

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

Calacuccia

(2B : Haute-Corse)

Campagnes 2008



Méthodologie

Contenu des suivis

Le tableau suivant résume les différents éléments suivis par an et les fréquences d'intervention associées. Il s'agit du suivi qualitatif type mis en place sur les plans d'eau du programme de surveillance.

Les différents paramètres physico-chimiques analysés sur l'eau sont suivis lors de quatre campagnes calées aux différentes phases du cycle annuel de fonctionnement du plan d'eau, soit entre le mois de février et le mois d'octobre.

		Paramètres	Type de prélèvements/ Mesures	HIVER	PRINTEMPS	ETE	AUTOMNE
Sur EAU	Mesures in situ	O2 dis. (mg/l, %sat.), pH, COND (25°C), T°C, transparence secchi	Profils verticaux	X	X	X	X
	Physico-chimie classique	DBO5, PO4, Ptot, NH4, NKJ, NO3, NO2, COT, COD, MEST, Turbidité, Si dissoute	Prélèvement intégré et prélèvement ponctuel de fond	X	X	X	X
	Substances prioritaires, autres substances et pesticides	Micropolluants*	Prélèvement intégré et prélèvement ponctuel de fond	X	X	X	X
	Pigments chlorophylliens	Chlorophylle a + phéopigments	Prélèvement intégré	X	X	X	X
	Minéralisation	Ca ²⁺ , Na ⁺ , Mg ²⁺ , K ⁺ , dureté, TA, TAC, SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , HCO ₃ ⁻	Prélèvement intégré	X			
Sur SEDIMENTS	Eau interstitielle : Physico-chimie		PO4, Ptot, NH4				
	Phase solide (<2mm)	Physico-chimie	Corg., Ptot, NKJ, Granulométrie, perte au feu	Prélèvement ponctuel au point de plus grande profondeur			X
		Substances prioritaires, autres substances et pesticides	Micropolluants*				
HYDROBIOLOGIE et HYDROMORPHOLOGIE		Phytoplancton	Prélèvement intégré (Cemagref/Utermöhl)	X	X	X	X
		Oligochètes	IOBL				X
		Mollusques	IMOL				X
		Macrophytes	Protocole Cemagref (nov.2007)			X	
		Hydromorphologie	A partir du Lake Habitat Survey (LHS)			X	
		Suivi piscicole	Protocole CEN (en charge de l'ONEMA)			X	

* : se référer à l'annexe 5 de la circulaire DCE 2006/16, analyses à réaliser sur les paramètres pertinents à suivre sur le support concerné

Outils d'interprétation (détails en annexe 2)

L'interprétation des résultats a été réalisée selon deux approches complémentaires s'appuyant d'une part sur une méthode largement utilisée pour évaluer le niveau trophique des plans d'eau (Diagnose rapide) et sur l'Arrêté du 25 janvier 2010 permettant de qualifier les masses d'eau en terme d'état selon la DCE.

Diagnose rapide

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

Etat écologique et état chimique au sens de la DCE

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

Caractéristiques du plan d'eau

Nom : **Calacuccia**

Code lac : **Y7005003**

Masse d'eau : **FREL 133**

Département : **2B (Haute-Corse)**

Région : **Corse**

Origine : **Anthropique** (Masse d'Eau Fortement Modifiée : MEFM)

Typologie : **A10 = retenue de moyenne montagne méditerranéenne sur socle cristallin profonde**

Altitude (NGF) : **792**

Superficie (ha) : **130**

Volume (hm³) : **25.3**

Profondeur maximum (m) : **68**

Temps de séjour (j) : **60**

Tributaire(s) : **le Golo (principal), apports possibles par une prise d'eau sur le Tavignano**

