL47	MEN*	B	B	B	Non déterminé	B	2/3

* MEN : masse d'eau naturelle.

Les éléments de qualité biologiques et physico-chimiques généraux sont classés en bon état.

Concernant les polluants spécifiques de l'état écologique, le zinc, le cuivre et le chrome ont été quantifiés de manière récurrente mais sans toutefois dépasser la norme de qualité environnementale.

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	PO ₄ ³⁻ max	Ptot. Max	Transp.
Nantua	FRDL47	MEN	1,5	35,7	0,52<x<0,56	<0,003	<0,020	4,3

Selon les règles de l'arrêté du 25 janvier 2010, étant donné que seul le paramètre Nmin est déclassant pour l'élément de qualité Nutriments et que tous les éléments biologiques et les autres éléments physico-chimiques sont classés au moins en état bon, le lac de Nantua est classé en **bon état écologique**.

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		
			Biologiques		Physico-chimiques généraux
			IMOL	IOBL	Déficit O ₂
Nantua	FRDL47	MEN	6	-	73

Les résultats des paramètres complémentaires reflètent la désoxygénation marquée qui touche la zone profonde du plan d'eau.

IMOL : Indice Mollusque.

IOBL : Indice Oligochète 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**. Aucune substance prioritaire ou dangereuse prioritaire ne dépasse les normes de qualité environnementales.

Un HAP (le naphthalène) et un métal (le plomb) ont été quantifiés ponctuellement lors du suivi annuel. 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 90 molécules ont été recherchées à chaque campagne sur l'échantillon intégré de la zone euphotique et sur le prélèvement de fond (dont seules huit molécules figurent dans la liste des 41 substances de l'état chimique).

Seul un herbicide (le mécoprop) a été quantifié sur une seule campagne de prélèvements sur l'échantillon de fond.

Les micropolluants quantifiés (hors pesticides) :

En plus du plomb, plusieurs autres métaux ont été quantifiés (vanadium, antimoine, tellurium, baryum, cobalt, bore, uranium, étain, titane, sélénium) dont l'origine est à rechercher pour partie dans le fond géochimique.

Trois autres HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) ont également été quantifiés ponctuellement : méthyl-2-naphtalène, fluorène et phénanthrène (*molécules non prises en compte dans les 41 substances de l'état chimique*).

Les micropolluants quantifiés dans les sédiments

Le suivi a porté sur près de 150 substances : métaux, HAP, PCB, diphenylétherbromés, pesticides, dérivés du benzène, du toluène et du xylène, phtalates.

La famille des HAP a présenté les concentrations les plus importantes : 8 molécules ont été quantifiées avec des teneurs oscillant globalement entre 250 et 730 µg/kg de MS, soit des valeurs relativement importantes pour ce plan d'eau.

Annexe 6 : Eléments complémentaires suivis

Le suivi a également porté sur le peuplement macrophytique (adaptation du protocole Cemagref) et l'hydromorphologie du plan d'eau (à partir du Lake Habitat Survey).

Les méthodes de suivi de ces deux compartiments sont en cours de construction et il n'existe pas encore d'indice découlant de l'acquisition de ces données.

Les Macrophytes :

Les inventaires ont révélé la présence de plusieurs espèces d'hydrophytes : characées, myriophylle en épi, potamot fluet, zannichellie des marais, nénuphar jaune.

Au sud du lac un herbier très dense de Grande naïade (*Najas marina* – protégée en Rhône-Alpes) se développe entre deux petites roselières. Du fait de sa proximité avec les roselières littorales et de sa progression vers le sommet du talus lacustre, il joue très certainement un rôle fonctionnel important notamment pour l'ichtyofaune.

Le lac se singularise également par la faible abondance d'hydrophytes à feuilles flottantes pourtant caractéristiques des grands lacs associées aux deux autres ceintures végétales que sont les héliophytes et les hydrophytes immergées. Cependant quelques rares zones en sont pourvues, essentiellement au nord du plan d'eau. Ce constat est néanmoins à relativiser étant donnée la fraîcheur et le peu d'ensoleillement de l'été 2007 : des espèces comme les nénuphars n'ont ainsi pas ou peu émergé. Une belle nénupharaie a cependant été observée dans l'anse à l'extrême ouest du plan d'eau et une autre, moins dense, au nord, face au square.

