

# **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**

## **Lac de Remoray**

*(25 : Doubs)*

Campagnes 2009

*V2 - Décembre 2011  
Intégration des résultats piscicoles*



# 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 d'autre part, sur l'Arrêté du 25 janvier 2010 permettant de qualifier les masses d'eau en terme d'état selon la DCE.

### Diagnose rapide

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

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

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

## Caractéristiques du plan d'eau

---

Nom : **Remoray**

Code lac : **U2015003**

Masse d'eau : **FRDL13**

Département : **25 (Doubs)**

Région : **Franche-Comté**

Origine : **Naturel**

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

Altitude (mNGF) : **851**

Superficie (ha) : **70**

Volume (hm<sup>3</sup>) : **9,6**

Profondeur maximum (m) : **27,6**

Temps de séjour (j) : **105**

Tributaire(s) : **la Drésine, le Lhaut**

Exutoire(s) : **la Taverne**

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

Période/Année de suivi : **2009**

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 1/100 000 (IGN)

## Résultats - Interprétation

---

Plan d'eau naturel d'origine glaciaire et tectonique, le lac de Remoray est situé au sein de la chaîne du Jura interne, à 850 m d'altitude. Il est de taille modérée avec une superficie de 70 ha pour une profondeur maximale de 28 m. Le plan d'eau est alimenté par les eaux de la *Drésine* et du *Lhaut*. Le plan d'eau est utilisé pour la pêche et la baignade.

Une réserve naturelle a été créée en 1980, comprenant le lac et ses abords.

### Diagnose rapide

Le lac de Remoray présente une qualité générale le classant dans la catégorie des **lacs méso-eutrophes**. L'indice nutrition indique peu de matières nutritives disponibles en raison d'une consommation de ces éléments lors de la campagne d'avril, l'activité biologique ayant débuté. La production primaire apparaît moyenne : le peuplement algal est assez équilibré, malgré la présence de Cyanobactéries en été témoignant d'un enrichissement du milieu. Le potentiel métabolique du sédiment est assez faible et témoigne des difficultés du système à assimiler sa charge organique. Les couches les plus profondes sont rapidement désoxygénées (décelable dès la 1ère campagne) induisant un relargage de phosphore et d'ammonium dans les eaux sur la période estivale. Les conditions climatiques régionales rudes peuvent contribuer à limiter les capacités d'assimilation du système, mais la qualité médiocre des sédiments (contamination par de nombreux HAP) peut également être un facteur explicatif (Cf. annexe 5).

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

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

L'évaluation DCE rejoint le constat de la diagnose rapide puisqu'elle classe le lac en **état écologique moyen** sur la base des résultats obtenus en 2009 (Cf annexe 4).

Il est classé en **bon état chimique** (Cf. Annexe 5) puisque aucune des substances prises en compte pour évaluer l'état chimique ne dépasse les normes de qualité environnementales. Cette évaluation ne prend actuellement en compte que le compartiment eau et ne reflète donc pas la médiocre qualité du compartiment sédiment.

D'après l'étude hydromorphologique réalisée sur le lac de Remoray, l'altération du milieu est modérée : le lac et ses rives subissent quelques pressions localisées. La qualité des habitats apparaît moyenne sur le plan d'eau. Le milieu présente pourtant une diversité importante de milieux avec des zones humides sur 85% des rives du lac. La zone littorale est intéressante et entièrement colonisée par les macrophytes. Les substrats sont colmatés par des dépôts de matières organiques sur une grande partie du lac.

L'étude de la végétation aquatique a montré que le recouvrement global de macrophytes sur le lac de Remoray est élevé, estimé à environ 30 à 40%. Le lac abrite une grande diversité d'espèces, avec un développement bien marqué de ceintures végétales et de beaux herbiers aquatiques. Quelques algues vertes filamenteuses et quelques cyanobactéries benthiques sont présentes à proximité de la plage du lac. Elles traduisent l'influence de l'activité humaine et notamment de la baignade sur le lac et d'éventuels apports localisés. Aucune espèce végétale invasive ou protégée n'a été observée sur le lac. Cependant plusieurs espèces rares ont été observées. Les espèces recensées sur le lac de Remoray traduisent un niveau de trophie moyen.

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

### Suivi piscicole

Le suivi piscicole a été réalisé par l'ONEMA en 2009.

Au vu des résultats, le peuplement piscicole du lac de Remoray apparaît plutôt stable par rapport aux années antérieures, et cohérent. Les rendements numériques et pondéraux sont moyens et en légère régression par rapport à 1991 et 2003. La population de corégone apparaît particulièrement touchée et régresse de façon constante depuis les années 1979. Une hypothèse explicative peut être la capacité d'accueil réduite du lac depuis plus d'une vingtaine d'années en raison d'une désoxygénation de l'hypolimnion qui limite le volume que peut occuper le corégone.

Le niveau connu des nutriments (N et P) ne semble pas pouvoir expliquer à lui seul le « dysfonctionnement » du lac et les rendements moyens constatés ne peuvent être reliés à ces éléments pour toutes les espèces. L'altération de la qualité des sédiments lacustres peut constituer un des facteurs explicatifs de cette situation.

### **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 oeuvre 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 (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<sup>1</sup>

$I_C = 16 + 41,89 \times \log_{10}(X+0,5)$  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 intégré<sup>2</sup>.

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 mg/m<sup>3</sup>/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**.

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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. 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 ( $Q_i$ ) 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 ( $A_j$ ).