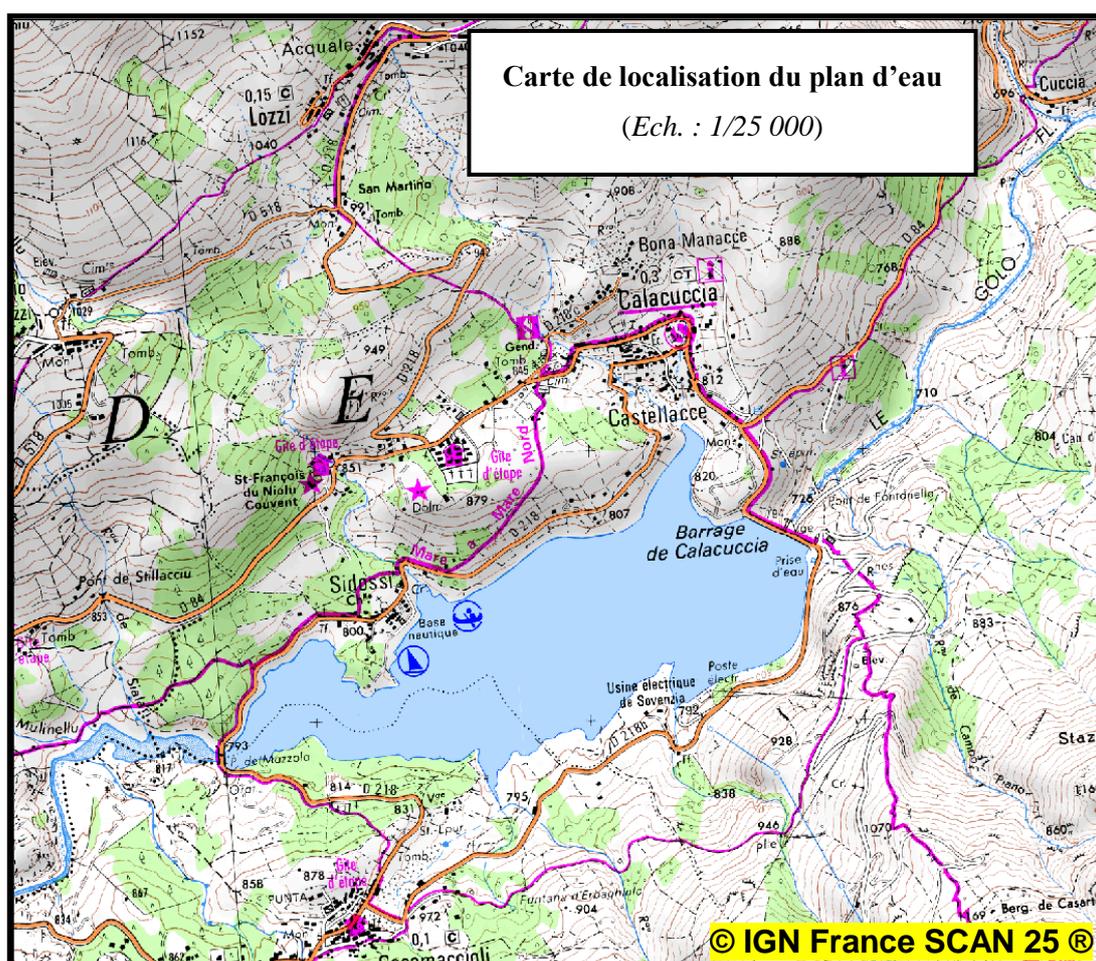
Exutoire(s) : **le Golo**

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

Période/Année de suivi : **2008**

Objectif de bon potentiel : **2015**

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



Résultats - Interprétation

La retenue de Calacuccia se situe en Haute-Corse sur la commune de Calacuccia. Le barrage sur le Golo a été créé en 1968. L'ouvrage à voûtes multiples et contreforts en béton armé atteint 74 m de hauteur.

Le plan d'eau est à la cote moyenne de 792 m NGF. Le Golo prend sa source à 2000 m d'altitude environ sur les pentes du *Capu Tafunatu*. Il s'écoule en direction du sud puis remonte vers le nord-est où il reçoit de nombreux affluents permanents ou temporaires. Au droit du barrage, le bassin versant atteint 127 km². Une dérivation des eaux du Tavignano complète l'alimentation du barrage, cette conduite se situe au droit de l'usine électrique de Sovenzia.

Ce barrage, géré par E.D.F., est destiné à la production d'hydroélectricité. Le marnage atteint plus de 20 m annuellement. La navigation motorisée est interdite sur le lac.

Diagnose rapide

La retenue de Calacuccia présente une qualité générale la classant dans la catégorie des **lacs méso-eutrophes**. Le compartiment sédiment paraît plus altéré (charge organique et minérale importante) et influe alors sur la qualité globale du plan d'eau.

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

Etat écologique et chimique au sens de la DCE

L'évaluation DCE classe la retenue de Calacuccia en **bon potentiel écologique** sur la base des résultats obtenus en 2008 (Cf annexe 4). Cette évaluation tient compte de la règle d'assouplissement qui permet sous certaines conditions de classer le plan d'eau en bon potentiel même si un paramètre constitutif d'un élément de qualité physico-chimique général est classé en état moyen : ce qui est le cas pour la retenue de Calacuccia avec le paramètre azote minéral maximal. Il convient également de noter que l'évaluation DCE ne prend en compte que l'aspect physico-chimique et micropolluant du compartiment eau et ignore actuellement cet aspect du compartiment sédiment.

Le plan d'eau 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.

Des éléments complémentaires ont également été suivis : macrophytes et hydromorphologie (Cf annexe 6).

Suivi piscicole

La retenue de Calacuccia, située sur le haut Golo, a été pêchée en 2010 par l'ONEMA (Cf. annexe 7).

Elle présente un peuplement atypique, avec le développement récent du rotengle et de *Pseudorasbora parva*, introduits de manière sauvage dans le plan d'eau. Ces deux espèces montrent des capacités d'adaptation importantes et, en l'absence d'une grosse pression de prédation, leurs abondances sont assez élevées, tant au plan numérique que pondéral.

Son caractère salmonicole est encore assez marqué toutefois, bien que la crue du Golo survenue les jours avant la campagne de pêche, qui a entraîné la dévalaison d'individus en provenance du cours d'eau, rende délicate l'évaluation de la part réellement lacustre de la population de truite capturée.

Annexe 1 : Programme de surveillance

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

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

- Le réseau de contrôle de surveillance (RCS) vise à donner une image globale de la qualité des eaux. Tous les plans d'eau naturels supérieurs à 50ha ont été pris en compte sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse. Pour les plans d'eau d'origine anthropique, une sélection a été opérée parmi les plans d'eau supérieurs à 50ha, afin de couvrir au mieux les différents types présents sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse (grandes retenues, plans d'eau de digue, plans d'eau de creusement).
- Le contrôle opérationnel (CO) vise à suivre spécifiquement les masses d'eau (naturelles ou anthropiques) supérieures à 50ha, à risque de non atteinte du bon état (ou du bon potentiel) des eaux en 2015.

Au total, 80 plans d'eau sont suivis sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse dans le cadre de ces deux réseaux.

Le contenu du programme de suivi sur les plans d'eau est identique pour le RCS et le CO. Un plan d'eau concerné par le CO sera cependant suivi à une fréquence plus soutenue (tous les 3 ans) comparativement à un plan d'eau strictement visé par le RCS (tous les 6 ans).

