

**Expérimentation sur les herbiers amphibies des lacs vosgiens
Gérardmer, Longemer et Retourner**

**Campagne d'acquisition de données physico-chimiques et biologiques
(Mars 2004)**

Mai 2005

Expérimentation sur les herbiers amphibies des lacs vosgiens Gérardmer, Longemer et Retournermer

Campagne d'acquisition de données physico-chimiques et biologiques
(Mars 2004)

Responsable scientifique : LEGLIZE L.

Collaboration Technique : WAGNER P. : Prélèvements, acquisition données

ROUSSELLE P. : Analytique

SOMMAIRE

<u>1. MATERIEL ET METHODES</u>	3
<u>2. RESULTATS</u>	5
<u>2.2 COMPARAISON DES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES TROIS PLACETTES (ANNEXES 2, 3)</u>	6
<u>2.3 SIGNIFICATION DES PLACETTES EXPERIMENTALES PAR RAPPORT AU PLAN D'EAU (ANNEXE 4)</u>	6
<u>2.4 APPROCHE QUALITATIVE PRELIMINAIRE DES TROIS PLANS D'EAU (ANNEXE 5)</u>	6
<u>3. CONCLUSIONS POUR LA CAMPAGNE DE MARS 2004</u>	12
<u>4. SYNTHESE DES CAMPAGNES 2002 /2004</u>	13

La participation du Laboratoire constitue une seconde contribution à l'acquisition de données à caractères physico-chimiques et biologiques destinées à alimenter une base d'information répondant aux objectifs du projet concernant la dérive écologique observée au niveau des herbiers amphibies sur le bassin supérieur de la Vologne (Retournemer et Longemer).

La campagne mise en place en mars 2004, sur les trois lacs, a pour objectif d'apporter des informations complémentaires aux données acquises en septembre 2002. En effet, le bilan établi à cette époque, après une campagne réalisée en période de stratification des masses d'eau, s'était révélé incomplet, notamment en ce qui concerne le niveau trophique des plans d'eau. Il a donc été décidé de réaliser une nouvelle phase d'acquisition à la sortie de la période hivernale lorsque les masses d'eau sont en période de brassage et avant le démarrage des cycles biologiques. Pour des raisons techniques cette campagne n'a pu être mise en place qu'en 2004.

1. Matériel et méthodes

Le protocole mis en place en 2004 conserve les deux échelles d'observation et la même base de protocole de la campagne 2002 :

1. **Une échelle stationnelle** qui concerne directement un suivi des caractéristiques environnementales au droit des placettes expérimentales à partir de leur mise en place. Pour cette campagne seuls des profils verticaux ont été effectués
2. **Une échelle plan d'eau** permettant de débiter l'acquisition de des données complémentaires nécessaire à un diagnostic (trophique notamment) des masses d'eau stagnantes

Pour chacune de ces échelles des protocoles d'acquisition adaptés ont été mis en œuvre

• Au niveau des plans d'eau,

Une campagne de mesures a été réalisée en mars 2004. Il s'agit d'avoir une image de la situation des 3 plans d'eau à la sortie de l'hiver, en plein période de mélange et avant le démarrage du cycle biologique printanier.

Sur chaque plan d'eau une station située sur une des plus grandes verticales a été prise en compte (Annexe 1)

Deux compartiments physico-chimiques ont été étudiés : Eau et sédiments, avec une approche :

- (a) Du degré d'hétérogénéité de la masse d'eau avec la réalisation de profils verticaux de la distribution des paramètres de caractérisation : Température (°C), Oxygène dissous (mg O₂/L, % saturation, déficit en O₂), Conductivité $\mu\text{S}/\text{cm}$ et pH.
- (b) Des caractéristiques physico-chimiques et du niveau trophique dans la masse d'eau en s'appuyant sur l'acquisition d'échantillons d'eau sur 4 points de la verticale entre la surface et le fond du plan d'eau et sur un échantillon intégré (2,5 x Transparence). Les paramètres suivants ont été analysés :
 - + Eléments nutritifs : Formes azotées : NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, Nkj, Formes phosphorées : PO₄³⁻, P total, SiO₂
 - + Minéralisation : Cl⁻, SO₄²⁻, TAC, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺,
 - + Matières organiques : DBO₅
 - + Charges particulaires : MEST

- (c) Le compartiment phytoplanctonique a été abordé uniquement au travers de l'estimation de la biomasse algale présente dans la zone euphotique (0 - 10 m) pour chaque plan d'eau à savoir détermination de pigments chlorophylliens : Chlorophylle a active, phéopigments, chlorophylle totale exprimée en $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$.