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

Avec les valeurs suivantes pour  $Q_i$  et  $A_j$  :

Groupes algaux	$Q_i$
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	$A_j$
0 à $\leq$ 10	0
10 à $\leq$ 30	1
30 à $\leq$ 50	2
50 à $\leq$ 70	3
70 à $\leq$ 90	4
90 à $\leq$ 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 m<sup>2</sup>.

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 détermination de l'indice IMOL.

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	<b>Léman (1963)</b>
	- Gastéropodes absents, Bivalves seuls présents	7	<b>Bourget (1940)</b> , Longemer (1977), Grand Maclu (1983), Chalain (1984),
Absence de mollusques en $Z_1$			
$Z_2 = -10 \text{ m}$ (20 m) <sup>(2)</sup>	- Deux genres ou plus de deux genres de Gastéropodes présents	6	<b>Lac Léman (1987)</b> , Saint-Point (1978) Grand Clairvaux (1982), Laffrey (1989).
	- Un seul genre de Gastéropode présent	5	<b>Le Bourget (1988)</b> , Rémoray (1978 et 1989), Les Rousses (1980).
	- Gastéropodes absents, pisdies présentes <sup>(1)</sup>	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) <sup>(2)</sup>	- Deux genres ou plus de deux genres de Gastéropodes présents	3	<i>Petit Maclu (1983)</i> , <i>Antre (1984)</i> , <i>Petit Etival (1985)</i> .
	- Un seul genre de Gastéropode présent	2	<i>Grand Etival (1985)</i>
	- Gastéropodes absents, pisdies présentes <sup>(1)</sup>	1	Illy (1984), Narlay (1984), Aydat (1985), Bonlieu (1985), Nantua (1988), Sylans (1988), Petitchet (1989), <i>Lamoura (1988)</i> , <i>Pierre-Chatel (1989)</i>
	- Absence de mollusques	0	Lac des Corbeaux (1984), Lac Vert (1985), <i>Lispach (1984)</i> ,

(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 <sup>1</sup>					
	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

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

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

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

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

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

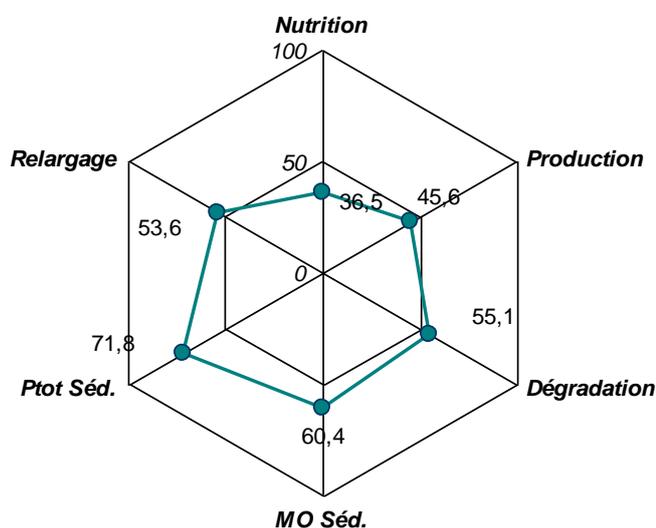
La liste des 41 substances prises en compte dans l'état chimique figure dans l'annexe 8 de l'arrêté du 25 janvier 2010, avec les NQE à respecter en valeur moyenne et en concentration maximale admissible.

## Annexe 3 : Résultats de la diagnose rapide

### Les indices fonctionnels physico-chimiques

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

**Graphique en radar des indices fonctionnels du Lac de Rémoray Suivi 2009**

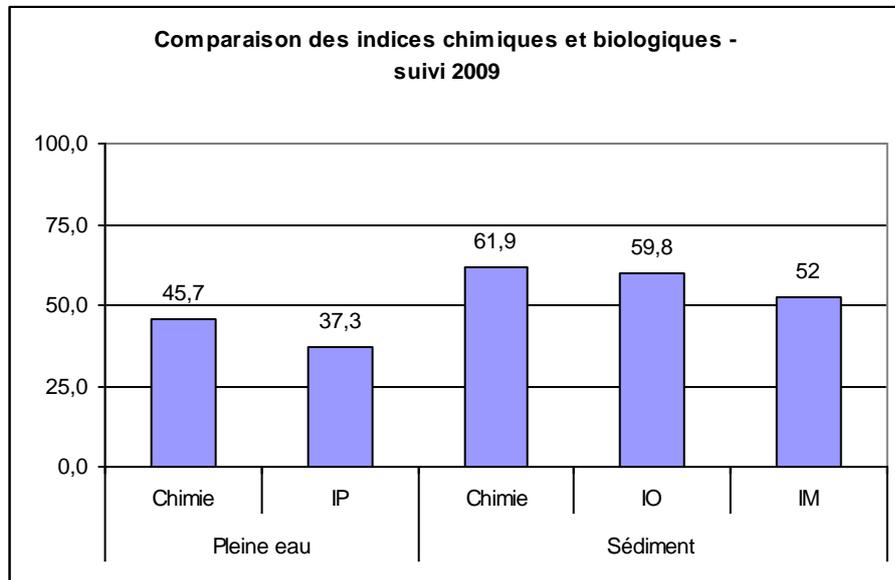


Les résultats obtenus pour les différents indices témoignent d'un lac de **type méso-eutrophe**.

Le tracé est dissymétrique. L'indice nutrition est cependant probablement sous-évalué, la première campagne ayant été réalisée alors que l'activité biologique avait déjà démarré. De même, la valeur de l'indice production, qui ne prend en compte que la production primaire est sans doute biaisée du fait de l'importance du recouvrement en macrophyte sur le plan d'eau. L'indice dégradation montre une demande importante en oxygène pour dégrader la matière organique, aboutissant à une désoxygénation des couches profondes (cf. annexe 6).