Annexe 2 : Les outils d'interprétation

La Diagnose rapide

(d'après le Protocole actualisé de la diagnose rapide des plans d'eau, Jacques Barbe, Michel Lafont, Jacques Mouthon, Michel Philippe, Cemagref, Agence de l'Eau RMC, juillet 2003).

L'interprétation de la diagnose rapide s'appuie sur plusieurs types d'indices : les indices spécifiques basés sur un paramètre particulier, les indices fonctionnels élaborés à partir d'un ou de plusieurs paramètres regroupés pour refléter un aspect fonctionnel du plan d'eau. Ils sont de nature physico-chimique ou biologique.

Ils sont tous construits pour s'échelonner en fonction de la dégradation de la qualité du milieu suivant une échelle de 0 à 100 (de l'ultra oligotrophie à l'hyper eutrophie).

Leur confrontation directe doit permettre ainsi de discerner facilement les concordances ou les discordances existant entre les principaux éléments fonctionnels du milieu.

Les indices physico-chimiques

Indice Pigments chlorophylliens

$I_C = 16 + 41,89 \times \log_{10}(X+0,5)$ où X est la somme de la chlorophylle_a et de la phéophytine_a exprimée en µg/l. X représente la moyenne des résultats obtenus sur l'échantillon intégré en dehors du brassage hivernal.

Indice Transparence

$I_T = 82 - 66,44 \times \log_{10}(X)$ où X est la moyenne des profondeurs de Secchi (en m) mesurées pendant la même période que précédemment.

La moyenne de ces deux indices constitue le premier indice fonctionnel : Indice **Production**.

Indice P total hiver

$I_{PTH} = 115 + 39,6 \times \log_{10}(X)$ où X est la valeur du phosphore total (mg/l), mesurée lors de la campagne de fin d'hiver et obtenue à partir de l'échantillon intégré.

Indice N total hiver

$I_{NTH} = 47 + 65 \times \log_{10}(X)$ où X est la valeur de l'azote total (mg/l), mesurée lors de la campagne de fin d'hiver et obtenue à partir de l'échantillon intégré.

La moyenne de ces deux indices constitue l'indice fonctionnel **Nutrition**.

Indice Consommation journalière en O₂ dissous

$I_{O_2j} = -50 + 62 \times \log_{10}(X+10)$ où X est la valeur de la consommation journalière en oxygène dissous en mg/m³/j.

Cet indice constitue l'indice fonctionnel **Dégradation**.

Indice P total du sédiment

$I_{PTS} = 109 + 55 \times \log_{10}(X)$ où X est la valeur du phosphore total du sédiment (en % de MS), obtenue lors de la campagne de prélèvement des sédiments ayant lieu normalement en fin de période de production biologique.

Cet indice constitue l'indice fonctionnel **Stockage des minéraux du sédiment**.

Indice Perte au feu du sédiment

$I_{PF} = 53 \times \log_{10}(X)$ où X est la valeur de la Perte au feu du sédiment (en % de MS), obtenue lors de la même campagne que précédemment.

Cet indice constitue l'indice fonctionnel **Stockage de la matière organique du sédiment**.

Indice P total de l'eau interstitielle

$I_{PTI} = 63 + 33 \times \log_{10}(X)$ où X est la valeur du phosphore total de l'eau interstitielle (mg/l), obtenue lors de la campagne de sédiment.

Indice Ammonium de l'eau interstitielle

$I_{NH4I} = 18 + 45 \times \log_{10}(X+0,4)$ où X est la valeur de l'ammonium de l'eau interstitielle (mg/l de N), obtenue lors de la campagne de sédiment.

La moyenne de ces deux indices constitue l'indice fonctionnel **Relargage**.

Quatre campagnes de prélèvements sont réalisées dans le cadre du protocole de la Diagnose rapide. Pour les quelques plans d'eau de référence où six campagnes ont été effectuées, les indices Pigments chlorophylliens et Transparence ont été calculés sur les résultats obtenus lors des cinq campagnes suivant la campagne de fin d'hiver.

A partir de ces six indices fonctionnels, deux indices physico-chimiques moyens peuvent être calculés pour synthétiser les résultats :

- Un indice physico-chimique moyen de pleine eau = moyenne des indices fonctionnels nutrition, production et dégradation ;
- Un indice physico-chimique moyen du sédiment = moyenne des indices fonctionnels stockage des minéraux du sédiment, stockage de la matière organique du sédiment et relargage.

Les indices biologiques sont au nombre de trois :

L'Indice Planctonique est calculé à partir des listes floristiques obtenues lors des différentes campagnes de la période de production biologique.

L'indice s'appuie sur des coefficients de qualité (Qi) attribués à chaque groupe algal (*les coefficients les plus élevés étant attribués aux groupes les plus liés à l'eutrophisation*) et sur des classes d'abondances relatives (Aj).

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

Avec les valeurs suivantes pour Qi et Aj :

Groupes algaux	Qi
Desmidiées	1
Diatomées	3
Chrysophycées	5
Dinophycées et Cryptophycées	9
Chlorophycées (sauf Desmidiées)	12
Cyanophycées	16
Eugléniens	20

Coefficients attribués aux groupes algaux repères

Abondance relative	Aj
0 à ≤ 10	0
10 à ≤ 30	1
30 à ≤ 50	2
50 à ≤ 70	3
70 à ≤ 90	4
90 à ≤ 100	5

Classes d'abondance relative du phytoplancton

L'indice planctonique tel que décrit dans la diagnose rapide est issu de prélèvements réalisés au filet à plancton. Les prélèvements réalisés dans le cadre de la DCE sont des prélèvements d'eau brute intégrés sur la zone euphotique (2,5 fois la transparence mesurée à l'aide du disque de Secchi).

