

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

Allos

(04 : Alpes-de-Haute-Provence)

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 : **Allos**

Code lac : **X2005023**

Masse d'eau : **FRDL93**

Département : **04 (Alpes de haute Provence)**

Région : **Provence Alpes Côte d'Azur**

Origine : **Naturelle**

Typologie : **N2 (lac de haute montagne à berges dénudées)**

Altitude (NGF) : **2232**

Superficie (ha) : **53**

Volume (hm³) :

Profondeur maximum (m) : **51**

Temps de séjour (j) : -

Tributaire(s) : **alimentation par ruissellements diffus (fonte des neiges, sources)**

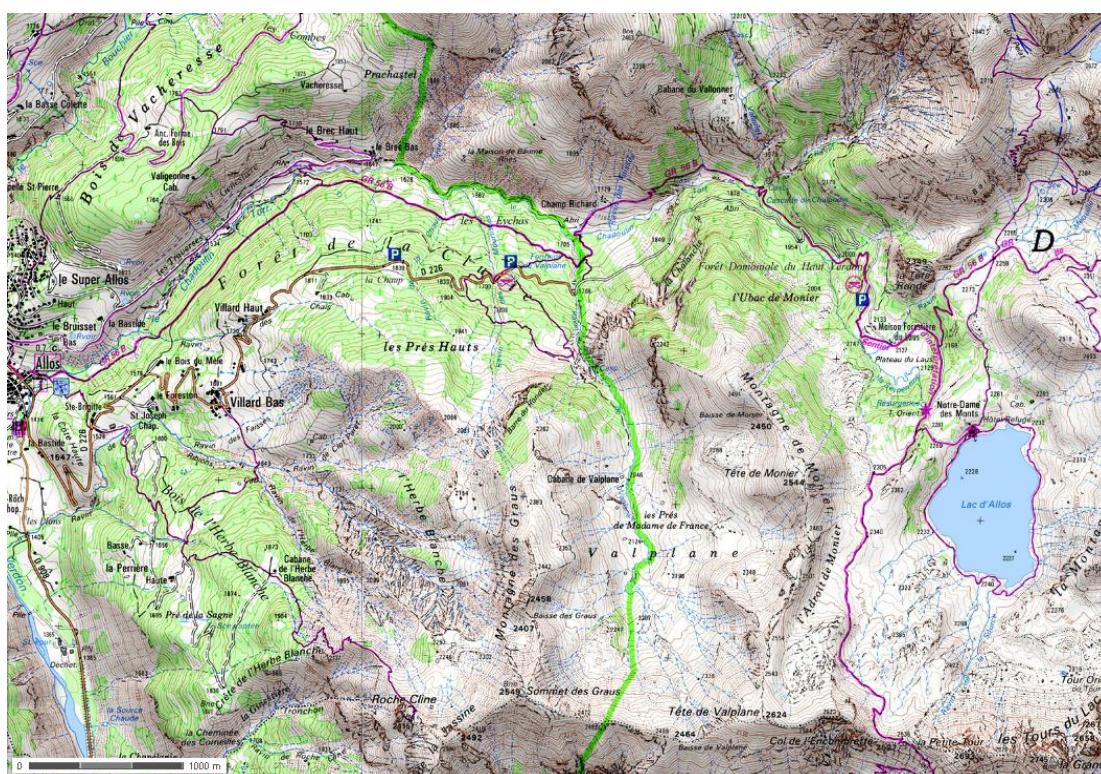
Exutoire(s) : **souterrain (à l'origine de la source du Chadoulin, affluent du Verdon)**

Réseau de suivi DCE : **Site de référence / Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS) (Cf. Annexe 1)**

Période de suivi : **2005/2006/2007/2013**

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 d'Allos (Source : Géoportail, IGN)

Résultats - Interprétation

Le lac d'Allos, situé à 2230 m d'altitude au cœur du Parc National du Mercantour dans le département des Alpes-de-Haute-Provence, est le plus grand lac naturel d'altitude d'Europe. Sa superficie est de 54 ha et sa profondeur maximale est de 51 m.

D'origine glaciaire, il est alimenté par la fonte des neiges et les apports de nombreuses petites sources. Il est bordé par une chaîne de montagnes culminant à presque 2700 m. Accessible uniquement en période estivale (mai à septembre) à pied ou difficilement en 4x4, le lac d'Allos bénéficie d'un environnement préservé. La randonnée et la pêche sont les seules activités autorisées.

