

# 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 2005, 2006 et 2007

*V2 – Février 2014 : Ajustement du niveau de confiance  
attribué à l'état écologique*



# 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 <sup>2+</sup> , Na <sup>+</sup> , Mg <sup>2+</sup> , K <sup>+</sup> , dureté, TA, TAC, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cl <sup>-</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	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 : **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 (hm<sup>3</sup>) :

Profondeur maximum (m) : **51**

Temps de séjour (j) : -

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

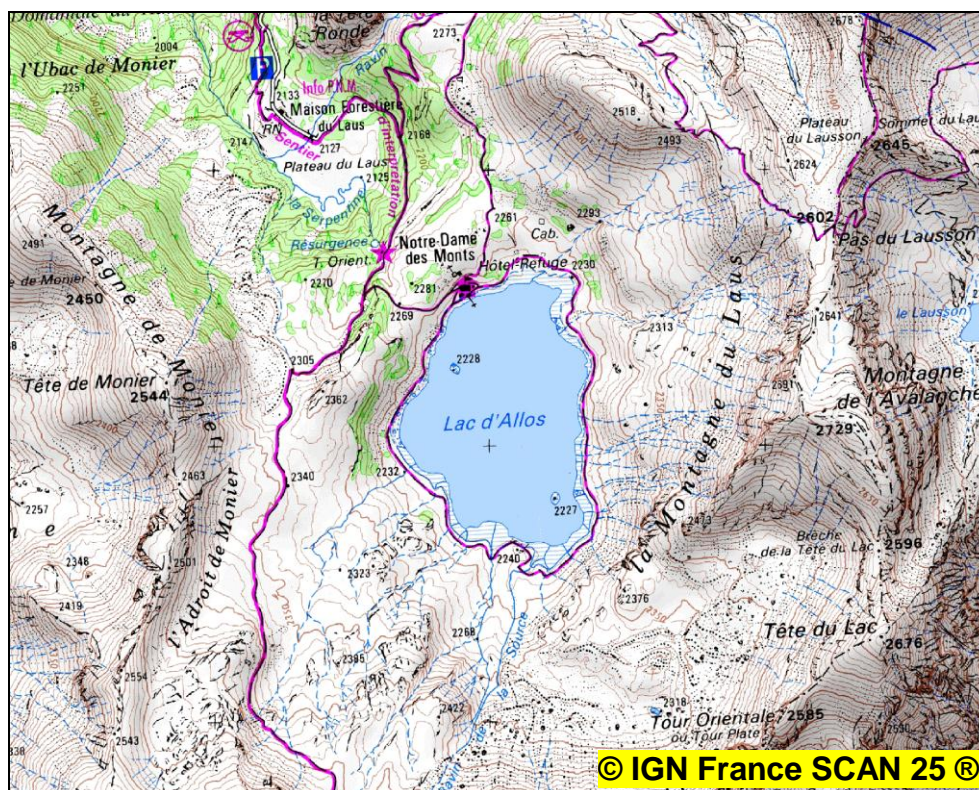
Exutoire(s) : **souterrain (à l'origine de la source du Chadoulin, affluent du Verdon)**

Réseau de suivi DCE : **Site de référence (Cf. Annexe 1)**

Période de suivi : **2005, 2006 et 2007**

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 plan d'eau au 1/25 000 (IGN)

## Résultats - Interprétation

---

### Diagnose rapide

Les indices de la diagnose rapide qualifient de manière globale le lac d'Allos d'**oligotrophe**. Toutefois, d'un point de vue physico-chimique, l'année 2007 est marquée par des concentrations hivernales (échantillon intégré) en phosphore total élevées (0.095 mg/L). En 2007, l'indice nutrition sanctionne alors le plan d'eau d'un niveau trophique eutrophe.