L'Indice Oligochètes : $IO = 126 - 74 \times \log_{10}(X+2,246)$ où X est la moyenne entre l'IOBL de la plus grande profondeur et la valeur moyenne des IOBL de profondeur intermédiaire.

L'indice IOBL par point de prélèvement (= 3 « coups » de bennes à une profondeur donnée) = $S + 3\log_{10}(D+1)$ où S = nombre de taxons parmi les oligochètes comptés et D = densité en oligochètes pour 0,1 m².

L'Indice Mollusques : $IM = 122 - 92 \times \log_{10}(X+1,734)$ où X correspond à la valeur de l'IMOL.
L'IMOL n'est appliqué que sur les plans d'eau naturels (pas applicable sur les plans d'eau marnants).

Le tableau ci-dessous présente le mode 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	Léman (1963)
	- Gastéropodes absents, Bivalves seuls présents	7	Bourget (1940), Longemer (1977), Grand Maclu (1983), Chalais (1984),
Absence de mollusques en Z_1			
$Z_2 = -10 \text{ m}$ (20 m) ⁽²⁾	- Deux genres ou plus de deux genres de Gastéropodes présents	6	Lac Léman (1987), Saint-Point (1978) Grand Clairvaux (1982), Laffrey (1989).
	- Un seul genre de Gastéropode présent	5	Le Bourget (1988), Rémoray (1978 et 1989), Les Rousses (1980).
	- Gastéropodes absents, pisidies présentes ⁽¹⁾	4	Gérardmer (1977), l'Abbaye (1980), Petit Clairvaux (1982), Val (1986).
Absence de mollusques en Z_2			
$Z_3 = -3 \text{ m}$ (5-6 m) ⁽²⁾	- Deux genres ou plus de deux genres de Gastéropodes présents	3	<i>Petit Maclu (1983), Antre (1984), Petit Etival (1985).</i>
	- Un seul genre de Gastéropode présent	2	<i>Grand Etival (1985)</i>
	- Gastéropodes absents, pisidies présentes ⁽¹⁾	1	Illy (1984), Narlay (1984), Aydat (1985), Bonlieu (1985), Nantua (1988), Sylans (1988), Petitchet (1989), <i>Lamoura (1988), 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					
	IPL (Indice Planctonique)	25	40	60	80		
Invertébrés	IMOL (Indice Mollusque)*	8	7	4	1		
	IOBL (Indice Oligochètes de Bioindication Lacustres)*	15	10	6	3		

* : paramètres complémentaire pour conforter le diagnostic

Les travaux réalisés jusqu'à présent n'ont pas permis de produire des valeurs seuils pour les éléments de qualité macrophytes et poissons.

- Eléments physico-chimiques généraux

Paramètres par élément de qualité	Limites des classes d'état				
	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Nutriments					
N minéral maximal (NO ₃ + NH ₄)(mg N/l)	0,2	0,4	1	2	
PO ₄ maximal (mg P/l)	0,01	0,02	0,03	0,05	
Phosphore total maximal (mg P/l)	0,015	0,03	0,06	0,1	
Transparence					
Transparence moyenne estivale (m)	5	3,5	2	0,8	
Bilan de l'oxygène					
Présence ou absence d'une désoxygénation de l'hypolimnion en % du déficit observé entre la surface et le fond pendant la période estivale (pour les lacs stratifiés)	*	50	*	*	
Salinité					
Acidification	*				
Température					

* : pas de valeurs établies à ce stade des connaissances

N minéral maximal (NH₄ + NO₃) : azote minéral maximal annuel dans la zone euphotique, c'est-à-dire :

- l'azote minéral « d'hiver », en période de mélange total des eaux, sur échantillon intégré de la zone euphotique, si le temps de séjour est supérieur à 2 mois.

- l'azote maximal observé sur au minimum 3 campagnes « estivales » dans un échantillon intégré de la zone euphotique, si le temps de séjour est inférieur à 2 mois.

PO₄ maximal : dans les lacs de temps de séjour supérieur à 2 mois, il s'agit de la valeur « hivernale » en période de mélange total des eaux, sur échantillon intégré de la zone euphotique. Dans les plans d'eau de temps de séjour inférieur à 2 mois, c'est le maximum des valeurs de 3 campagnes estivales.

Phosphore total maximal : dans les lacs de temps de séjour supérieur à 2 mois, il s'agit indifféremment de la moyenne annuelle dans la zone euphotique ou de la valeur hivernale en période de mélange complet des eaux, sur échantillon intégré de la zone euphotique. Dans les plans d'eau de temps de séjour inférieur à 2 mois, c'est le maximum des valeurs de 3 campagnes estivales.

Bilan de l'oxygène : paramètre et limite de classes donnés à titre indicatif (ce paramètre est ici considéré en tant que paramètre complémentaire à l'évaluation de l'état).