Diagnose rapide

Sur la base des résultats acquis en 2013, le lac d'Allos présente une qualité générale le classant dans la catégorie des plans d'eau **oligotrophe à tendance mésotrophe**. Le compartiment « eau » présente des caractéristiques d'un milieu oligotrophe et le compartiment « sédiment » présente des caractéristiques d'un milieu mésotrophe. Le tracé est dissymétrique, avec des indices production, et nutrition faibles tandis que les indices relargage, « matière organique » et « phosphore » dans le sédiment sont modérés.

L'indice phytoplanctonique confirme la faible production primaire (oligotrophie).

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 d'Allos est classé en **bon état écologique** d'après les résultats obtenus en 2013 (Cf. annexe 4). Son état est identique à celui de 2007.

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

L'étude de la végétation aquatique a montré que le lac d'Allos présente des rives à la végétation éparse : quelques rares herbacées (*Festuca sp.* et *Carex sp.*) colonisent les éboulis présents autour du plan d'eau. Dans le lac, une bande de plusieurs dizaines de mètres de characées (*Chara delicatula*) ceinture le plan d'eau hormis dans la partie Est ; cette characée est accompagnée par quelques filaments d'algues *Spirogyra sp.* Le niveau trophique du lac est difficile à appréhender tant la diversité floristique est peu élevée ce qui rend le diagnostic peu pertinent. Néanmoins les deux taxons dominants *Chara delicatula* et *Spirogyra sp.* sont à tendance **mésotrophe**.

L'étude hydromorphologique n'a pas été renouvelée en 2013, cet élément ayant été suivi par l'ONEMA en 2011 (protocoles Alber et Charli).

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

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

Suivi piscicole

Cet élément de qualité est considéré comme non pertinent pour ce type de plan d'eau selon l'arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux. Le précédent suivi date de 2006 (ONEMA – f. fiche de synthèse 2005-2007).

Annexe 1 : Programme de surveillance

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

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

- Le réseau de contrôle de surveillance (RCS) vise à donner une image globale de la qualité des eaux. Tous les plans d'eau naturels supérieurs à 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).

$IP = \text{moyenne de } \sum Qi \times Aj$ 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, pisiidies 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, pisiidies 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) :

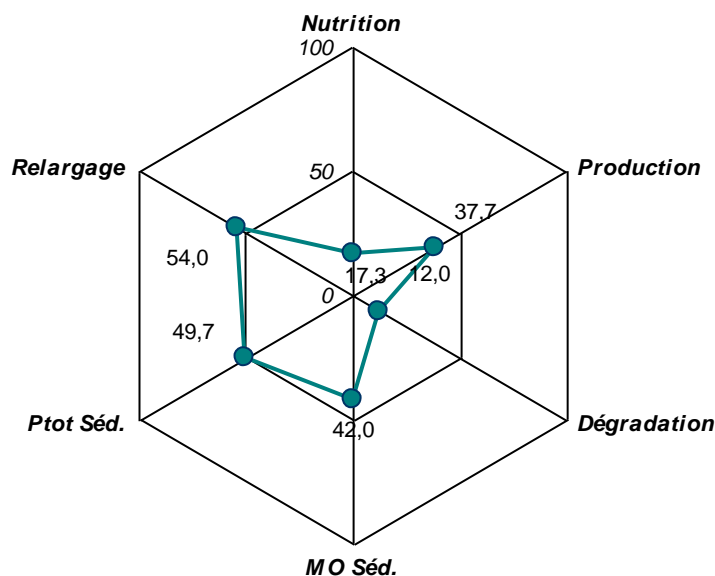
La liste des 41 substances prises en compte dans l'état chimique figure dans l'annexe 8 de l'arrêté du 25 janvier 2010, avec les NQE à respecter en valeur moyenne et en concentration maximale admissible.