• Au niveau des placettes

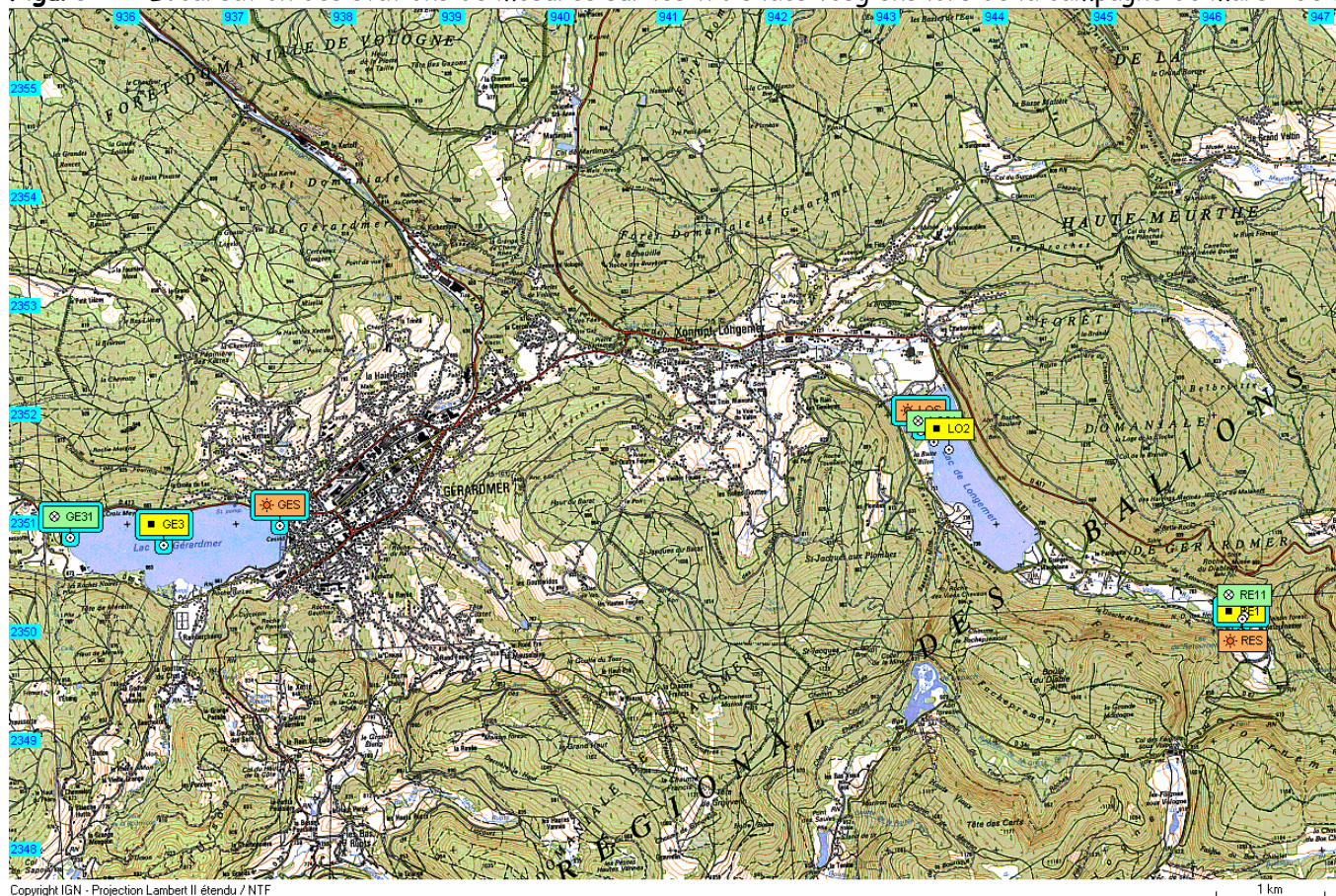
Lors de la campagne «plan d'eau» les caractéristiques physico-chimiques des zones correspondant aux placettes ont été mesurées.