Il s'agit de la présentation des résultats bruts, un travail ultérieur d'expertise pouvant amener à une évaluation légèrement différente (ex. : pour un plan d'eau naturellement peu transparent, ce paramètre s'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

Polluants spécifiques non synthétiques (analysés sur eau filtrée)	
Substances	NQE_MA ($\mu\text{g/l}$)
Arsenic dissous	Fond géochimique + 4,2
Chrome dissous	Fond géochimique + 3,4
Cuivre dissous	Fond géochimique + 1,4
Zinc dissous	Fond géochimique + 3,1 (si dureté ≤ 24 mg CaCO ₃ /l)
	Fond géochimique + 7,8 (si dureté > 24 mg CaCO ₃ /l)
Polluants spécifiques synthétiques (analysés sur eau brute)	
Substances	NQE_MA ($\mu\text{g/l}$)
Chlortoluron	5
Oxadiazon	0,75
Linuron	1
2,4 D	1,5
2,4 MCPA	0,1

NQE_MA : Normes de Qualité Environnementales en Moyenne Annuelle

Au sein des éléments de qualité (EQ), c'est la règle du paramètre le plus déclassant qui est retenue.

L'état écologique (plans d'eau naturels) est donné par l'EQ le plus déclassant (dans la limite de l'état « moyen » pour la physico-chimie et les polluants spécifiques). Les éléments hydromorphologiques n'interviennent que pour le classement en très bon état d'une masse d'eau (indicateur des éléments hydromorphologiques en cours de construction).

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

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

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

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

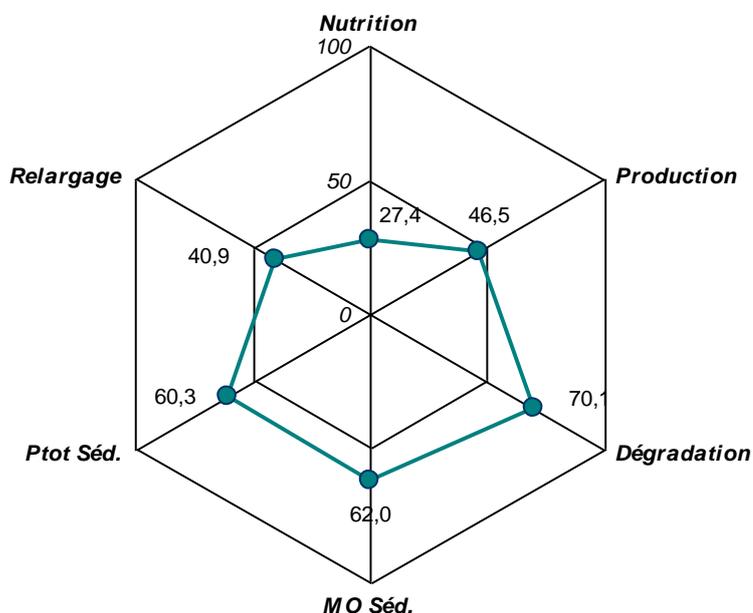
La liste des 41 substances prises en compte dans l'état chimique figure dans l'annexe 8 de l'arrêté du 25 janvier 2010, avec les NQE à respecter en valeur moyenne et en concentration maximale admissible.

Annexe 3 : Résultats de la diagnose rapide

Les indices fonctionnels physico-chimiques

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

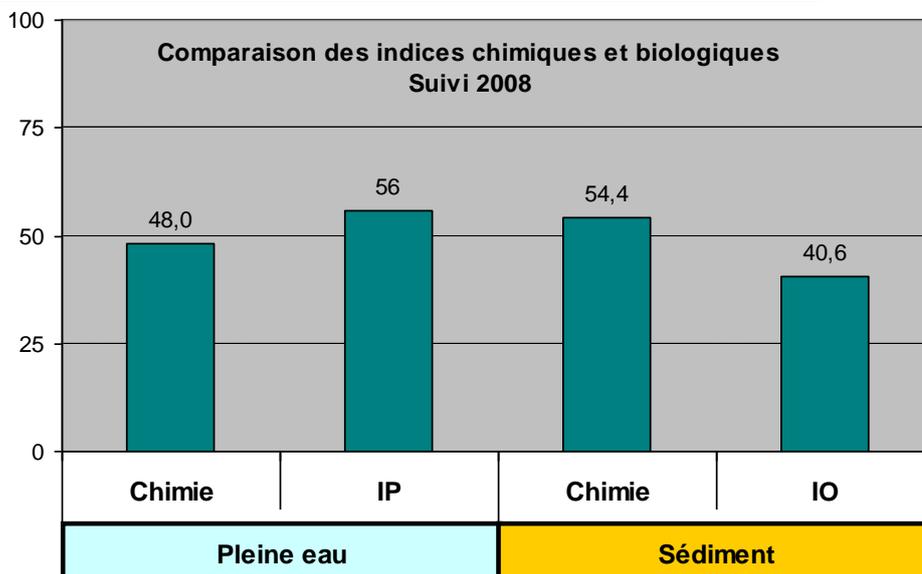
Graphique en radar des indices fonctionnels de Calacuccia Suivi 2008



La figure présente un tracé qui semble exprimer l'importance de la qualité du compartiment sédiment sur l'état actuel du plan d'eau. Ainsi le sédiment se révèle très chargé en matière organique et en phosphore (héritage d'apports passés). La demande en oxygène nécessaire à l'assimilation de la matière organique accumulée et produite au cours du cycle annuel est alors élevée et peut conduire à l'anoxie de la tranche d'eau la plus profonde (les 10 derniers mètres sont dépourvus d'oxygène lors de la campagne d'août).

L'indice nutrition paraît vraiment en décalage avec le résultat des autres indices fonctionnels. Celui-ci a vraisemblablement été sous estimé du fait d'une première campagne tardive : l'activité phytoplanctonique avait alors déjà bien démarrée début avril (campagne présentant la plus forte biomasse algale et entame de réchauffement des eaux de surface).