Concernant les indices biologiques, au niveau des sédiments l'indice oligochète caractérise un potentiel métabolique des sédiments du lac moyen à faible entre 2005 et 2007. En pleine eau, l'indice planctonique reste compris entre 22 et 36 (oligotrophie) de 2005 à 2007. Le lac d'Allos apparaît ainsi peu biogène. Ce constat semble être davantage à rapprocher des conditions climatiques et des caractéristiques intrinsèques au plan d'eau (profondeur relativement élevée) qu'aux pressions anthropiques qui restent limitées sur le bassin versant du lac. Les résultats détaillés de la diagnose rapide sont présentés en annexe 3.

### Etat écologique et chimique au sens de la DCE

Le lac d'Allos est classé en **bon état écologique**. Cet état est défini sur la base des campagnes de prélèvements réalisées en 2005, 2006 et 2007. Seul le paramètre Phosphore total maximal est classé en état moyen avec une concentration de 0.032 mgP/L. Cette valeur est toutefois très proche du seuil de bon état établi à 0.030 mgP/L. Le plan d'eau fait par ailleurs apparaître des périodes de désoxygénation des eaux profondes. Ce phénomène est observé de manière naturelle sur d'autres plans d'eau d'altitude, également peu soumis aux pressions anthropiques. L'ensemble agrégé des éléments de qualité de la physico-chimie générale est alors tout de même considéré en bon état (application de la règle d'assouplissement permise par l'arrêté du 25 janvier 2010). Les résultats détaillés sont présentés en annexe 4.

Le lac d'Allos est considéré en **bon état chimique**. Aucune substance prioritaire ou autre polluant de l'état chimique n'a été mis en évidence. Les résultats détaillés sont présentés en annexe 5.

### Suivi piscicole

Le lac d'Allos est un système lacustre de haute altitude aux potentialités écologiques importantes de part ses dimensions. Sa qualité piscicole apparaît globalement satisfaisante et le plan d'eau conserve une belle population d'omble chevalier. Néanmoins, des signes pernicioseux d'altération peuvent être décelés. En effet, la désoxygénation estivale des couches profondes du lac est observée, ce qui réduit l'espace lacustre disponible pour les espèces les plus exigeantes. Des investigations plus fines devraient être conduites afin de circonscrire les causes de cette perturbation (apports en matière organiques excédentaires, substances toxiques inhibitrices des chaînes trophiques...). Les résultats détaillés sont présentés en annexe 6.

Cet élément de qualité est actuellement 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.

## Annexes

### Annexe 1 : Sites de référence

La Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE) impose aux états membres de la communauté européenne d'établir une typologie des masses d'eau superficielles qui tient compte des écorégions, de la morphologie, de l'altitude et de l'environnement des lacs (lacs à berges minéralisées ou entourées de prairies). Une fois la typologie établie, les états membres doivent pour chaque type de lac, acquérir des données physicochimiques et biologiques pour définir le bon état écologique qui servira de référence à l'ensemble des lacs d'un même type.

Une liste de 14 plans d'eau naturels considérés comme référence a ainsi été établie. Les lacs de cette liste sont supposés être pas ou peu soumis aux pressions anthropiques, et si elles existent, celles-ci ne doivent pas interférer sur l'état écologique du plan d'eau.

L'objectif poursuivi par l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse est double :

1. connaissance de la variabilité interannuelle (2005 à 2007) des paramètres de la physicochimie et de la biologie de 3 lacs naturels du District ;
2. créer une base de données pour définir l'état de référence de chaque type de lac.

Les lacs concernés par le premier objectif sont 2 lacs du Jura (Grand Maclu de type N4 et Grand Etival de type N3) et un lac alpin (Allos de type N2). Le deuxième objectif est consacré à la réalisation d'une base de données. Les lacs concernés sont reportés dans le tableau suivant :

Lac	Massif	Type
Grand Maclu*	Jura	N4
Grand Etival*	Jura	N3
Allos	Alpes	N2
Eychauda	Alpes	N2
Liat	Pyrénées	N1
Pradeilles	Pyrénées	N1
9 Couleurs	Alpes	N2
Nègre	Alpes	N1
Lauvitel	Alpes	N2
Anterne	Alpes	N1
Vallon 38	Alpes	N2
Vens premier	Alpes	N2
Montriond*	Alpes	N4
Barterand	Alpes	N3