En juillet 2002 des lignes thermiques ont été installées afin de disposer d'enregistrement des conditions de température rencontrées par les lots expérimentaux. Elles ont été relevées le 1^{er} septembre 2003 et le 14 septembre 2004 afin de disposer d'une première série d'enregistrements. Les données récoltées seront exploitées dans le cadre de ce rapport.

- Localisation des stations de prélèvements

La figure 1 présente les stations retenues à l'occasion de la campagne de mars 2004 et l'annexe 1 regroupe la localisation et la codification des stations de prélèvements

Figure 1 : Localisation des stations de mesures sur les trois lacs vosgiens lors de la campagne de mars 2004



Copyright IGN - Projection Lambert II étendu / NTF

1 km

Tableau 1 : Codification et géo référencement des stations d'études sur les trois lacs vosgiens (Mars 2004)

Lac	Codification	Désignation	Altitude (m)	Lambert II étendu - NTF	
				X	Y
Gérardmer	GE3	Station centrale	663	936.335	2350.798
	GE31	Placette	663	935.480	2350.873
	GES	Station sédiment	663	937.408	2350.978
Longemer	LO2	Station centrale	733	943.573	2351.682
	LO21	Placette	733	943.433	2351.753
	LOS	Station sédiment	733	943.310	2351.848
Retournermer	RE1	Station centrale	776	946.255	2349.998
	RE11	Placette	776	946.288	2350.153
	RES	Station sédiment	776	946.269	2350.122

2. Résultats

Exploitation des données

Les résultats obtenus au cours de la campagne 2004 sont abordés en conservant la même démarche que pour la campagne 2002 :

- + D'une part une comparaison entre les trois plans
- + D'autre part une comparaison intra et inter plan d'eau concernant les conditions physico-chimiques observées au niveau des placettes expérimentales.

L'ensemble des résultats est regroupé en Annexe de tableaux ou de graphiques :

- Annexe 2 : Profils verticaux des caractéristiques physicochimiques réalisés sur chaque plan d'eau et sur les placettes en mars 2004,
- Annexe 3 : Graphiques comparatifs de la répartition verticale de la température, de l'oxygène dissous et du pH entre les 3 plans d'eau et entre les trois placettes expérimentales
- Annexe 4 : Graphiques comparatifs de la répartition verticale intra plan d'eau, de la température, de l'oxygène dissous et du pH entre station plan d'eau et placette expérimentale
- Annexe 5 : Base des données des données physico-chimiques relevées sur les trois plans d'eau dans le compartiment eau et le compartiment sédimentaire
- Annexe 6 : Statistiques des données thermiques récoltées sur les trois plans d'eau pour la période Juillet 2002 - Septembre 2004.
- Annexe 7 (7_1, 7_2, 7_3) Caractéristiques thermiques de chaque lac étudié (Retournemer, Gérardmer et Longemer)

2.1 Approche comparée des paramètres de caractérisation sur les 3 lacs étudiés

La campagne de mars reflète bien l'homogénéité des masses d'eau stagnantes à la sortie de l'hiver, avec une évolution pour les profils verticaux des profondeurs selon le gradient Retournemer (11m) < Longemer (28m) < Gérardmer (32m). (Annexes 2, 3)

+ Température : Les températures observées en mars oscillent entre 4,0 et 4,7 °C et correspondent bien à une situation d'homogénéité des plans d'eau de type monomictique chaud. On assiste pour le lac de Gérardmer à un début de réchauffement des couches superficielles.