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 - lac d'Allos

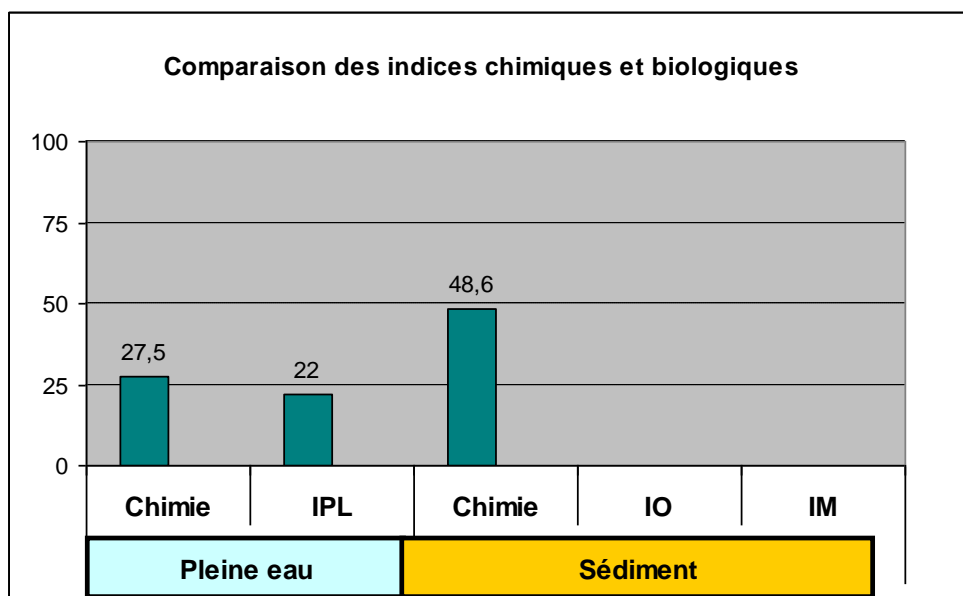


Les résultats obtenus pour les différents indices témoignent d'un lac **oligotrophe à tendance mésotrophe**.

On observe une dissymétrie du graphique en radar. En effet les indices du compartiment eau témoignent d'un milieu oligotrophe : faible apports en nutriments, faible production primaire, faible dégradation dans le lac.

Les indices du compartiment sédiment présentent quant à eux des valeurs proches de 50 (niveau mésotrophe) témoins d'une certaine accumulation de matière dans le sédiment.

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

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

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

L'indice de chimie de pleine eau, ainsi que l'indice planctonique sont caractéristiques d'un milieu oligotrophe.

L'indice moyen de chimie du sédiment donne une vision plus pessimiste (mésotrophie du milieu).

Iac d'Allos

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
2013	< 0,01	< 35,8	0<x<0,62	0<x<38,1	17,3

	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
2013	7,0	25,9	5,7<x<6,0	49,2<x<50,1	37,7

	Conso journalière en O2 (mg/m ³ /j)	INDICE DEGRADATION
2013	0,0	12,0

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

	perte au feu (% MS)	<i>indice Perte au feu séd = INDICE stockage MO du séd</i>
2013	6,2	42,0

	Ptot séd (mg/kg MS)	<i>indice Ptot séd = INDICE stockage des minéraux du séd</i>
2013	834,8	49,7

Rapport Carbone/Azote dans les sédiments = 8.1

	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
2013	0,58	55,2	7,13	52,8	54,0

Les indices biologiques

	<i>Indice planctonique IPL</i>	Oligochètes IOBL global	<i>Indice Oligochètes IO</i>	Mollusques IMOL	<i>Indice Mollusques IM</i>
2013	22	NR	NR	NR	NR

NR : non réalisé

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 d'Allos a un temps de séjour estimé supérieur à 2 mois.

Nom ME	Code ME	Type	Ensemble agrégés des éléments de qualité		Polluants spécifiques de l'état écologique	Eléments de qualité hydromorphologique	Etat écologique	Niveau de confiance
			Biologiques	Physico chimiques généraux				
Allos	FRDL93	MEN	B	TB	B	B	B	3/3

* MEN : masse d'eau naturelle.

L'ensemble agrégé des éléments de qualité biologique conduit à un bon état ; l'ensemble agrégé des éléments physico-chimiques généraux est classé en très bon état.

Concernant les polluants spécifiques de l'état écologique, les quatre métaux figurant à la liste des polluants spécifiques ont été ponctuellement quantifiés durant le suivi (1 à 2 quantifications), sans toutefois dépasser les normes de qualités environnementales (NQE) définies pour ces paramètres.

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

Nom ME	Code ME	Type	Paramètres biologiques		Paramètres physico-chimiques généraux			
			Chlo-a*	IPL	N _{min} max	PO ₄ ³⁻ max	Ptot. max	Transp.
Allos	FRDL93	MEN	3,7	22	< 0,15	< 0,003	< 0,01	7

* classe d'état défini en prenant comme profondeur moyenne 18,4 m

Seul l'élément de qualité phytoplancton n'atteint pas le très bon état (en raison du paramètre chlorophylle a). Le lac d'Allos est donc 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.

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 :

			Paramètres complémentaires	
			biologiques	physicochimiques généraux
Nom ME	Code ME	Type	IMAIL	déficit O2 (%)
Allos	FRDL93	MEN	NC	73

NC : non calculé

Le déficit en oxygène pourrait déclasser l'état écologique à un niveau moyen, signalons toutefois que la couche profonde est désoxygénée toute l'année. En effet, une stratification de l'oxygène dissous a été mise en évidence lors de toutes les campagnes et que cette caractéristique semble être naturelle (lac d'altitude).

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
Allos	Bon

Le lac d'Allos est classé en **bon état chimique**.