Il est également à noter la présence de plusieurs entités significatives à l'échelle du plan d'eau mais qui échappent à l'échantillonnage du fait de la restriction de leur étendue.

Aucune espèce exotique envahissante n'a été recensée sur les secteurs prospectés lors de la campagne de suivi.

L'Hydromorphologie :

La méthode aboutit au calcul de deux indices :

- ✓ LHMS : évaluation de l'altération du milieu ;
- ✓ LHQA : évaluation de la qualité des habitats du lac.

LHMS	Score LHMS	Score Max	LHQA	Score LHQA	Score Max
Modifications du rivage	6	/8	Zone rivulaire	9	/20
Usages intensifs du rivage	6	/8	Rivage	7	/20
Usages du plan d'eau	8	/8	Zone littorale	20	/28
Hydrologie	0	/8	Plan d'eau	20	/36
Sédimentation/érosion	0	/6		56	/104
Espèces invasives	4	/4			
	24	/42			

L'indice reflétant la qualité des habitats du lac est moyen pour un lac naturel. Les aménagements de berges pèsent lourdement sur l'indice, associés à la faible diversité des zones naturelles restantes (forêt mixte). Par contre, la zone littorale (20/28) présente une bonne variabilité bathymétrique, des substrats naturels et variés (sable, gravier, galet, blocs, dalle) et des habitats diversifiés (racines, bois mort, végétation recouvrante, blocs, falaise...). L'indice LHMS est plutôt élevé. Les forts scores obtenus pour les usages du plan d'eau et pour les impacts sur le rivage expliquent la valeur de cet indice. En effet, bien que les usages soient non intensifs, ils sont nombreux et exercent une pression non négligeable sur le plan d'eau notamment en terme d'aménagement.

Annexe 7 : Résultats du suivi piscicole



Fiche synthétique état du peuplement piscicole

Protocole CEN 14757

Plan d'eau : **NANTUA**

Réseau : **DCE surveillance et opérationnel**

Superficie : **141 Ha**

Zmax : **42 m**

Date échantillonnage : **du 20 au 24/10/08**

Opérateur : **ONEMA (UOL et SD01)**

nb filets benthiques : **40 (1800 m2)**

nb filets pélagiques : **14 (2310 m2)**

Composition et structure du peuplement :

Espèce	Résultats bruts		Pourcentages		Rendements surfaciques	
	effectif ind	poids gr	numérique %	pondéral %	numérique ind/1000 m2	pondéral gr/1000 m2
BRE	1	2500	0,09	5,23	0,24	608,27
BRO	1	210	0,09	0,44	0,24	51,09
CHE	5	5306	0,44	11,10	1,22	1291,00
COR	1	246	0,09	0,51	0,24	59,85
GAR	613	16775	53,87	35,08	149,15	4081,51
LOF	1	8	0,09	0,02	0,24	1,95
OCL	2	12	0,18	0,03	0,49	2,92
PER	486	19107	42,71	39,96	118,25	4648,91
PFL	24	1075	2,11	2,25	5,84	261,56
ROT	3	2516	0,26	5,26	0,73	612,17
TRF	1	58	0,09	0,12	0,24	14,11
Total	1138	47813	100,00	100,00	242,34	10616,30

BRE : brème commune / BRO : brochet / CHE : chevaine / COR : corégone / GAR : gardon / LOF : loche franche / OCL : orconectes limosus (écrevisse) / PER : perche / PFL : pacifastacus leniusculus (écrevisse) / ROT : rotengle / TRF : truite fario

Tab. 1 : résultats de pêche sur le lac de Nantua (les rendements surfaciques prennent en compte tous les types de filets tendus)

En 2008, le peuplement du lac de Nantua est composé de 9 espèces de poissons et 2 écrevisses d'origine nord-américaine. L'échantillon récolté est assez lacunaire puisque manquent, par rapport à la dernière étude piscicole (CSP, 1997), l'ablette, la tanche, la carpe, le goujon et le blageon. Il est dominé par le couple gardon-perche, ces espèces présentant des abondances toutefois modérées. L'ensemble des autres espèces affiche des rendements de pêche, numérique et pondéraux, très bas, ce qui associé au constat préalable donne des rendements globaux assez médiocres.