Les indices Ptot séd et MO séd affichent les valeurs les plus élevées témoins de l'importance de la charge interne en phosphore et de l'accumulation de matières organiques dans les sédiments. L'indice relargage, avec une valeur proche de 55, reflète l'importance du processus de relargage de phosphore et d'ammonium dans les eaux sur la période estivale.

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



*IP : Indice Planctonique*

*IO : Indice Oligochètes*

*IM : Indice Mollusques*

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

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

L'Indice Planctonique et l'indice physico-chimie de l'eau révèlent un milieu mésotrophe où les flux de matières sont modérés et pourraient être assimilés par la masse d'eau. Le peuplement algal est assez équilibré, la présence de cyanobactéries en été témoigne tout de même d'un enrichissement du milieu.

Les indices du sédiment sont plus défavorables et révèlent un milieu eutrophe. L'indice IOBL donne un potentiel métabolique assez faible du fait de l'absence d'oligochètes au niveau du point de plus grande profondeur. Les mollusques sont également absents de la zone la plus profonde du fait de la désoxygénation des eaux du fond et de la richesse en matière organique du milieu. L'altération de la qualité des sédiments (quantification de nombreux HAP en concentrations parfois assez élevées – Cf. annexe 5) pourrait également être un facteur explicatif de la faible qualité biologique du compartiment sédiment.

L'ensemble des indices témoigne globalement d'un milieu **méso-eutrophe**.

## Lac de Rémoray

Suivi 2009

### 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
2009	0,008	32,0	0,5<x<1,5	24<x<58	36,5

	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
2009	3,4	46,7	4,0<x<4,6	43,4<x<45,6	45,6

	Conso journalière en O2 (mg/m <sup>3</sup> /j)	INDICE DEGRADATION
2009	39,5	55,1

entre campagnes C1 et C4

	perte au feu (% MS)	<i>indice Perte au feu séd = INDICE stockage MO du séd</i>
2009	13,8	60,4

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

	Ptot séd (mg/kg MS)	<i>indice Ptot séd = INDICE stockage des minéraux du séd</i>
2009	2110	71,8

	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
2009	1,32	67,0	3,50	40,2	53,6

#### Les indices biologiques

	<i>Indice planctonique IPL</i>	Oligochètes IOBL global	<i>Indice Oligochètes IO</i>	Mollusques IMOL	<i>Indice Mollusques IM</i>
2009	37,3	5,6: PM* faible	59,8	4	52,2

\* : Potentiel Métabolique

IPL : calculé à partir du biovolume

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

## 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 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	Eléments de qualité hydromorphologiques	Etat écologique	Niveau de confiance
			Biologiques	Physico-chimiques généraux				
Remoray	FRDL13	MEN*	B	MOY	B	Non déterminé	MOY	2/3

\* MEN : masse d'eau naturelle.

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

Concernant les polluants spécifiques de l'état écologique, les métaux arsenic, cuivre et zinc ont été quantifiés lors du suivi annuel. Les concentrations observées respectent les normes de qualité environnementale (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-chimique généraux.

Nom ME	Code ME	Type	Paramètres biologiques		Paramètres Physico-chimiques généraux			
			Chlo-a	IPL	Nmin max	PO43- max	Ptot. Max	Transp.
Remoray	FRDL13	MEN*	3,33	37,3	0,45<x<0,49	0,006	0,015	3,4

La chlorophylle *a* comme l'indice planctonique indiquent une eau de bonne qualité biologique. Concernant la qualité physico-chimique, deux paramètres déclassent le plan d'eau en état moyen (azote minéral et transparence). Le lac de Remoray est donc classé en **état écologique moyen**. La valeur obtenue pour l'indice transparence est cependant proche de la limite de classe bon/moyen (3.5 m), faisant alors passer le plan d'eau en bon état écologique.

**Chlo-a** : concentration moyenne estivale en chlorophylle-a dans la zone euphotique ( $\mu\text{g/L}$ ).

**IPL** : Indice Planctonique, repris de la diagnose rapide.

**Nmin max** : concentration maximale en azote minéral ( $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$ ) ( $\text{mg/L}$ ).

**PO43- max** : concentration maximale en phosphate dans la zone euphotique ( $\text{mg P/L}$ ).

**Ptot. Max** : concentration maximale en phosphore dans la zone euphotique ( $\text{mg/L}$ ).

**Transp.** : transparence (m), moyenne estivale

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

Nom ME	Code ME	Type	Paramètres complémentaires		
			<i>biologiques</i>		<i>physico-chimiques généraux</i>
			IMOL	IOBL	Déficit O2
Remoray	FRDL13	MEN*	4	5,6	84,0

Les résultats des paramètres complémentaires montrent un état médiocre du plan d'eau : ils expriment les problèmes de métabolisme des sédiments à travers l'anoxie des eaux du fond du plan d'eau et la forte charge en matière organique.

**IMOL** : Indice Mollusque

**IOBL** : Indice Oligochètes de Bioindication Lacustre

**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 :  $D = (O_2(s) - O_2(f)) / O_2(s)$ , où  $O_2(s)$  est la valeur moyenne en oxygène dissous dans les 3-4 premiers mètres et,  $O_2(f)$  la valeur moyenne en oxygène dissous dans les 3-4 derniers mètres.

La valeur finale est obtenue en faisant la moyenne des 3 déficits calculés.