Parmi les 41 substances de l'état chimique, seule une substance a été quantifiée (sans toutefois dépasser la NQE) :

- Un phtalate, utilisé pour assouplir les matières plastiques : le DEHP*. Il a été quantifié à cinq reprises (entre 0,4 et 0,8 µg/l).

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, 3 autres paramètres ont été quantifiés :

- Il s'agit de 3 métaux : baryum, uranium (systématiquement quantifiés à chacune des

campagnes sur les échantillons intégrés et le fond) et cobalt.

** Les quantifications en DEHP ont été qualifiées d'incertaines, une contamination via la chaîne de prélèvements étant privilégiée.*

Les micropolluants quantifiés dans les sédiments :

Sur les 268 substances recherchées sur sédiments, 30 ont été quantifiées. Il s'agit essentiellement de métaux (23 substances), de HAP (4 substances) et de dérivés du benzène (BTEX : 2 substances).

Un isomère du crésol, le crésol-para (famille des phénols) a également été quantifié à une concentration de 140 µg/kg de Matières Sèches (MS). Les isomères du crésol peuvent être utilisés pour la fabrication de résines synthétiques, pesticides, antiseptiques et désinfectants.

Concernant les concentrations observées en métaux, les paramètres chrome (103,5 mg/kg MS), cuivre (48,4 mg/kg MS) et nickel (49,2 mg/kg MS) affichent des teneurs supérieures aux valeurs habituellement rencontrées sur les plans d'eau des bassins Rhône-Méditerranée et Corse.

Les teneurs en HAP atteignent une concentration totale de 62 µg/kg MS, ce qui reste relativement faible.

Les 2 BTEX identifiés (benzène et toluène) ont été quantifiés à respectivement 6,1 et 20 µg/kg MS.

Annexe 6 : Eléments complémentaires d'interprétation

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

Le lac d'Allos, situé à 2230 m d'altitude au cœur du Parc National du Mercantour dans le département des Alpes-de-Haute-Provence, est le plus grand lac naturel d'altitude d'Europe. Sa superficie est de 54 ha et sa profondeur maximale est de 51 m.

D'origine glaciaire, il est alimenté par la fonte des neiges et les apports de nombreuses petites sources. Il est bordé par une chaîne de montagnes culminantes à presque 2700 m. Accessible uniquement en période estivale (mai à septembre) à pied ou difficilement en 4x4, le lac d'Allos bénéficie d'un environnement préservé. La randonnée et la pêche sont les seules activités autorisées.

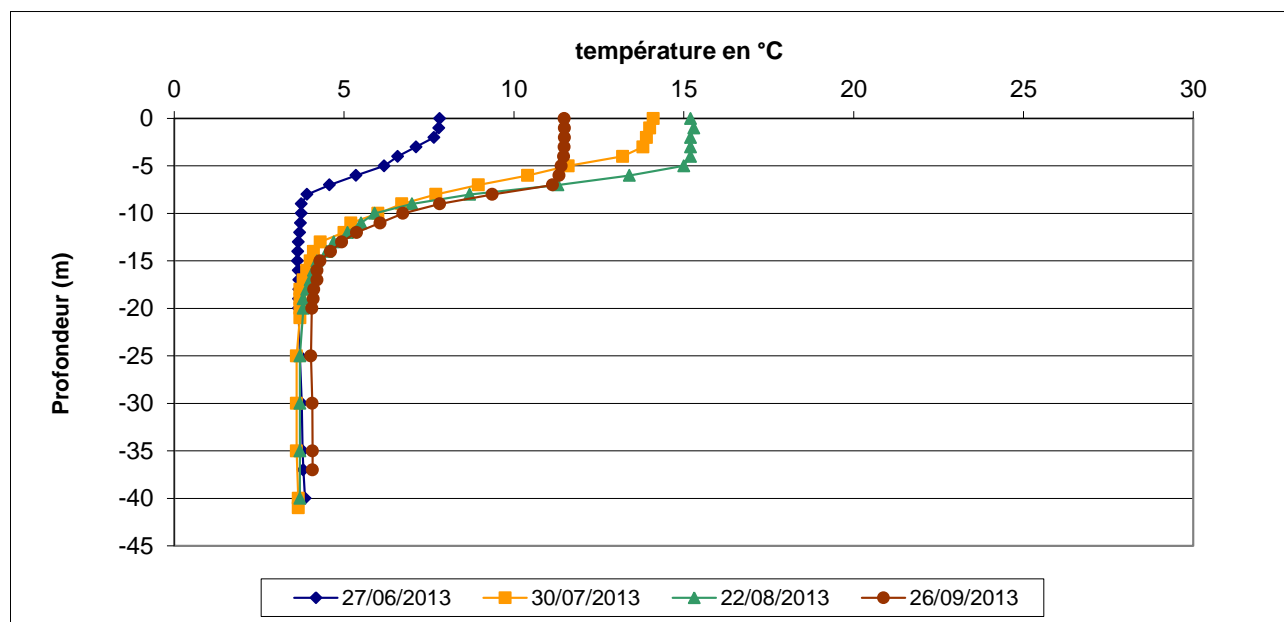
Le lac d'Allos bénéficie d'un climat de type montagnard combinant des hivers froids et des étés frais. Le lac est couvert de neige et de glace pendant une grande partie de l'année (6 à 8 mois).