Le peuplement piscicole est dominé par des espèces assez peu sensibles, les espèces indicatrices demeurant en abondance très faible (COR, TRF,...) et certaines espèces, y compris résistantes affichant des baisses de rendements (BRE, CHE).

Distribution spatiale des captures :

La distribution verticale des espèces est conforme à la structuration verticale de la concentration automnale en oxygène dissous à savoir que ce paramètre passe en deça du seuil de 4 mg/l dès 25 m pour atteindre une valeur quasi-nulle aux alentours de 35 m.

Dans ce contexte, la majorité des captures a été réalisée dans l'épi- et le métalimnion, notamment la perche et le gardon, cette dernière espèce fréquentant tout autant les zones pélagiques que benthiques. A l'inverse, la perche se cantonne très strictement au niveau de la strate benthique. Enfin l'unique corégone capturé, se situe au niveau de son compromis de confort thermique (de 8 à 10°C) et d'oxygénation (6 à 8 mg/l). L'abondance de cette espèce reste cependant très faible et en deçà du potentiel d'un lac tel que Nantua.

Filets benthiques										Filets pélagiques				
BRE	BRO	CHE	GAR	LOF	OCL	PER	PFL	ROT	TRF	COR GAR PER				
Strate										Strate				
0-3	1	4	12			55	6	3	1	0-6	168			
3-6		1	55	1		158	15			6-12	182	1		
6-12	1		100		1	226	3			12-18	1	2		
12-20			82		1	45				18-24				
20-35			11			1				24-30				
										30-36	1			
Total	1	1	5	260	1	2	485	24	3	1	Total	1	353	1

BRE : brème commune / BRO : brochet / CHE : chevaine / COR : corégone / GAR : gardon / LOF : loche franche / OCL : orconectes limosus (écrevisse) / PER : perche / PFL : pacifastacus leniusculus (écrevisse) / ROT : rotengle / TRF : truite fario

Tab. 2 : distribution spatiale des captures observées en 2008 sur le lac de Nantua (effectifs bruts)

Bien que le suivi physico-chimique n'ait pas mis en évidence de problème trophique aigu, des traces d'azote et phosphore libre, y compris des ions nitrites et ammonium, ont été repérées dans l'eau du lac mais aussi dans l'eau de son affluent principal, le Merloz. Par ailleurs, des développements de cyanobactéries persistent et tendent à montrer que des problèmes fonctionnels demeurent à Nantua.

Structure des populations majoritaires :

L'échantillon de corégone ne constitue pas 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.

La densité d'alevins de l'année de perche est très bonne, ce qui renseigne sur l'abondance et la qualité des substrats de ponte présents au niveau de la zone littorale, mais comme dans de nombreux cas comparables, cette très bonne réussite de la reproduction et survie de fin d'été ne se traduit pas par une densité forte de sujets âgés de deux ans, les causes de cette situation pouvant être multiples (étranglement trophique, parasitisme, réussite très fluctuante de la reproduction...) : on n'observe cependant aucune lacune dans les cohortes d'âges supérieurs.

Le recrutement du gardon apparaît lui aussi tout à fait correct avec une bonne densité d'alevins et de juvéniles.

Éléments de synthèse :

En 2008, le peuplement piscicole du lac de Nantua affiche à la fois une baisse de diversité, des rendements moyens à très faibles y compris pour les espèces résistantes : son état peut être qualifié de mauvais.

Les espèces sensibles comme le brochet, la truite lacustre et le corégone, indicateurs à la fois de l'état fonctionnel interne du lac, mais aussi de sa connectivité avec ses annexes semblent en déficit très marqué.

Il conviendrait de veiller à et prévenir toute dégradation de la qualité physico-chimique du plan d'eau en réduisant totalement les apports d'azote et phosphore, en recherchant ses caractéristiques et particularités fonctionnelles.