## Annexe 5 : Etat chimique au sens de la DCE

---

### Classes d'état chimique

	Bon
	Mauvais

	Etat chimique
Remoray	Bon

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

Parmi les 41 substances de l'état chimique, trois substances ont été quantifiées :

- Un métal : le nickel. Les valeurs mesurées sont restées bien inférieures à la NQE définie pour ces paramètres ;
- Un phtalate, utilisé pour assouplir les matières plastiques : le DEHP. Il a été quantifié à une seule reprise en une concentration de 2 µg/l. Cette valeur a été qualifiée d'incorrecte lors de la validation annuelle des résultats, une contamination lors de la chaîne de prélèvement étant privilégiée ;
- Un composé organo-halogéné volatil (OHV) : le dichlorométhane. Il a été quantifié une seule fois sur l'échantillon de fond de la campagne de septembre en une concentration élevée de 29 µg/l. Cette valeur a été qualifiée de douteuse lors de la validation annuelle des résultats, une contamination lors de la chaîne de prélèvement et/ou d'analyse étant privilégiée.

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

---

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

#### Les pesticides quantifiés :

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

Seul le formaldéhyde a été quantifié presque systématiquement sur tous les échantillons (7 échantillons sur les 8 prélevés) en des concentrations variant de 2 à 22 µg/l. Cette substance peut, sous certaines conditions physico-chimiques, être produite naturellement : anoxie du milieu, richesse en matière organique. Les valeurs obtenues sur ce plan d'eau ont été qualifiées de correctes lors de la validation annuelle des résultats, les conditions étant réunies pour rendre plausibles ces quantifications en dehors de toute contamination des échantillons.

#### Les micropolluants quantifiés (hors pesticides) :

En complément des substances quantifiées déjà citées (substances de l'état chimique et polluants spécifiques de l'état écologique), 14 autres paramètres ont été quantifiés :

- Neuf métaux : baryum, fer, manganèse, titane, uranium, vanadium (tous systématiquement quantifiés à chaque campagne sur l'échantillon de fond et/ou sur l'intégré de la zone euphotique), aluminium, bore et cobalt (plus rarement quantifiés sur l'année) ;
- Quatre dérivés du benzène (BTEX) : le toluène et trois formes du xylène. Le toluène a été quantifié à 5 reprises, en des concentrations variant de 0.2 à 0.4 µg/l. Ces valeurs ont été qualifiées de douteuses lors de la validation annuelle des résultats, une contamination via la chaîne de prélèvement (moteur thermique) étant privilégiée ;
- Un organoétain : le dioctylétain, quantifié une seule fois sur l'année sur l'échantillon intégré de la campagne d'avril à 0.015 µg/l.

### **Les micropolluants quantifiés dans les sédiments :**

Sur les 188 substances recherchées sur le sédiment, 36 ont été quantifiées. Il s'agit principalement de métaux (23 substances) et de HAP (12 substances). Le DEHP a également été quantifié en concentration relativement faible (234 µg/kg de Matière Sèche - MS) au regard de l'ensemble des résultats acquis sur les plans d'eau du bassin.

Les concentrations observées en métaux n'ont pas révélées de teneurs excessives dans les sédiments.

De nombreux HAP ont été quantifiés dont les deux tiers affichent des concentrations supérieures aux moyennes calculées pour ces différents éléments sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse (à partir des résultats obtenus sur la soixantaine de plans d'eau suivis sur la période 2007-2009).

Parmi les plus fortes valeurs observées, on peut citer le benzo(a)pyrène quantifié à 583 µg/kg MS et le fluoranthène (625 µg/kg MS).

## **Annexe 6 : Eléments complémentaires d'interprétation**

---

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

Le lac de Rémoray est un lac naturel d'origine glaciaire et tectonique. Distant d'une vingtaine de kilomètres de la ville de Pontarlier, dans le département du Doubs, il est situé dans la partie occidentale de la chaîne du Jura interne, à 850 m d'altitude. Ce secteur jurassien est caractérisé par des étés humides, avec de fréquents orages. Il est très arrosé et enneigé, et son climat est rude en hiver. Le lac est dimictique : la surface du plan d'eau est gelée en période hivernale (de décembre jusqu'à mars en moyenne). Inséré dans un site confiné, le lac de Rémoray gèle plus tôt et plus longtemps que son voisin le lac de Saint-Point (lac également étudié en 2009 dans le cadre du RCS).

Le plan d'eau est de dimension réduite avec 70 ha pour un volume de 9 millions de m<sup>3</sup>. La profondeur maximale qui a été mesurée en 2009 est de 28 m et le niveau d'eau varie de moins de 0,5 m sur l'année. Orienté SO-NE, le lac s'étend sur 1,5 km environ. Il reçoit les eaux de la *Drésine* et du *Lhaut*. Il a pour émissaire la *Taverne* qui se jette, peu après sa sortie du lac, dans le Doubs, qui lui-même alimente le lac de Saint-Point. Le temps de séjour du lac est de 105 jours en moyenne.

Il faut avant tout noter que le lac de Rémoray est protégé par le statut de Réserve Naturelle. Il est géré par l'association des amis de la réserve de Rémoray. Il est possible de pêcher depuis la berge ou une embarcation non motorisée (nombre d'embarcations limité). La baignade est également autorisée.