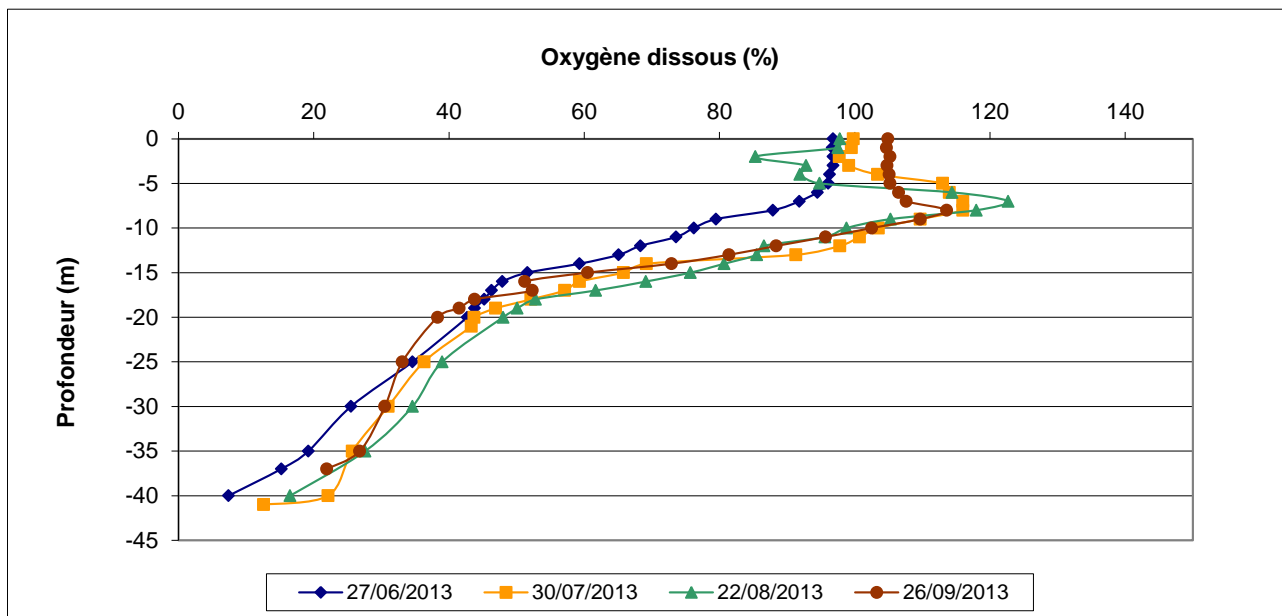
La suite du document expose des compléments d'informations concernant les profils de températures et d'oxygène et le peuplement phytoplanctonique.

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

Profils de température et d'oxygène :