+ Oxygène dissous : Les concentrations relevées sur les trois plans d'eau sont voisines et s'échelonnent entre 9,9 et 12, 0 mg O₂.L⁻¹ à l'exception d'une teneur nulle mesurée à 11 m sur Retournemer. On observe une décroissance régulière de l'ordre de 2 mg O₂.L⁻¹ de la surface au fond pour chaque plan d'eau. Si on considère le niveau de saturation des masses d'eau il est déficitaire avec des déficits de 2 à 3 mg O₂.L⁻¹, des pourcentages de saturation supérieurs à 90 % ne sont relevés que dans les couches superficielles dont l'épaisseur diminue de Gérardmer (6 m) à Retournemer (3m).

+ pH : les pH moyens sont très voisins et caractéristiques de ce type de système (autour de 6,7 - 6,8), et on n'observe pas de gradient vertical des valeurs du pH dans les trois plans d'eau,

+ Conductivité : La minéralisation de ces plans d'eau reste faible autour d'une valeur de 100 μS/cm. Seul Retournemer présente une minéralisation significativement plus élevée avec des valeurs de l'ordre de 177 μS/cm.

+ Transparence : la transparence des milieux a été mesurée au disque de Secchi. Elle fait apparaître le gradient suivant : Retournemer (3,8m) < Longemer (5.7m) < Gérardmer (6.8m)

2.2 Comparaison des caractéristiques physico-chimiques des trois placettes (Annexes 2, 3)

L'objectif est de vérifier quelles sont les conditions physico-chimiques régnant au niveau des placettes expérimentales :

- **Température** : du point de vue des températures moyennes, la placette de Gérardmer est significativement plus chaude que les 2 autres avec un décalage de 0,9°C. Si leur température moyenne est identique, on observe sur Retournemer un début de gradient thermique alors que la tranche des 1,5 m sur Longemer est très homogène.
- **Oxygène dissous** : pour les trois placettes les niveaux moyens d'oxygénation sont très satisfaisants, situés entre 10,2 et 11,1 mg O₂.L⁻¹ correspondant à des taux de saturation compris entre 81 et 93 %.
- **pH** : Aucun gradient notable n'est observé sur les stations, avec des valeurs situées entre 6,8 et 6,9. Sur la placette de Retournemer nous ne disposons pas de données

2.3 Signification des placettes expérimentales par rapport au plan d'eau (Annexe 4)

Il s'agit ici de vérifier la représentativité des zones expérimentales par rapport aux données relevées sur la plus grande verticale du plan d'eau et donc leur significativité.

Les différents graphiques comparatifs établis pour les paramètres de caractérisation montre que les conditions physico-chimiques régnant au niveau des placettes expérimentales de la zone littorale diffèrent peu de celles observées dans la masse d'eau.

Les températures relevées au niveau des placettes, en zone littorale, sont systématiquement plus élevées que celle observées dans la même tranche d'eau en zone pélagique. C'est particulièrement marqué pour le lac de Gérardmer.

Pour le pH aucune différence significative n'est observée.

En ce qui concerne l'oxygène dissous, les placettes présentent des teneurs légèrement inférieures mais du point de vue de la saturation les situation sont très comparables et les pourcentages restent supérieurs à 84 %.

2.4 Approche qualitative préliminaire des trois plans d'eau (Annexe 5)

En application des concepts concernant les classes de Qualité, l'aptitude des plans d'eau aux potentialités biologiques est évaluée dans ce tableau avec un maximum de 5 classes selon les éléments précisés dans le Tableau 2.

Tableau 2 Aptitudes d'un plan d'eau aux potentialités biologiques selon les concepts de classe de Qualité

Classes	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Aptitudes	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise
Potentialités Biologiques	Risque négligeable d'effets néfastes sur toutes les espèces	Risque d'effets chroniques pour les espèces les plus sensibles (notamment juvéniles)	Risque d'effets chroniques, possible réduction de l'abondance, prédominance d'espèces tolérantes	Risque d'effets létaux sur les espèces les plus sensibles, diminution de l'abondance	Très grand risque d'effets létaux sur plusieurs espèces, diminution de l'abondance et de la variété des espèces

Celui-ci s'appuie sur une grille (Annexe 8) qui regroupe les paramètres physico-chimiques selon quatre rubriques, grille extraite du SEQ Plan d'eau Version 3 (Décembre 2002) :