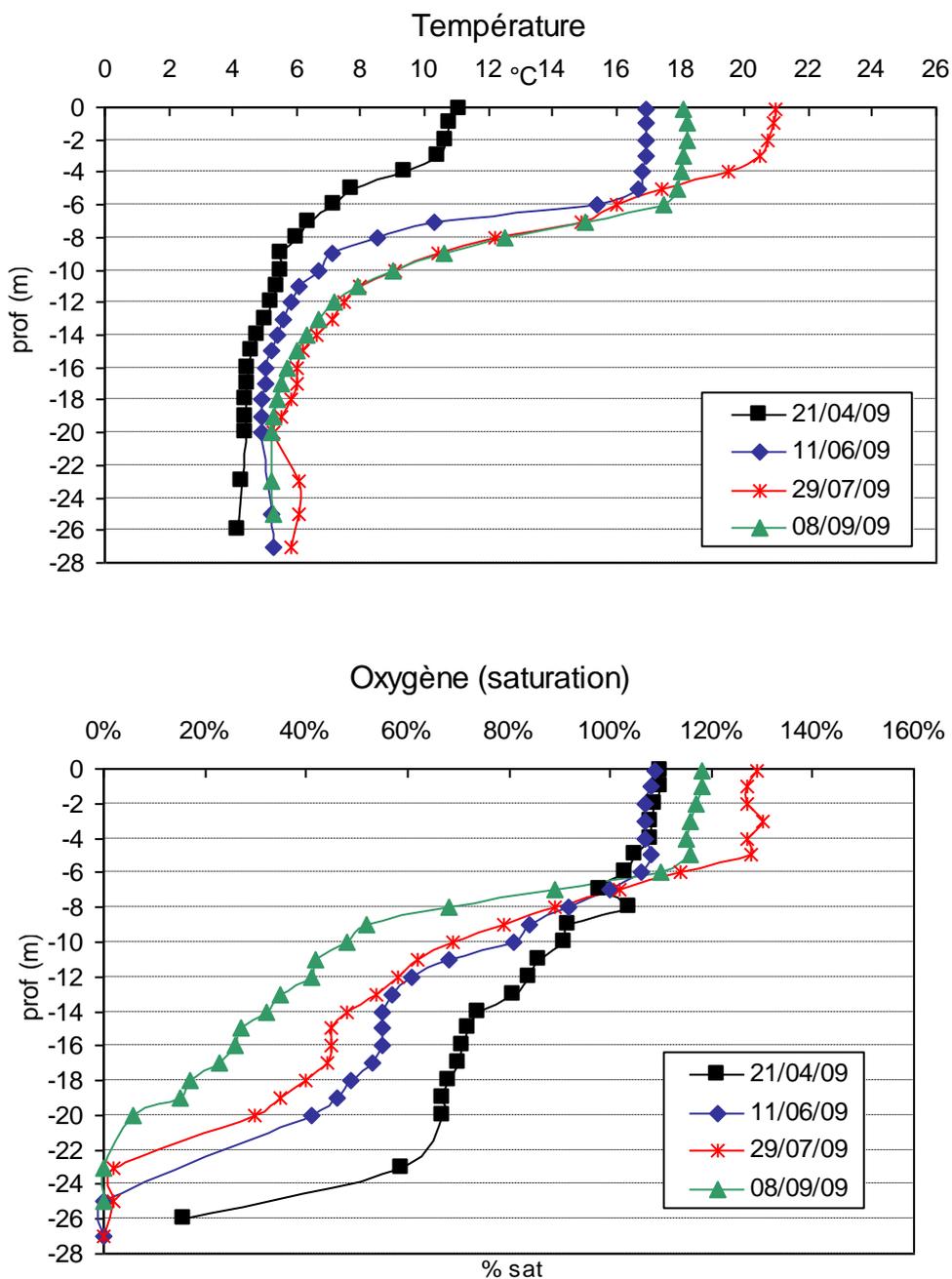
Les conditions météorologiques ont été froides et bien arrosées (pluie et neige) sur l'hiver 2009. Au mois d'avril, les températures ont été douces et le temps ensoleillé. Ce radoucissement a accéléré le dégel des lacs et généré un réchauffement rapide des couches de surface. La 1<sup>ère</sup> campagne a eu lieu fin avril alors que l'activité biologique avait déjà commencé en raison de ce rapide radoucissement. On observe ainsi, dès le 21 avril, une stratification thermique marquée et une désoxygénation partielle des couches profondes. Pour les trois campagnes suivantes, la période d'intervention correspond aux objectifs fixés par la méthodologie.

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

Le suivi a également porté sur le peuplement macrophytique (application du protocole Cemagref) et l'hydromorphologie du plan d'eau (à partir du Lake Habitat Survey). La synthèse des données acquises est fournie dans la suite de ce document. A noter que les indices DCE pour le suivi de ces deux 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 :