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



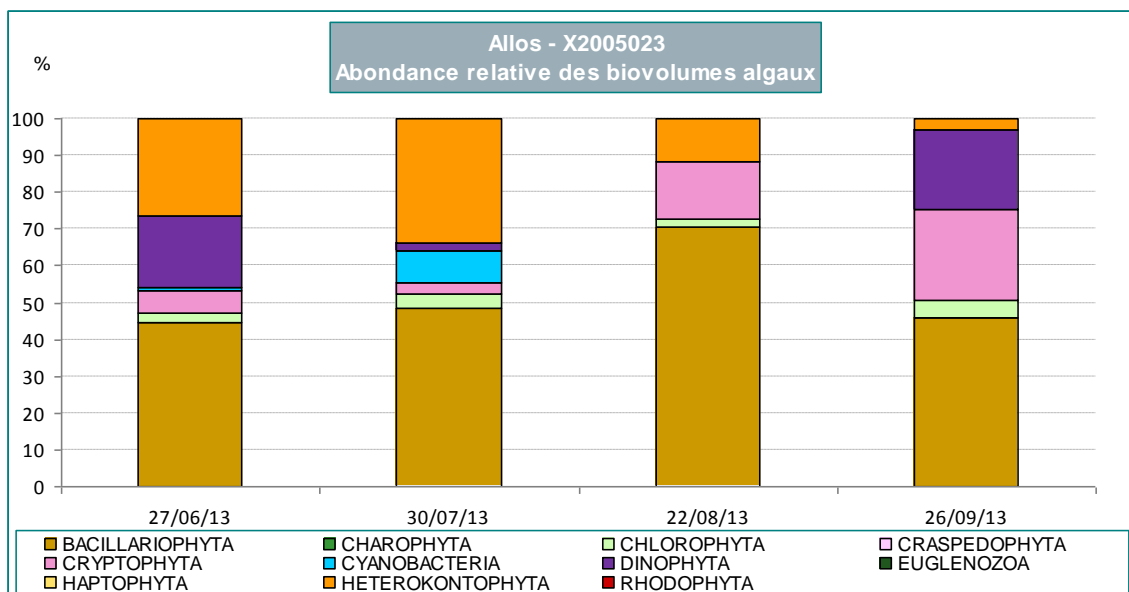


Lors de la première campagne (fin juin), une thermocline est déjà présente entre 2 et 8 m passant de 8°C en surface à 4°C à 8 m jusqu'au fond. Fin juillet, la température atteint 14°C dans la couche de surface (épilimnion de 5 m d'épaisseur); la thermocline se situe entre 5 et 13 m passant de 13,8 à 4°C. En août, la courbe est semblable à celle de juillet avec un épilimnion un peu plus chaud (15°C). Enfin, en septembre, l'eau se rafraichit (11,5°C en surface) ; la thermocline se situe entre 6 et 19 m passant de 11,5 à 4,5°C. La température de l'hypolimnion est stable au cours de l'année (environ 4°C).

Lors de la première campagne, la teneur en oxygène dissous est stable et proche de la saturation de la surface à 7 m de profondeur. Au-delà, elle diminue régulièrement jusqu'au fond où elle est de 7 % seulement. Fin juillet, on observe une sursaturation en oxygène entre 5 et 9 m (maximum de 116 %), témoignant de l'activité photosynthétique. A partir de 10 m, la concentration en oxygène diminue progressivement jusqu'au fond. La situation est semblable lors de la troisième campagne en août et en septembre. Au cours de ces quatre campagnes, l'oxygène dissous passe en dessous de 50 % de saturation de -15 m à -40 m ; au fond il n'y a plus que 7 à 20% d'oxygène.

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 du lac d'Allos à partir des biovolumes (mm^3/ml)

Le tableau ci-dessous donne les abondances phytoplanctoniques à chaque campagne en nombre de cellules par millilitre ainsi que le biovolume totale en millimètre cube par litre.

Allos	27/06/2013	30/07/2013	22/08/2013	26/09/2013
Total (nombre cellules/ml)	1 331	3 871	2 447	2 145
Biovolume total (mm ³ /l)	0,29	0,68	0,57	0,64

La densité cellulaire varie peu lors des 4 campagnes (minimum de 1 300 cell./ml le 27/06/13 et maximum de 3 900 cell./ml le 30/07/13).

Le 27 juin, quelques espèces de Chrysophycées (Heterokontophyta) représentent 45% de la densité cellulaire avec notamment des *Chrysolykos skujae*, *Chrysococcus*, *Dinobryon cylindricum*, *D. sociale* et des *Erkenia subaequiciliata* présents dans le peuplement. A noter que les *Dinobryon* sont habituellement observés dans des plans d'eau oligotrophes (Reynolds et al. 2002). Mais ce sont les diatomées centriques qui prennent une place importante en terme de biovolume, car les individus, bien que moins nombreux, sont de plus grandes dimensions (42% des biovolumes algaux).

Le mois suivant, la densité cellulaire triple avec un peuplement similaire mis à part l'apparition d'*Aphanocapsa* (Cyanobacteries). L'augmentation de la température de 8°C fin juin à 14°C fin juillet, favorise la production algale qui reste tout de même modérée. Enfin, lors des deux dernières campagnes, les densités cellulaires diminuent légèrement. Le peuplement est alors dominé par les diatomées (56 à 66% de la densité cellulaire) avec la présence de *Fragilaria tenera* cf. (47% de la densité cellulaire le 22/08/13) ainsi que des centriques tels que *Cyclotella cyclopunta* et *Cyclotella ocellata*. Ces 2 espèces ont respectivement un optimum de développement dans des milieux oligo-mésotrophes (niveau trophique donné pour le calcul de l'IPLAC) et méso-eutrophes (Logiciel Omnidia).