- Les éléments de caractérisation au travers de la transparence, de la température, de l'O₂ dissous au niveau de l'hypolimnion et du pH
- Les éléments nutritifs : le potentiel trophique est défini à partir de la situation nutritive hivernale
- Les développements végétaux observés en situation estivale dans l'épilimnion et leurs incidences sur les cycles du pH et de l'oxygène dissous
- Les sédiments au travers de leur charge en éléments nutritifs

Pour l'analyse des résultats obtenus en mars 2004, nous avons repris les éléments de ce tableau afin de disposer d'éléments de comparaison avec la campagne de septembre 2002. Toutefois nous n'avons intégré que ceux qui concernent les observations hivernales donc essentiellement les potentialités nutritives tant au niveau de la masse d'eau que du compartiment sédimentaire. L'ensemble des données est disponible en Annexe 5.

Les résultats sont présentés dans un tableau synthétique (Tableau 3)

Descripteurs	Unité	Estimation Valeurs -seuils	Gérardmer	Longemer	Retournemer
Nutriments					
N minéral (NO ₃ ⁻ + NH ₄ ⁺)	mg N.L ⁻¹	N minéral maximum hiver sur éch. Intégré (2,5 x Transp)	0,476	0,59	0,616
PO ₄ ³⁻ maximal	mg P.L ⁻¹	P maximal hiver sur éch.intégré	0,001	0,007	0,002
P total Maximal	mg P.L ⁻¹	Valeur hivernale sur éch. Intégré ou moy. Annuelle z. euphotique	0,026	0,013	0,018
Rapport N/P	g N miné / g P-PO ₄		476	84	308
Rapport N/SiO ₂	g N miné / g SiO ₂	Valeur printanière sur éch. Intégré z. euphotique			
NO ₂ ⁻	mg N.L ⁻¹		0,004	0,003	0,004
Sédiments					
N total	mg N.g ⁻¹		2,17	3,40	1,48
P total	mg P.g ⁻¹		1,89	1,48	2,55

Tableau 3 : Application d'une grille de qualité aux lacs de Gérardmer, Longemer et Retournemer pour la campagne de mars 2004

L'application de cette démarche aux données récoltées en mars 2004 fait apparaître les points suivants :

a). Paramètres de caractérisation :

En ce qui concerna la transparence au disque de Secchi, les valeurs observées durant le mois de mars 2004, confirment celles de septembre 2002 en plaçant Retournemer en qualité passable avec une transparence inférieure à 3,5 m.

En ce qui concerne l'oxygénation, il faut noter que pour les trois plans d'eau, les niveaux de saturation observés dans l'hypolimnion et le métalimnion sont inférieurs à 90 %. Les déficits en oxygène de l'ordre de 1 à 2 mg.l⁻¹ sont relevés dès les profondeurs de 2 à 7 mètres selon les plans d'eau. Ces observations pourraient laisser apparaître une difficulté à rétablir un bon niveau d'oxygénation durant le brassage hivernal.

Les pH mesurés à la sortie de la période hivernale, considérés comme représentatifs du milieu, hors développement biologique, oscillent dans une fourchette étroite de 6,7 à 6,9 et n'indique pas de dégradation particulière de la qualité

b). Eléments nutritifs

La campagne de mars peut être considérée comme représentative de l'évaluation du niveau nutritif d'un plan d'eau. Elle se situe en effet à la fin de la période hivernale, les plans d'eau ne sont pas stratifiés et les cycles planctoniques n'ont pas encore débuté. Les résultats obtenus reflètent bien dans ces conditions, la disponibilité nutritive présente dans chaque plan d'eau.

Pour les trois lacs, la situation associée aux disponibilités en azote minéral fait apparaître une qualité passable avec des concentrations supérieures au seuil de bonne qualité de $0,4 \text{ mg N.L}^{-1}$. On observe un gradient Gérardmer < Longemer < Retournemer

En ce qui concerne le Phosphore, les teneurs en ortho phosphates sont très faibles pour les trois plans d'eau, elles restent inférieures à $10 \mu\text{g P/L}^{-1}$. Pour les teneurs en P total au niveau de la masse d'eau dans son ensemble (échantillon intégré), Retournemer et Gérardmer sont en qualité bonne avec toutefois un regard attentif sur la situation de ce dernier plan d'eau en limite de classe avec des teneurs légèrement inférieures au seuil des $0,03 \text{ mg P tot. L}^{-1}$