#### Typologie utilisée :

N : origine Naturelle

N1 : Lac de haute montagne avec zone littorale

N2 : Lac de haute montagne à berges dénudées

N3 : Lac de moyenne montagne calcaire peu profond

N4 : Lac de moyenne montagne calcaire profond

\* : plans d'eau ayant fait l'objet de 6 campagnes par année de suivi (Montriond : 5 campagnes)

Les plans d'eau de référence échantillonnés sur la période 2005-2007 ont fait l'objet d'un programme de suivi pouvant être légèrement différent de celui présenté en première page de ce document, plusieurs protocoles n'étant pas encore finalisés à cette époque.

## 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  $\mu\text{g/l}$ . 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 O<sub>2</sub> dissous

$I_{O_2j} = -50 + 62 \times \log_{10}(X+10)$  où X est la valeur de la consommation journalière en oxygène dissous en  $\text{mg/m}^3/\text{j}$ .

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
<b>Nutriments</b>					
N minéral maximal (NO <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> )(mg N/l)	0,2	0,4	1	2	
PO <sub>4</sub> 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	
<b>Transparence</b>					
Transparence moyenne estivale (m)	5	3,5	2	0,8	
<b>Bilan de l'oxygène</b>					
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	*	*	
<b>Salinité</b>					
Acidification			*		
Température					

\* : pas de valeurs établies à ce stade des connaissances

**N minéral maximal (NH<sub>4</sub> + NO<sub>3</sub>)** : 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.

**PO<sub>4</sub> 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'avérera 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

<b>Polluants spécifiques non synthétiques (analysés sur eau filtrée)</b>	
<b>Substances</b>	<b>NQE_MA (<math>\mu\text{g/l}</math>)</b>
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 $\leq 24$ mg CaCO <sub>3</sub> /l)
	Fond géochimique + 7,8 (si dureté $> 24$ mg CaCO <sub>3</sub> /l)
<b>Polluants spécifiques synthétiques (analysés sur eau brute)</b>	
<b>Substances</b>	<b>NQE_MA (<math>\mu\text{g/l}</math>)</b>
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 écologiques (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.

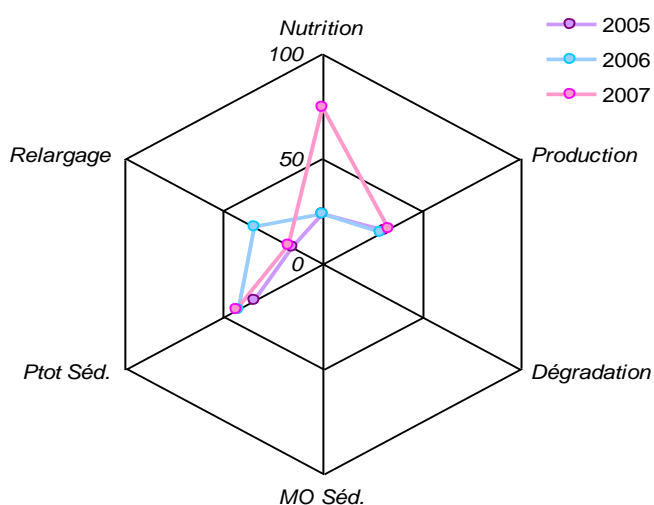
## Annexe 3 : Résultats de la diagnose rapide

### Les indices fonctionnels physico-chimiques

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

L'indice Nutrition a été calculé uniquement à partir de l'indice Ptot hiver, la limite de quantification du NKJ étant trop élevée (<1 mg/l) pour permettre le calcul de l'indice Ntot hiver. L'indice de stockage de la matière organique dans les sédiments (MO séd.) n'a pas pu être calculé, la perte au feu n'ayant pas été mesurée. Par ailleurs, les profils en oxygène obtenus sur lors des différentes campagnes n'ont pas permis de calculer l'indice de dégradation.