Le calcul de l'Indice planctonique donne une note de 22. Le plan d'eau est qualifié d'oligotrophe et la classe d'état est « très bonne ». Compte tenu des faibles densités algales développées et des espèces présentes indicatrices d'eau de bonne qualité, l'IPL est en accord avec les observations.

Les Macroinvertébrés :

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 portant sur l'ensemble des macro-invertébrés benthiques 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).

Le biovolume en oligochètes par unité de surface et par effectif est faible dans la zone littorale alors qu'il augmente en profondeur où il se situe à un niveau moyen. Cela veut dire que les oligochètes sont nettement plus gros dans la zone profonde que dans la zone littorale. Malgré une moindre abondance, le peuplement d'oligochètes est nettement plus diversifié dans la zone littorale qu'en profondeur.

La sensibilité du peuplement d'invertébrés à la charge trophique est globalement moyenne dans la zone littorale et moyen à faible dans la zone profonde où un seul taxon, *Limnodrilus hoffmeisteri*, domine nettement.

On observe une très forte variabilité entre les différents points. C'est en particulier le cas de la zone littorale où un secteur abrite une faune nettement moins sensible à la charge trophique avec un peuplement largement dominé par *Limnodrilus hoffmeisteri*, taxon absent dans les autres points de la zone littorale.

La valeur du biovolume en oligochète observée en profondeur suggère que la charge biodégradable accumulée est relativement bien assimilée par les 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 d'Allos, 3 UO ont été sélectionnées.

Le pourtour du lac est constitué principalement par des éboulis, des affleurements rocheux ou des zones de plage dépourvues de végétation à l'exception de quelques rares graminées (genre *Festuca sp.*) et par quelques carex (*Carex sp.*). Dans la zone en eau, notamment dans la berge ensoleillée, on observe des graminées immergées en phase de senescence jusqu'à presque 2 m de profondeur. Habituellement exondées, elles ont été submergées à la suite d'une remontée du niveau d'eau du lac.

La zone littorale est colonisée par des herbiers de Characées (*Chara delicatula*), principalement dans les parties les plus ensoleillées. On rencontre également des filaments d'algue verte filamenteuse *Spirogyra sp.* et quelques diatomées appartenant à la famille des *Cymbellaceae*.

Chara delicatula, espèce en régression, est un taxon cosmopolite, à tendance **mésotrophe** tout comme l'algue verte *Spirogyra sp.* La variété taxonomique de la zone en eau est très faible et rend le diagnostic trophique peu pertinent.

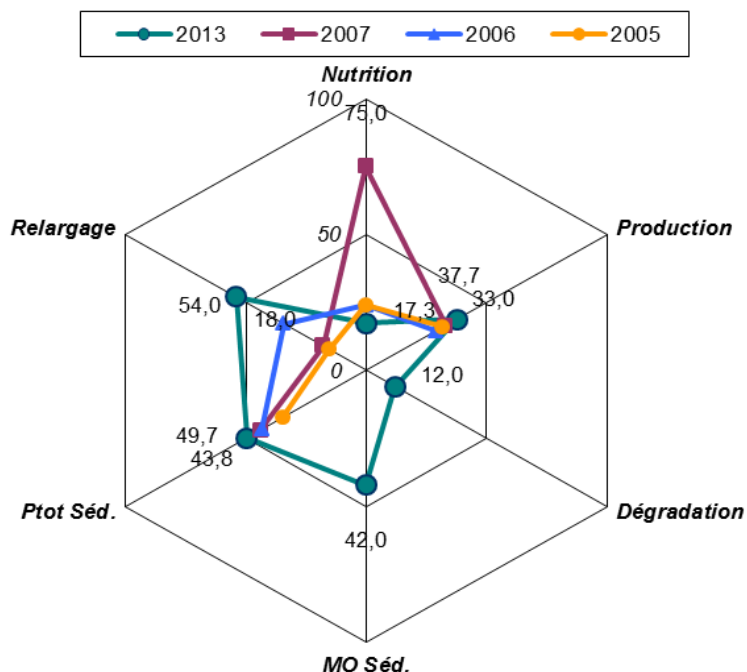
Aucune espèce protégée et aucune espèce invasive n'ont été identifiées dans le lac d'Allos.