Il semble difficile d'extrapoler les valeurs observées pour les rapports N/P

Les valeurs relevées en ions nitrites sont bien en deçà des seuils de dégradation ($< 0,01 \text{ mg.L}^{-1}$)

c). Développements végétaux

La campagne de mars 2004 se situe en fin de période hivernale, en situation d'homogénéité de la masse d'eau notamment du point de vue thermique avec des valeurs situées autour de $4,0^\circ\text{C}$. Dans ces conditions, l'analyse des pigments chlorophylliens doit situer une valeur plancher à partir de laquelle le cycle planctonique peut se développer.

Les teneurs en chlorophylle totale varient entre $2,0$ et $7,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ et on observe un gradient croissant Gérardmer < Longemer < Retournemer. Ce dernier présente les plus fortes valeurs de deux à trois supérieures à celles observées dans les autres plans d'eau et avec un gradient croissant vertical. Cette situation avait été observé en 2002.

d.) Compartiment sédimentaire

Les teneurs en N et P relevées sur les prélèvements de sédiments de la campagne de mars, méritent une attention toute particulière car ils se démarquent totalement des résultats acquis fin 2002. C'est notamment au niveau des teneurs en P que les situations observées vont de qualité passable pour Longemer à très mauvaise pour Retournemer (Tableau 3).

Si ces valeurs étaient confirmées elles indiqueraient un fort potentiel trophique au niveau du compartiment sédimentaire. Toutefois l'hétérogénéité d'un tel compartiment incite à la prudence quand à l'interprétation de ces données et milite en faveur d'investigations complémentaires à ce niveau tant du point de vue caractérisation chimique que potentialités trophiques au travers de l'étude d'un compartiment biologique comme les Oligochètes (IOBL).

2.5 Chronique thermique des plans d'eau

Depuis la mi-juliet 2002, des enregistreurs thermiques ont été implantés dans chacun des trois lacs, au niveau des placettes expérimentales. Ces capteurs, programmés sur 6 mesures quotidiennes, permettent de disposer d'enregistrement en continu afin de préciser le régime thermique de chaque plan d'eau. Ils fournissent, compte-tenu de leur position, une information sur le régime de la zone littorale à une profondeur de 2 à 3 mètres (Tableau 4).

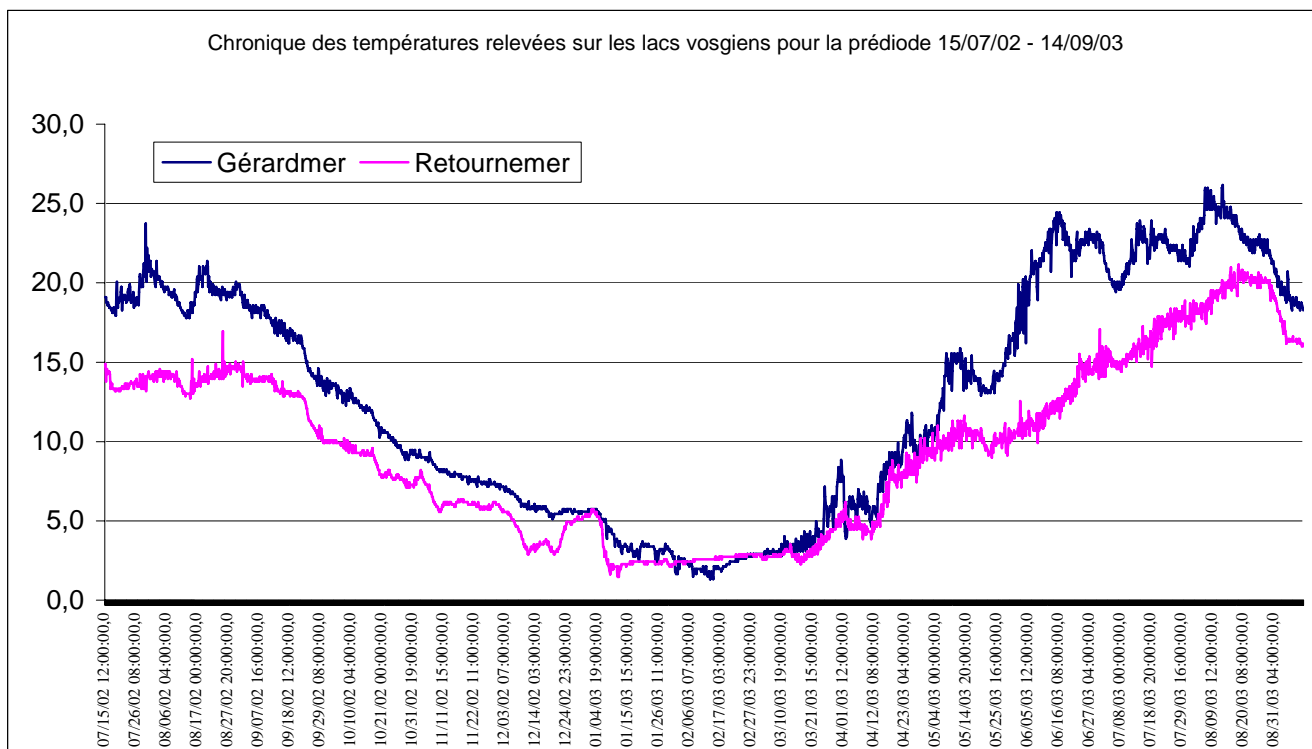
Lacs	Gérardmer	Longemer	Retournemer
Profondeur (m)	- 2,5	- 3,0	- 2,0