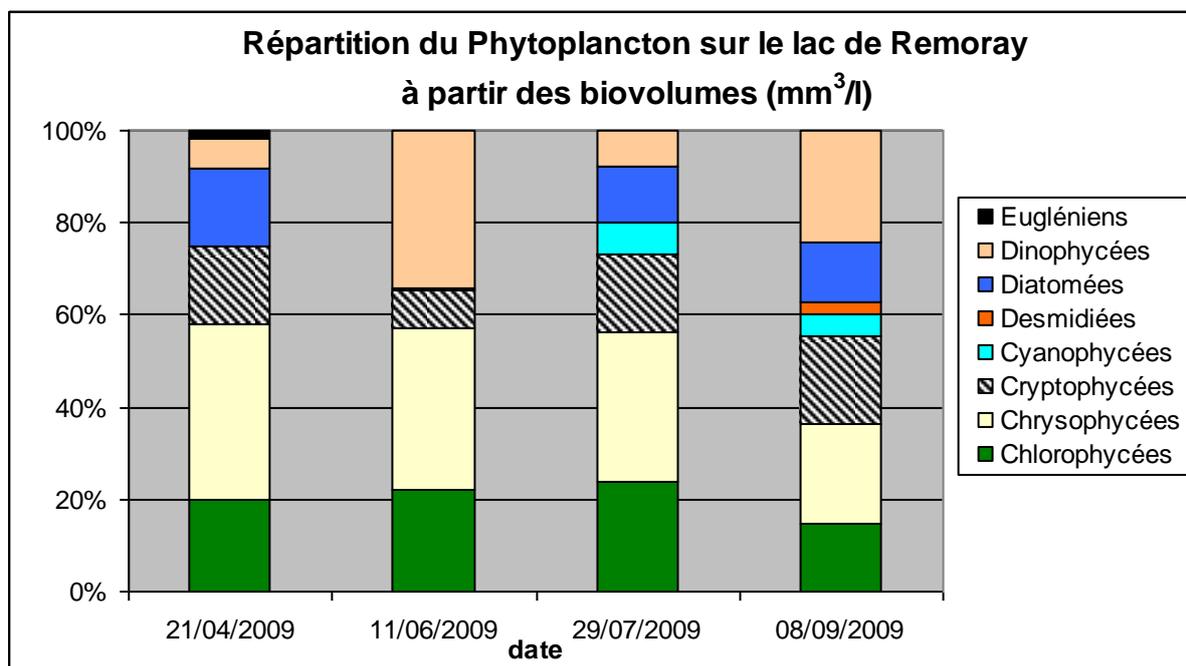


La stratification thermique est bien marquée sur le lac de Remoray. Dès la 1<sup>ère</sup> campagne, on observe un réchauffement des eaux de surface sur les 4 premiers mètres et une stratification déjà installée. Le réchauffement s'amplifie sur les campagnes 2 et 3 pour atteindre 21°C en juillet, avec une thermocline épaisse, établie entre 4 et 16 m. Les eaux du fond se maintiennent entre 5 et 7°C lors des 4 campagnes.

La désoxygénation débute dès la campagne printanière à partir de -8 m, avec des eaux de fond à 20% de saturation en oxygène. Il est possible que le brassage de printemps n'ait pas été complet : les eaux du fond du lac ne semblent pas avoir été mélangées et réoxygénées début avril. Cette désoxygénation des couches profondes s'accroît lors des campagnes suivantes avec une anoxie complète qui concerne les 5 derniers mètres. Dans l'épilimnion, l'activité photosynthétique génère une sursaturation en oxygène plus ou moins marquée (de 110 à 130 %) sur l'ensemble des campagnes. Elle confirme en particulier le développement du phytoplancton dès la 1<sup>ère</sup> campagne.

### 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) lors des quatre campagnes.



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

Lac de Rémoray	21/04/2009	11/06/2009	29/07/2009	08/09/2009
<b>Total (nombre de cellules/ml)</b>	1929	2431	13951	4066

Le peuplement phytoplanctonique sur le lac de Rémoray est globalement peu abondant, excepté en 3<sup>ème</sup> campagne. Le biovolume est comprise entre 0,4 et 1,1 mm<sup>3</sup>/l sur les 4 campagnes.

Le peuplement phytoplanctonique sur toute la saison est réparti assez équitablement entre Chrysophycées, Chlorophycées, Diatomées et Cryptophycées. En fin d'hiver, les algues sont dominées par les Chrysophycées (*Erkenia subaequiciliata*) qui se maintiennent sur les 3 premières campagnes. Le reste du peuplement est assez équitablement réparti entre Chlorophycées, Cryptophycées (*Rhodomonas minuta*) et Diatomées. Lors de la 2<sup>ème</sup> campagne, les peu nombreuses mais imposantes Dinophycées prennent la dominance (en biovolume) aux côtés des Chrysophycées (*Dinobryon divergens*). En campagne 3, les Cyanobactéries font leur apparition, avec de nombreuses colonies d'*Aphanocapsa delicatissima* et d'*Aphanothece clathrata*. Peu représentées en termes de volume, elles constituent plus de 85% de l'abondance phytoplanctonique en 3<sup>ème</sup> campagne. L'abondance est réduite en campagne 4 et bien répartie entre les différents groupes.

Globalement, la production algale indique un milieu moyennement eutrophisé, mais les successions observées sont plutôt rencontrées dans des conditions eutrophes. (Indice Phytoplanctonique IPL : 37,3 à partir des biovolumes, il est de 54 si l'on considère l'abondance cellulaire).

### Les Macrophytes :

Le recouvrement global de macrophytes sur le lac de Remoray est élevé et estimé à environ 30 à 40%. Le lac abrite une bonne diversité d'espèces, avec un développement bien marqué de ceintures végétales et de beaux herbiers aquatiques.

Parmi les hydrophytes observés, les formations à *Chara* sont des communautés pionnières mésotrophes plus ou moins sensibles, selon les espèces, aux concentrations en nutriments et particulièrement aux phosphates. Les espèces *Chara hispida* et *Chara strigosa* forme *jurensis* sont ici bien présentes et traduisent le caractère mésotrophe carbonaté du lac. Les herbiers de potamot et

notamment de *Potamogeton friesii* et *Potamogeton x zizi* traduisent également ce caractère mésotrophe.

Les groupements de tourbières observés sur les berges sont quand à eux à caractère plus oligotrophe. Les tapis de nénuphar blanc et jaune sont également bien développés. Ils sont sensibles à l'eutrophisation et aux variations de niveau d'eau.

Quelques algues vertes filamenteuses et quelques cyanobactéries benthiques sont présentes à proximité de la plage du lac. Elles traduisent l'influence de l'activité humaine et notamment de la baignade sur le lac et d'éventuels apports localisés.

En conclusion, le lac de Remoray abrite de très belles ceintures de végétation constituant une zonation typique de ces **lacs mésotrophes carbonatés** encore bien conservés avec une magnocariçaie<sup>3</sup> comme zone tampon, des roselières à Scirpe lacustre et Roseau commun, des nupharaies et des herbiers de potamots et de characées.