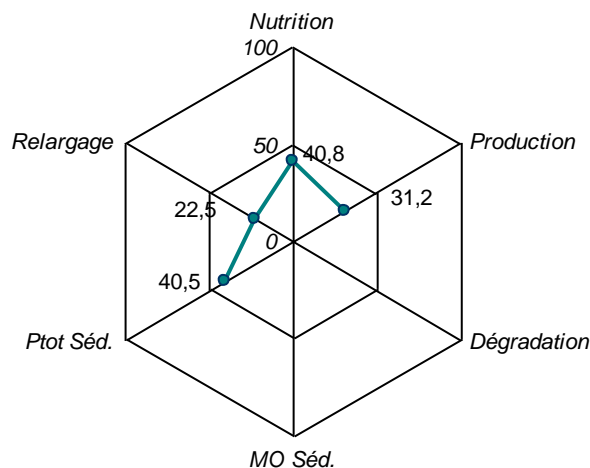
Graphique en radar des indices fonctionnels par année de suivi



Cette représentation graphique fait apparaître une faible variabilité inter-annuelle des indices Ptot séd., Relargage et Production. En revanche, l'indice Nutrition montre une forte évolution en 2007, avec une concentration en phosphore total hivernal (échantillon intégré) bien supérieure aux années précédentes (0.095 mg/L en 2007 contre 0.005 mg/L en 2005 et 2006).

Excepté l'indice nutrition élevé en 2007 (75), les indices sont compris entre 19 et 43, signe d'une qualité des eaux relativement bonne. Compte tenu des données disponibles, les indices dégradation et MO séd. n'ont toutefois pas pu être calculés.

Graphique en radar des indices fonctionnels Moyennes sur les trois années

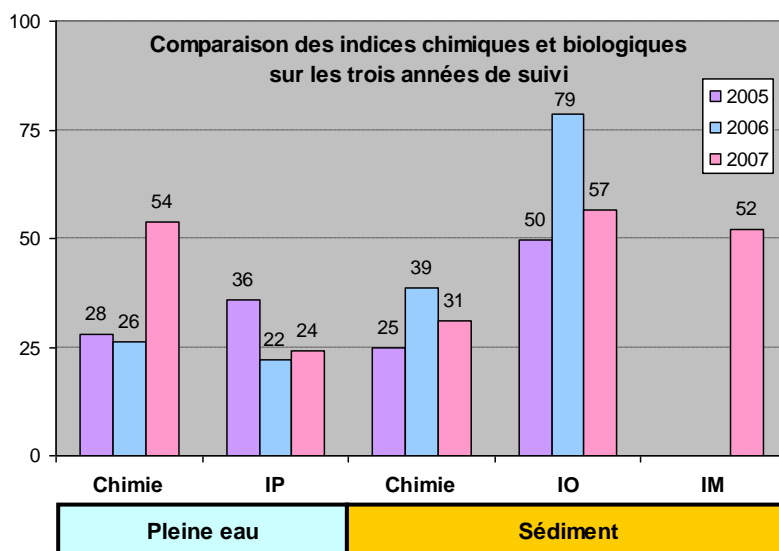


La figure ci-contre fait apparaître les résultats moyennés sur les 3 années d'étude. Cette représentation permet de lisser les résultats et de s'affranchir de la variabilité inter-annuelle.

Les indices sont alors compris entre 22.5 et 40.8. Ils suggèrent une bonne qualité des eaux du lac d'Allos entre 2005 et 2007. Les prochaines campagnes de mesures permettront de confirmer les observations faites en 2007, en particulier pour les teneurs en phosphore total hivernal dans la zone euphotique.