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

Les indices biologiques du compartiment eau et du compartiment sédiments sont globalement concordant avec les indices physico-chimiques moyens et classent le plan d'eau en limite de niveau trophique mésotrophe et eutrophe.

Le peuplement phytoplanctonique est dominé par les cyanophycées lors des deux dernières campagnes estivales (les autres groupes algaux : diatomées et chlorophycées restent tout de même significativement représentés dans le peuplement). La capacité métabolique du plan d'eau, exprimée par l'indice oligochètes (IO) se révèle assez bonne du fait d'une forte densité d'oligochètes. Le rapport carbone/azote du sédiment (C/N), plutôt élevé, associé à la présence de taxons oligochètes indicateurs d'impasse trophique tendrait cependant à exprimer une certaine difficulté d'assimilation du milieu.

Calacuccia

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

Les indices physico-chimiques

	Ptot ech intégré hiver (mg/l)	<i>indice Ptot hiver</i>	Ntot ech intégré hiver (mg/l)	<i>indice Ntot hiver</i>	INDICE NUTRITION moyen
2008	<0,005	<24	0,5<x<1,5	27,2<x<58,5	27,4

	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
2008	4,0	41,8	6,3<x<6,6	50,9<x<51,7	46,5

	Conso journalière en O2 (mg/m ³ /j)	INDICE DEGRADATION
2008	76,4	70,1

Calculé entre C1 et C3 (déstratifié en C4) -le profil de la C3 ne présentait cependant pas une stratification franche

	perte au feu (% MS)	<i>indice Perte au feu séd = INDICE stockage MO du séd</i>
2008	14,80	62,0

	Ptot séd (mg/kg MS)	<i>indice Ptot séd = INDICE stockage des minéraux du séd</i>
2008	1299,5	60,3

Rapport Carbone/Azote (C/N) : = 12.2
(dans les sédiments)

	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
2008	0,045	18,6	12,60	63,3	40,9

Les indices biologiques

	<i>Indice planctonique IP</i>	Oligochètes IOBL global	<i>Indice Oligochètes IO</i>
2008	56	12,0 : PM* fort	40,6

* : Potentiel Métabolique

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	■

Annexe 4 : Potentiel 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

Le potentiel écologique est défini par agrégation de l'état de chacun des éléments de qualité selon les règles décrites dans l'« Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface ».

Nom	Code	Type	Ensembles agrégés des éléments de qualité		Polluants spécifiques de l'état écologique	Altérations hydromorphologiques non imposées par les CTO**	Potentiel écologique	Niveau de confiance
			Biologiques	Physico-chimiques généraux				
Calacuccia	FREL133	ANT*	B	B	B	Nulles à faibles	B	2/3

* ANT : masse d'eau anthropique / ** CTO : contraintes techniques obligatoires

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

Concernant les polluants spécifiques de l'état écologique, seul le zinc a été quantifié ponctuellement (4 µg/l sur l'échantillon intégré de la campagne d'octobre). A noter que les limites de quantification employées par le laboratoire d'analyses pour certains métaux (arsenic et cuivre) étaient trop élevées et n'ont pas permis l'utilisation de ces résultats pour évaluer la classe d'état des polluants spécifiques de l'état écologique.

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

Nom ME	Code ME	Type	Paramètres biologiques	Paramètres Physico-chimiques généraux			
			Chlo-a	Nmin max	PO ₄ ³⁻ max	Ptot. Max	Transp.
Calacuccia	FREL133	ANT	5,6	0,49<x<0,54	<0,005	0,011	4,0

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

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

Nmin max : concentration maximale en azote minéral (NO₃⁻ + NH₄⁺) (mg/L).

PO43- max : concentration maximale en phosphate dans la zone euphotique (mg P /L).

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

Transp. : transparence (m), moyenne estivale

Des paramètres "complémentaires" peuvent être intégrés au titre de l'expertise du potentiel écologique :

Nom ME	Code ME	Type	Paramètres complémentaires
			Physico-chimiques généraux
Calacuccia	FREL133	ANT	Déficit O2
			57,5

Le résultat obtenu pour l'élément bilan d'oxygène met en avant la désoxygénation constatée dans l'hypolimnion au cours de la période estivale.

Déficit O2 : déficit en oxygène entre la surface et le fond du lac (%).

Annexe 5 : Etat chimique au sens de la DCE

Classes d'état chimique

Bon
Mauvais

	Etat chimique
Calacuccia	Bon

La retenue de Calacuccia est classée en **bon état chimique**.

Parmi les 41 substances de l'état chimique, 3 substances ont été quantifiées ponctuellement :

- Un phtalate, utilisé pour assouplir les matières plastiques : le DEHP. Il a été quantifié une seule fois sur l'échantillon de fond du mois de juin en faible concentration (1 µg/l) ;
- Le benzène, également quantifié une seule fois sur l'échantillon de fond du mois de juin (0.2 µg/l) ;
- Un HAP : le naphthalène, quantifié une seule fois à 0.03 µg/l sur l'échantillon de fond du mois d'août.

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

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

Les pesticides quantifiés :

Près de 400 molécules ont été recherchées (dont seule une quinzaine figure dans la liste des 41 substances de l'état chimique) sur l'échantillon intégré de la zone euphotique à chaque campagne de prélèvement et également sur l'échantillon de fond à compter de la deuxième campagne annuelle. Aucun pesticide n'a été quantifié sur la retenue de Calacuccia.