Aucune espèce végétale invasive ou protégée n'a été observée sur le lac. Cependant plusieurs espèces rares ont été observées : *Potamogeton friesii*, *Potamogeton x zizii* déterminantes Znieff en Franche-Comté et *Chara strigosa* forme *jurensis*, endémique du massif jurassien. On note également la présence d'*Elodea canadensis*, espèce anciennement considérée comme invasive mais qui est aujourd'hui intégrée dans les écosystèmes.

### L'Hydromorphologie :

Le lac de Remoray est un lac naturel d'origine glaciaire d'une superficie de 70 ha. La reconnaissance hydromorphologique a été réalisée le 29 juillet 2009 en même temps que la campagne physicochimique estivale et l'étude des macrophytes.

La méthode utilisée est le *Lake Habitat Survey* (LHS). Elle aboutit au calcul de deux indices :

- ✓ LHMS : évaluation de l'altération du milieu (plus la note de l'indice est élevée, plus le milieu présente des signes d'altérations : altération des conditions hydromorphologiques du plans d'eau, altérations liées aux usages du plan d'eau, développement d'espèces invasives) ;
- ✓ LHQA : évaluation de la qualité des habitats du lac (plus la note de l'indice est élevée, plus le plan d'eau présente des caractéristiques naturelles et une diversité d'habitats).

Le lac de Rémoray présente des rives majoritairement naturelles constituées d'habitats humides (roselières, bois humide, tourbière, ...) pour plus de 85% du périmètre, et quelques zones artificialisées regroupées à l'Est du lac (plage aménagée, chemin, jardins...).

La grève et les berges ne sont pas modifiées. Par contre, le lac et ses rives subissent différentes pressions liées aux usages qui en sont faits : loisirs aquatiques (plage, aire de jeux) et pêche (navigation non motorisée). La note du LHMS indique une altération assez modérée du milieu (24/42).

La qualité des habitats apparaît moyenne (LHQA = 60/112) sur le plan d'eau. Le milieu présente pourtant une diversité importante de milieux avec des zones humides sur 85% des rives du lac. La zone littorale est intéressante et entièrement colonisée par les macrophytes. Les substrats sont cependant colmatés par des dépôts de matières organiques sur une grande partie du lac.

LHMS		LHQA	
<b>Score LHMS</b>	<b>24 /42</b>	<b>Score LHQA</b>	<b>60 /112</b>
Modification de la grève	0 /8	Berges	9 /20
Usage intensif de la grève	6 /8	Plage/grève	10 /24
Pressions sur le lac	6 /8	Zone littorale	21 /32
Hydrologie (ouvrage)	6 /8	Lac	20 /36
Transport solide	6 /6		
Espèces exotiques	0 /4		

<sup>3</sup> Les magnocariçaies sont des formations végétales de Grandes laïches (*Carex*) soit de forme cespiteuse (laïches en touradons), soit plutôt gazonnantes (aspect de prairies à hautes herbes).

## Annexe 7 : Résultats du suivi piscicole



### Fiche synthétique Etat du peuplement piscicole

Protocole CEN 14757

Plan d'eau : **Remoray**

Réseau : **DCE surveillance**

Superficie : **70 Ha**

Zmax : **30 m**

Date échantillonnage : **du 21 au 24/07/09**

Opérateur : **ONEMA (DR9, SD25 et SD39)**

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

nb filets pélagiques : **10 (1650 m2)**

### Composition et structure du peuplement :

Espèce Code	Résultats bruts		Pourcentages		Rendements surfaciques	
	effectifs ind	Biomasse gr	numériques %	Pondéraux %	numériques ind/1000 m <sup>2</sup> filet	Pondéraux gr/1000 m <sup>2</sup> filet
<b>BRO</b>	3	1520	0,32	2,67	0,97	491,91
<b>CHE</b>	1	1650	0,11	2,89	0,32	533,98
<b>COR</b>	28	14386	2,99	25,22	9,06	4655,66
<b>GAR</b>	399	9634	42,49	16,89	129,13	3117,8
<b>PER</b>	470	11407	50,05	20	152,1	3691,42
<b>ROT</b>	33	14276	3,51	25,03	10,68	4620,06
<b>TAN</b>	2	4030	0,21	7,07	0,65	1304,21
<b>VAN</b>	3	133	0,32	0,23	0,97	43,04
<b>Total</b>	<b>939</b>	<b>57036</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>303,88</b>	<b>18458,08</b>

*BRO : brochet / CHE : chevaine / COR : corégone / GAR : gardon / GOU : goujon / PER : perche /  
ROT : rotengle / TAN : tanche / TRL : truite de lac*

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

En 2009, le peuplement du lac de Remoray est composé de **8** espèces. L'échantillon est dominé par le duo gardon-perche au niveau de l'abondance numérique, ce duo représentant 92,5% des effectifs. Sur le plan pondéral, le rotengle et le corégone dominant (50% de la biomasse) et sont complétés par le précédent duo. L'échantillon récolté apparaît plutôt complet malgré l'absence de la truite de lac. Comparativement aux années antérieures (1979, 1991, 2003), les espèces contactées sont identiques et le peuplement est complété en 2009 par la vandoise observées en 1979 sur le lac Saint-Point et absente depuis.