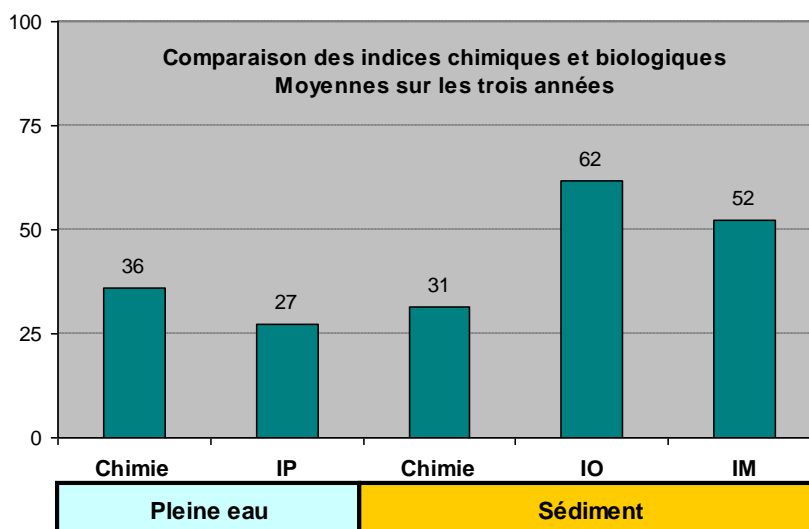
Les indices synthétiques : un indice physico-chimique moyen pour chaque compartiment (un pour la pleine eau et un pour le sédiment) est affiché à côté des indices biologiques

*L'indice chimie du sédiment a été calculé à partir de deux indices fonctionnels au lieu de trois (l'indice stockage de la matière organique du sédiment n'ayant pas pu être calculé puisque la perte au feu n'a pas été analysée).*



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

Les indices synthétiques physico-chimique et biologique font apparaître une variabilité inter-annuelle relativement élevée, que ce soit en pleine eau ou dans les sédiments. Compte tenu du marnage naturel observé sur le lac d'Allos, l'indice mollusque n'a pas été mis en œuvre entre 2005 et 2007 dans le cadre du réseau de lacs de référence. L'IMOL a malgré tout été appliqué en 2008 lors d'une étude spécifique. Les résultats mettent en évidence une désoxygénation chronique de l'hypolimnion avec une absence totale de mollusque en zone profonde. On remarque par ailleurs un indice synthétique de la chimie de pleine eau relativement élevé en 2007, en lien avec des concentrations élevées en phosphore total hivernal au niveau de la zone euphotique.



Les indices de pleine eau illustrent une bonne qualité générale du lac d'Allos. En revanche, les indices biologiques des sédiments (IOBL et IMOL) font apparaître un dysfonctionnement au niveau des couches profondes. Les épisodes de désoxygénation de l'hypolimnion qui peuvent ainsi être mis en cause sont toutefois observables sur d'autres plans d'eau d'altitude peu soumis aux pressions anthropiques. La profondeur relativement importante du lac (58 m) et son marnage naturel permettent également d'expliquer les résultats de l'IOBL et l'IMOL.

## Allos

### Les indices de la diagnose rapide

Valeurs brutes et calculs des indices

#### Les indices physico-chimiques :

	Secchi moy été (m)	<i>indice Transparence</i>	Chloro a + Phéo a moy (µg/l)	<i>indice Pigments chlorophylliens</i>	INDICE PRODUCTION
2005	5,4	33,34	1,7	30,34	32
2006	8,6	19,91	2,7	37,16	29
2007	6,3	28,89	2,8	37,72	33

	Ptot ech intégré hiver (mg/l)	<i>indice Ptot hiver</i>	Ntot ech intégré hiver (mg/l)	<i>indice Ntot hiver (Nkj+N-NO3+N-NO2)</i>	INDICE NUTRITION
2005	0,005	23,88	limite quantification de NTK<1 : indice non significatif		24
2006	0,005	23,88			24
2007	0,095	74,52			75

	Conso journalière en O2 (mg/m <sup>3</sup> /j)	INDICE DEGRADATION
2005	profil hivernal tardif	
2006	profil hivernal tardif	
2007	profil hivernal tardif	