Tableau 4 : Position des enregistreurs thermiques dans les trois lacs étudiés

L'ensemble des chroniques est présenté dans les annexes 6 et 7

a.) Période 2002 - 2003

Seuls deux capteurs ont pu être exploités sur Gérardmer et Retournemer, les données du capteur de Longemer n'ont pas pu être récupérées.



Statistiques des températures pour la période 2002 / 2003

	Gérardmer	Retournemer
Moyenne	12,8	9,6
Mini	1,3	1,5
Maxi	26,2	21,2

Figure 2 : Comparaison des températures sur les lacs de Gérardmer et Retournemer sur la période 2002 - 2003

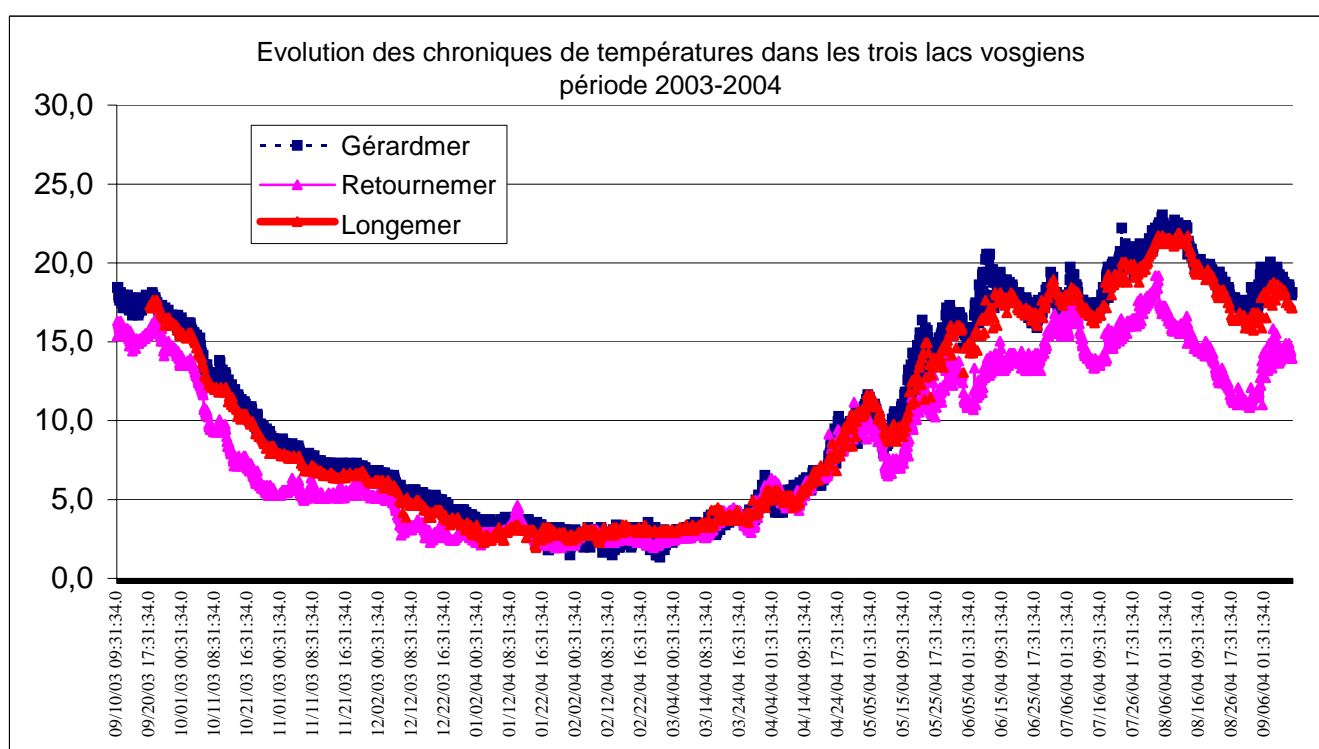
Les régimes thermiques des deux plans d'eau, au niveau des placettes se distinguent nettement avec un écart sur la moyenne annuelle de l'ordre de 3°C et surtout des écarts de 5°C sur les températures