Globalement, les rendements de pêche observés sur le lac sont similaires sur le plan numérique et en régression sur le plan pondéral par rapport aux années précédentes, années où des échantillonnages ont été effectués. L'augmentation du rendement numérique est due à une nette progression de la population de gardon tandis qu'il convient de noter la régression régulière du corégone depuis 1979. Sur le plan pondéral, les rendements régressent passant de 26,1 kg/1000m<sup>2</sup> de filet en 1991 et 2003 à 18,5 kg/1000m<sup>2</sup> de filet en 2009. Cette régression est principalement marquée au niveau du corégone. Il convient cependant de rester vigilant sur la comparaison de ces rendements au vu des différences de protocoles d'échantillonnage utilisés. Toutefois, ces comparaisons révèlent une tendance évolutive des principales populations. Ainsi, le peuplement du lac de Remoray présente une évolution témoignant

d'une possible altération du milieu aquatique avec une régression nette et continue du corégone depuis 1979.

En comparaison par rapport à d'autres valeurs observées en application du même protocole d'échantillonnage sur d'autres lacs naturels de l'arc jurassien, ces rendements obtenus sur le lac de Remoray s'avèrent être plutôt moyens, en deça des rendements observés sur les lacs des Rousses, de l'Abbaye et de Saint-Point.

### **Distribution spatiale des captures :**

La distribution verticale des espèces sur le lac de Remoray pour la période d'échantillonnage montre une quasi absence d'individus sur les 10 derniers mètres de profondeur. Cette répartition est à relier aux conditions d'oxygénation avec une zone profonde du lac complètement désoxygénée. Les corégones occupent l'ensemble de la colonne d'eau jusqu'à 24 mètres en zone pélagique. En zone benthique, les individus se répartissent jusqu'au niveau de la strate 12 – 19,9 mètres.

La plus forte densité d'individus toutes espèces confondues s'observe au niveau des strates 0 – 6 mètres et est due à la présence de façon majoritaire des gardons et des perches. Ceci s'explique par la présence d'habitats propices à ces espèces à caractère phytophile.

D'une façon générale, la distribution verticale apparaît cohérente avec la physico-chimie du plan d'eau et plus particulièrement avec l'oxygénation de l'hypolimnion. Cette distribution se révèle être similaire aux années antérieures (1991 et 2003). Ainsi, depuis les années 1990, le lac de Remoray montre un niveau de fonctionnement stagnant à un niveau dysfonctionnel.

Strates	Benthiques							Pélagiques					
	BRO	CHE	COR	GAR	PER	ROT	TAN	VAN	Strates	COR	GAR	PER	ROT
0-2,9		1		138	103	31	1	3	0-6		55	7	1
3-5,9	2			199	287	1			6-12	6			
6-11,9	1		10	7	68		1		12-18	2			
12-19,9			4		5				18-24	5			
20-30									24-30	1			
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>14</b>	<b>344</b>	<b>463</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>55</b>	<b>7</b>	<b>1</b>

*BRO : brochet / CHE : chevaine / COR : corégone / GAR : gardon / GOU : goujon / PER : perche / ROT : rotengle / TAN : tanche / TRL : truite de lac*

**Tab. 2 :** distribution spatiale des captures observées en 2009 sur le lac de Remoray (effectifs bruts)

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

La population de corégone apparaît déséquilibrée avec un très faible nombre d'individus de taille inférieure à 300 mm. Ainsi, la fraie et/ou le recrutement semblent avoir été perturbés en 2008. Les individus adultes sont bien représentés et 4 à 5 classes de taille peuvent être recensées avec des individus de grande taille (supérieure à 500 mm). Comparativement à 2003, la structure de cette population s'avère relativement identique mais avec des densités numériques moindres.

Concernant la population de perches, elle est constituée en grande partie de juvéniles, les adultes semblent en sous abondance au niveau numérique. Ainsi, si la densité d'alevins et de juvéniles est relativement importante, comme dans de nombreux cas comparables, cette réussite de la reproduction et survie de fin d'automne ne se traduit pas par une densité forte de sujets plus âgés.

Le recrutement du gardon apparaît tout à fait correct avec une très forte densité de juvéniles. Les adultes restent bien représentés. Toutefois, par rapport à 2003, la cohorte des adultes apparaît moins déficitaire.

Concernant la population de rotengle, cette dernière est constituée majoritairement d'adultes et présente un problème de recrutement avec une très faible présence de juvéniles. La population apparaît de ce fait déséquilibrée en comparaison à 2003, année où la population était majoritairement constituée de juvéniles. Ainsi, comme sur le lac de Saint-Point, la fraie et/ou le recrutement de l'année 2008 ont été perturbés.

### Éléments de synthèse :

Au vu de ces résultats, le peuplement piscicole du lac de Remoray apparaît plutôt stable par rapport aux années antérieures, et cohérent. Les rendements numériques et pondéraux sont moyens et en légère régression par rapport à 1991 et 2003. La population de corégone apparaît particulièrement touchée et régresse de façon constante depuis les années 1979. Une hypothèse explicative peut être la capacité d'accueil réduite du lac depuis plus d'une vingtaine d'années en raison d'une désoxygénation de l'hypolimnion qui limite le volume que peut occuper le corégone.

**Le niveau connu des nutriments (N et P) ne semble pas pouvoir expliquer à lui seul le « dysfonctionnement » du lac et les rendements moyens constatés ne peuvent être reliés à ces éléments pour toutes les espèces. Il semblerait en effet opportun d'approfondir l'état fonctionnel d'autres compartiments tels que le sédiment lacustre.**

### Bibliographie :

CSP, Université de Franche-Comté et Téléos, 2005. Diagnose écologique du lac de Remoray et de ses affluents.

ONEMA – délégation interrégionale – 22, bd du Dr Jean Veillet – 21000 Dijon  
tel 03 80 60 98 20 – fax 03 80 60 98 21 – www.onema.fr