Les micropolluants quantifiés (hors pesticides) :

En complément des substances quantifiées déjà citées (substances de l'état chimique et polluants spécifiques de l'état écologique), 7 autres paramètres ont été quantifiés ponctuellement :

- Deux métaux : le baryum et le bore ;
- des dérivés du benzène : éthylbenzène, toluène, xylène-ortho, xylènes (m+p) et xylènes (o,m,p). Ils ont été quantifiés presque exclusivement sur la campagne de juin, sur l'échantillon de fond et sur l'intégré, en des concentrations variant de 0.2 à 0.5 µg/l par substance individuelle. Une contamination via la chaîne de prélèvement pourrait expliquer ces quantifications sur ce plan d'eau.

Les micropolluants quantifiés dans les sédiments : sur les 268 substances recherchées, 36 substances ont été quantifiées. Il s'agit principalement de métaux (20 substances), de HAP (7 substances) et de PCB (7 substances). Les résultats obtenus concernant les PCB paraissent particulièrement élevés comparativement aux autres plans d'eau suivis sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse. Pour plusieurs substances, il s'agit ainsi des plus fortes valeurs mesurées sur la cinquantaine de plans d'eau où ces éléments ont été recherchés sur la période 2007-2009. La concentration en PCB totaux est proche de 120 µg/kg MS et plusieurs PCB affichent des concentrations avoisinant 15 à 50 µg/kg MS.

Annexe 6 : Eléments complémentaires suivis

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

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

Les Macrophytes :

Le plan d'eau est soumis à un marnage conséquent (>20m), l'étude des macrophytes a donc consisté à prospecter les zones propices à leur développement (queues de retenue, zones aménagées...).

Aucun macrophyte n'a été recensé. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette absence de végétation aquatique :

- ✓ Un substrat instable (sables,..), qui limite la fixation des hydrophytes ;
- ✓ La pente de la zone littorale très forte (entre 10 et 40%) entraîne une mobilité des sédiments ;
- ✓ La variation de niveau d'eau conséquente, plus de 20 m sur l'année réduit les possibilités de colonisation des héliophytes et hydrophytes, y compris dans les zones propices (base nautique, queue de retenue) ;
- ✓ L'eau du lac est très peu minéralisée de part la nature des terrains du bassin versant (cristallin), donc peu de nutriments pour le développement des végétaux.

L'Hydromorphologie :

La méthode aboutit au calcul de deux indices :

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

La retenue de Calacuccia obtient une note de 28/42 pour l'indice d'altération du milieu (LHMS) et de 58/112 pour l'indice reflétant la qualité des habitats du lac (LHQA). Le plan d'eau est de nature artificielle, les berges du lac sont cependant peu aménagées en dehors du secteur du barrage et de la base nautique de Sidossi, où l'on effectue la mise à l'eau. Les sols sont de nature granitique, recouverts par des sables, ils rendent les berges et plages très instables. L'agitation à la surface du lac, entraîne une érosion des rives par batillage. La zone littorale est très pauvre du point de vue biologique : absence de macrophytes, peu d'habitats piscicoles.

LHMS : indice d'altération du milieu

Pressions	variable	note LHMS	note/
modification de la grève		6	8
% rives en génie civil (moyenne)	1,1	0	
PO avec protections de berges	5	6	
PO avec affouillement	0	0	
usage intensif de la grève		2	8
% rive avec couverture non naturel	16,2	2	
PO avec couvert non naturel	1	0	
usages du lac	4	8	8
hydrologie (ouvrage)	dh>5m	8	8
transport solide		4	6
% rive érodée	4,0	0	
PO avec dépôts	5	4	
recouvrement îles et dépôts	0	0	
espèces nuisibles	0	0	4
Note globale		28	42

PO : points d'observation

LHOA : indice reflétant la qualité des habitats

Zone	critères	variable	note LHQA	note sur/	note LHQA /thème	note/
berges (riparienne)	structure végétation	8	3	4	14	20
	longévité de la végétation	2	1	4		
	recouvrement des occupations des sols naturelles	9	4	4		
	diversité des occupations des sols naturelles	3	3	4		
	diversité de substrats de haut de berges	3	3	4		
plage/grève	présence de talus terres et sables supérieur à 1m	2	1	4	15	24
	PO avec ligne de dépôts	5	2	4		
	proportion de berges naturelles	8	3	4		
	diversité des berges naturelles	3	3	4		
	proportion de grèves naturelles	9	4	4		
littorale	diversité de substrats de grève	2	2	4	14	32
	variations de profondeur (coefft de variation)	0,81	4	4		
	recouvrement des substrats naturels	10	4	4		
	diversité des substrats littoraux naturels	4	4	4		
	recouvrement des macrophytes	0	0	4		
	extention littorale des macrophytes	0	0	4		
	diversité des macrophytes rencontrées	0	0	4		
recouvrement des habitats piscicoles	1,2	1	4			
diversité des habitats littoraux	1	1	4			
le lac	diversité des habitats naturels	3	15	20	15	36
	nombre d'îles	0	0	10		
	nombre d'îles deltaïques	0	0	6		
Note globale					58	112

Annexe 7 : Résultats du suivi piscicole



Fiche synthétique état du peuplement piscicole

Protocole CEN 14757

Plan d'eau : **CALACUCCIA**

Réseau : **DCE RCS**

Superficie : **130 Ha**

Zmax : **68 m**

Date échantillonnage : **21 au 24/06/2010**

Opérateur : **ONEMA (DiR8 et SiD20)**

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

Nb filets pélagiques : **18 (2970 m2)**

Composition et structure du peuplement :