Annexe 7 : Comparaison interannuelle des résultats

Les indices de la diagnose rapide

Les indices fonctionnels physico-chimiques :

Graphique en radar des indices fonctionnels - lac d'Allos



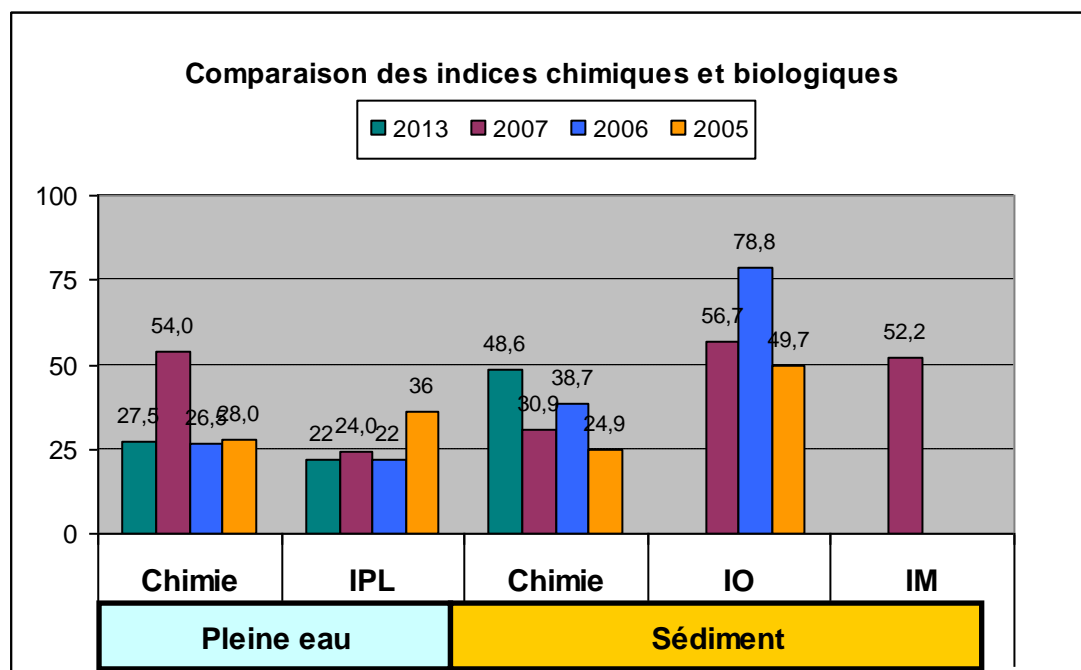
Les tracés 2005, 2006, 2007 et 2013 sont similaires pour les indices « production » et « phosphore du sédiment ».

L'indice « nutrition » est en revanche variable avec une valeur particulièrement forte en 2007 (et qui paraît étonnante pour ce plan d'eau).

L'indice « relargage » évolue aussi suivant les suivis. Il est plus fort en 2013 que précédemment.

La variabilité de cet indice 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 Oligochète

IM : Indice Mollusques

En 2013, les indices physico-chimiques sur eau sont similaires à ceux mesurés en 2005 et 2006 ; une dégradation du niveau trophique avait été mesurée au niveau de ce compartiment en 2007 (valeur surprenante).

L'indice planctonique reste stable depuis 2006.

Concernant l'indice chimie du sédiment, on observe une augmentation de la trophie en 2013 par rapport aux précédents suivis (mais les précédents suivis ne prenaient pas en compte l'indice MO sédiment qui tire vers le haut l'indice chimie moyen du sédiment).

Les indices oligochètes et mollusques n'ont pas été réalisés en 2013. Lors des précédents suivis, ils mettaient en évidence une tendance à l'eutrophie du compartiment sédiment.

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)

Nom ME	Code ME	Type	Ensemble agrégés des éléments de qualité		polluants spécifiques de l'état écologique	Eléments de qualité hydromorphologique	Etat écologique	Niveau de confiance
			Biologiques	Physico chimiques généraux				
Allos	FRDL93	2005-2007	B	B	B	B	B	2/3
Allos	FRDL93	2013	B	TB	B	B	B	3/3

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.

Nom ME	Code ME	Type	Paramètres biologiques		Paramètres physico-chimiques généraux			
			Chlo-a	IPL	N _{min} max	PO ₄ ³⁻ max	Ptot. max	Transp.
Allos	FRDL93	2005-2007	2,3	26	0,26	0,013	0,032	7,5
Allos	FRDL93	2013	3,7	22	< 0,15	< 0,003	< 0,01	7

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
			IMOL	IOBL	IMAIL	Déficit O2 (%)
Allos	FRDL93	2005-2007	NR	5,1	NR	66
Allos	FRDL93	2013	NR	NR	NC	73

NR : non réalisé / NC : non calculé

Les 2 suivis (2005-2007 et 2013) classent le plan d'eau en bon état écologique. On observe une amélioration globale des paramètres physico-chimiques.

2 - Etat chimique

	Bon
	Mauvais

Année de suivi	Etat chimique
2007	Bon
2013	Bon

Le lac d'Allos est classé en bon état chimique pour les 2 années de suivi.