	Ptot séd (mg/kg MS)	<i>indice Ptot séd = INDICE stockage des minéraux du séd</i>
	443	34,55
	637	43,23
	652	43,78

	perte au feu (% MS)	<i>indice Perte au feu séd = INDICE stockage MO du séd</i>
2005	non disponible	
2006	non disponible	
2007	non disponible	

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

	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
2005	0,026	10,69	0,90	19,82	15,26
2006	0,082	27,16	3,70	41,14	34,15
2007	0,02	6,93	1,75	29,01	17,97

#### Les indices biologiques :

	<i>Indice planctonique IP</i>	Oligochètes IOBL global	<i>Indice Oligochètes IO</i>	Mollusques IMOL	<i>Indice Mollusques IM</i>
2005	36	8,5	49,7	Plan d'eau marnant	
2006	22	2,1	78,8	Plan d'eau marnant	
2007	24	6,4	56,7	4	52,2

## 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 ». Un niveau de confiance est attribué à cet état écologique.

Nom ME	Code ME	Type	Ensembles agrégés des éléments de qualité		Polluants spécifiques de l'état écologique	Altérations hydromorphologiques	Etat écologique	Niveau de confiance
			Biologiques	Physico-chimiques généraux				
Allos	FRDL93	MEN*	B	B	B	B	B	2/3

\* MEN : masse d'eau naturelle.

Les éléments de qualité biologiques et physico-chimiques généraux sont tous deux classés en bon état. Aucun polluant spécifique de l'état écologique n'a été mis en évidence.

Le tableau suivant détaille la classe d'état de chaque paramètre pris en compte dans les éléments de qualités biologique et physico-chimique.

Nom ME	Code ME	Type	Paramètres biologiques		Paramètres Physico-chimiques généraux			
			Chlo-a	IPL	Nmin max	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> max	Ptot. Max	Transp.
Allos	FRDL93	MEN	2.3	26	0.26	0.013	0.032	7.5

**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 (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) (mg/L).

**PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> max** : concentration maximale en phosphate dans la zone euphotique (mg/L).

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

**Transp.** : transparence (m).

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

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

Nom ME	Code ME	Type	Paramètres complémentaires		
			IMOL	IOBL	Déficit O <sub>2</sub>
Allos	FRDL93	MEN	-	5.1	66

**IMOL** : Indice Mollusque (non appliqué aux plans d'eau marnant).

**IOBL** : Indice Oligochète de Bioindication Lacustre.

**Déficit O<sub>2</sub>** : 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

L'état chimique est défini d'après les règles décrites dans l'arrêté du 25 janvier 2010.  
Un niveau de confiance est attribué à cet état chimique.

Nom ME	Code ME	Type	Etat chimique
Allos	FRDL93	MEN	Bon

Le lac d'Allos est classé en **bon état chimique**. Aucune substance prioritaire ou dangereuse n'a été mise en évidence (41 substances). 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.

## Annexe 6 : Suivi piscicole



### Fiche synthétique état du peuplement piscicole

#### Protocole CEN 14757

Plan d'eau : **ALLOS**

Réseau : **DCE référence**

Superficie : **36,4 Ha**

Zmax : **36 m**

Date échantillonnage : **05 au 08/09/2006**

Opérateur : **ONEMA (DiR8 et SD04)**

nb filets benthiques : **32 (1440 m2)**

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

#### Composition et structure du peuplement :

Espèces	Pourcentages						Rendements surfaciques					
	1984		1992		2006		1984		1992		2006	
	numérique	pondéral	numérique	pondéral	numérique	pondéral	numérique	pondéral	numérique	pondéral	numérique	pondéral
	%	%	%	%	%	%	ind./10 ares	gr./10 ares	ind./10 ares	gr./10 ares	ind./10 ares	gr./10 ares
OBL	39	21	46	26	6	27	5	501	20	2486	23	1988
TRF	17	70	8	67	1	38	2	1669	3	6299	2	2771
CHE	41	7	1	1	0	0	6	174	0,4	135		
BLN	3	2	45	6	11	27	0,4	40	20	545	39	1979
VAI	0	0	0	0	83	8					301	565
Total	100	100	100	100	100	100	14	2384	44	9465	365	7303