	Résultats bruts		Pourcentages		Rendements surfaciques	
	effectifs nb	poids gr	numériques %	pondéral %	numérique ind./1000 m2	pondéral gr./1000 m2
GAM	1	1	0.04%	0.001%	0.2	0.2
PSR	855	2140	36%	2%	179	449
ROT	1308	63968	55%	60%	274	13410
TRF	220	39643	9%	37%	46	8311
VAI	3	11	0.1%	0.01%	1	2
	2387	105763	100%	100%	500	22173

Diversité piscicole : 5 espèces

GAM : gambusi / PSR : pseudorasbora / ROT : rotengle / TRF : truite fario / VAI : vairon

Tab. 1 : Résultats de pêche sur le plan d'eau de Calacuccia en 2010 (les rendements surfaciques prennent en compte tous les types de filets tendus)

Cinq espèces ont été capturées lors des pêches scientifiques de 2010 : le gambusie, le *Pseudorasbora*, le rotengle, la truite fario et le vairon. Parmi ces espèces, seule la truite fario fait partie de la faune native de la Corse. Les autres espèces ont été introduites de manière volontaire ou non, comme c'est sans doute le cas pour *Pseudorasbora parva* qui a pu être déversé dans le plan d'eau en même temps que le rotengle. Cette espèce est originaire d'Asie (Chine, Japon, Corée) et, après une introduction en Europe centrale (Roumanie) en 1960, elle s'est rapidement dispersée en Europe et en Afrique du Nord. Si elle est classée nuisible à l'échelle mondiale, aucune étude scientifique n'a pu démontrer son impact sur la faune autochtone.

Le peuplement est ainsi dominé très nettement sur le plan numérique par le rotengle et le *Pseudorasbora* et sur le plan pondéral par le rotengle et la truite fario. Les rendements globaux sont moyens, dus principalement aux captures du rotengle.

Les abondances de la truite fario sont assez élevées mais vraisemblablement influencées par la forte crue du Golo survenue les jours avant la campagne de pêche, qui a entraîné la dévalaison des individus en provenance du cours d'eau. En effet, seuls les individus les plus gros présentaient une forme lacustre typique.

Distribution spatiale des captures :

Strates	Filets benthiques					Filets pélagiques			
	GAM	PSR	ROT	TRF	VAI	PSR	ROT	TRF	
0-3 m		547	915	36	2	0-6 m	1	124	4
3-6 m		275	238	48	1	6-12 m			
6-12 m	1	29	28	67		12-18 m			1
12-20 m		1	1	56		18-24 m			
20-35 m		2		7		24-30 m			
35-50 m				1		30-36 m		1	
50-75 m						36-42 m			
						42-48 m		1	
						48-54 m			

GAM : gambusi / PSR : pseudorasbora / ROT : rotengle / TRF : truite fario / VAI : vairon

Tab. 2 : Distribution spatiale des captures sur le plan d'eau d'Avène en 2009 (effectifs bruts)

Lors de la campagne de pêche, la stratification thermique du plan d'eau n'était pas marquée en raison d'une crue du Golo les jours précédents entraînant un fort mélange des eaux dans la retenue et obligeant EDF à déstocker de l'eau par le barrage.

La truite fario se remarque préférentiellement dans les zones benthiques du plan d'eau au dépend de la zone pélagique, sans montrer d'affinité pour une gamme de profondeur spécifique et quel que soit le stade de développement.

Le *Pseudorasbora* et le rotengle montrent une distribution majoritairement benthique, dans les strates de surface plus tempérées (> 15°C). On retrouve par ailleurs le rotengle dans la zone pélagique, principalement en surface (0-6 m). Les alevins et juvéniles de cette espèce ont tendance à ne fréquenter que les couches supérieures à 6 m qui sont les plus chaudes (> 16 °C).

Structure des populations majoritaires :

En ce qui concerne la truite fario, la structure de la population très proche de celles qui peuvent être observées en cours d'eau, avec la capture de quelques alevins de l'année (60 à 80 mm) et une importante proportion de juvéniles de un an (110 à 160 mm), laisse présager l'influence de la forte crue du Golo survenue les jours précédant la pêche, qui a entraîné la dévalaison des individus du cours d'eau dans la retenue. On peut noter une très bonne représentation des plus gros individus (300 à 440 mm), sans pour autant pouvoir déterminer la proportion réellement lacustre de cet échantillon.

La population de rotengle apparaît bien structurée et dynamique, avec une bonne représentation des juvéniles et des reproducteurs. Les alevins de l'année sont peu représentés dans l'échantillon compte tenu de la date de la pêche au regard de la période de reproduction de cette espèce. D'une manière générale, cette espèce introduite récemment dans le plan d'eau, sur laquelle s'exerce une très faible pression de prédation, connaît un fort développement de sa population.

Le *Pseudorasbora* a une population très dynamique composée d'individus de 2 et 3 ans, les alevins de l'année étant largement sous échantillonnés compte tenu de la date de la pêche au regard de sa période de reproduction (avril à juin, T° eau > 15 °C).

Éléments de synthèse :

La retenue de Calacuccia, sur le haut Golo, présente un peuplement atypique, avec le développement récent du rotengle et de *Pseudorasbora parva*, introduits de manière sauvage dans le plan d'eau. Ces deux espèces montrent des capacités d'adaptation importantes et, en l'absence d'une grosse pression de prédation, leurs abondances sont assez élevées, tant au plan numérique que pondéral.

Son caractère salmonicole est encore assez marqué toutefois, bien que la crue du Golo survenue les jours avant la campagne de pêche, qui a entraîné la dévalaison d'individus en provenance du cours d'eau, rende délicate l'évaluation de la part réellement lacustre de la population de truite capturée.