Diversité piscicole :                    4                                    4                                    4

**Tab. 1 :** comparaison des résultats de pêche sur le lac d'Allos (les rendements surfaciques prennent en compte tous les types de filets tendus)

(OBL : omble chevalier ; TRF : truite fario ; CHE : chevaine ; BLN : blageon ; VAI : vairon)

En 2006, quatre espèces ont été capturées : l'omble chevalier, la truite fario, le blageon et le vairon. Par rapport aux précédents inventaires, on note la disparition du chevesne et l'apparition du vairon. L'absence de ce dernier dans les échantillons de 1984 et 1992 ne signifie pas pour autant son absence dans le plan d'eau en raison des réseaux de mailles utilisés à l'époque qui ne permettait pas sa capture.

Sur le plan numérique, les captures sont actuellement dominées par le vairon, le blageon et l'omble chevalier. En terme de biomasses, c'est la truite fario qui domine, suivi de l'omble chevalier puis du blageon.

Les comparaisons par rapport aux données de 1984 et 1992 sont délicates compte tenu des protocoles utilisés différents (type de filets et mailles notamment). D'un point de vue salmonicole, on peut toutefois remarquer une légère augmentation de l'abondance de l'omble chevalier et une relative stabilité de la truite fario. Le blageon montre quant à lui une augmentation nette de ses effectifs.

#### Distribution spatiale des captures :

Le blageon et le vairon se rencontrent préférentiellement dans les strates les moins profondes du lac, zones de bordure ou couche superficielle tempérée de la zone pélagique. En présence de la truite, l'omble chevalier fréquente les couches les plus profondes du plan d'eau, comme cela est observé par



ailleurs (BRUSLE & QUIGNARD 2001, KLEMETSEN 2003). On note cependant les captures réduites en deçà d'une vingtaine de mètres de profondeur. Cette observation peut alors être reliée à la tendance à la désoxygénation des couches profondes du lac en période estivale, qui n'était pas observée lors des campagnes précédentes (CEMAGREF 1986 et 1994) : moins de 4 mg/l d'O<sub>2</sub> à partir de 20 mètres et proche de 0 mg/l à partir de 27 mètres lors de nos mesures le 06/09/2006.

strates (m)	Filets benthiques				strates (m)	Filets pélagiques		
	OBL	TRF	BLN	VAI		OBL	BLN	VAI
0-3		3	113	850	0-6		6	1
3-6		4	10	156	6-12			
6-12	6	1	2	22	12-18	1		
12-20	60		1	1	18-24	4		
20-35	5				24-30	1		
<b>Total</b>	<b>71</b>	<b>8</b>	<b>126</b>	<b>1029</b>	<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>1</b>

**Tab. 2 :** distribution spatiale des captures observées en 2006 sur le lac d'Allos (effectifs bruts)  
(OBL : omble chevalier ; TRF : truite fario ; BLN : blageon ; VAI : vairon)

Ce phénomène pourrait traduire un accroissement (modification des apports à l'échelle du bassin versant) et/ou un problème de transformation (substances inhibitrices...) de la charge organique du plan d'eau.

### **Structure des populations majoritaires :**

La population d'omble chevalier est bien équilibrée, avec deux pics à 190 et 240 mm. On constate une taille moyenne réduite et l'absence d'individus supérieurs à 300 mm dans notre échantillon, reflets des conditions de vie extrêmes rencontrées sur ce lac alpin de haute altitude.

Le faible effectif de truites capturées ne permet pas d'obtenir une structure très équilibrée et aucun juvénile n'a pu être capturé. Depuis l'arrêt des alevinages en 1979, l'accomplissement de son cycle de vie est aléatoire et dépendant des conditions hydro climatiques qui régissent d'une part l'accès à ses frayères dans les tributaires du lac (niveau du lac, hydrologie...) et d'autre part la survie des alevins sur les lieux de ponte (assec, gel...).

Vairon et blageon montrent des structures de taille bien équilibrées.