maximales durant la période estivale 2002 que l'on retrouve lors de l'été 2003. Outre l'écart d'altitude entre les deux plans d'eau (+ 100 m), on perçoit également l'influence du temps de séjour, avec le réchauffement plus rapide du lac de Gérardmer et le décrochement très net entre les deux plans d'eau à partir de la mi-avril 2003. L'écart est particulièrement net en juin 2003 où la température moyenne mensuelle est de 12,6 °C pour Retournemer et 21,8°C pour Gérardmer. Ce dernier atteint pratiquement ses valeurs maximales à la mi juin alors que Retournemer présente son pic de température vers la fin du mois d'août avec des valeurs légèrement supérieures à 20 °C.

Durant l'hiver 2002/2003, les plans d'eau ont des températures voisines avec des valeurs minimales de l'ordre de 1,3 à 1,5 °C (Figure 2)

b.) Période 2003 - 2004

Les données des trois capteurs ont pu être récupérées pour cette période.



Statistiques des températures pour la période 2003 / 2004

	Gérardmer	Retournemer	Longemer
Moyenne	10,7	8,5	10,1
Mini	1,3	2,0	1,9
Maxi	23,1	19,2	21,9

Figure 3 : Comparaison des températures sur les lacs de Gérardmer et Retournemer sur la période 2002 - 2003

Sur la période prise en compte (septembre 2003 - septembre 2004), on observe :

un décalage entre le lac de Retournemer d'une part et les lacs de Gérardmer et Longemer, plus chauds, tout comme en 2002/2003.

des températures moyennes annuelles plus froides en 2003/2004 que pour la période 2002/2003, même si les capteurs ont été implantés dès la mi-juillet en 2002, ce qui donne pour la première période, une surestimation au niveau de la moyenne annuelle de l'ordre de + 0,6 à 0,8 °C

Par rapport à Gérardmer et Longemer, Retournemer se refroidit plus rapidement en automne et se réchauffe plus lentement durant la période estivale, situation déjà observée en 2002/2003. Toutefois en 2004, les évolutions des températures sont assez voisines entre les trois plans d'eau. Les valeurs maximales sont atteintes début août même si des écarts persistent avec des températures de l'ordre de 19 °C pour le lac de Retournemer et supérieures à 20°C pour les deux autres lacs (Figure 3).

Si les profils thermiques de Longemer et Gérardmer se ressemblent beaucoup, Longemer est systématiquement plus froid en période chaude pour la période 2003-2004 (Figure 3, Annexe 6)

b.) conclusions

La mise en place d'enregistreurs thermiques dans chaque site d'études s'avère riche d'information et permet d'appréhender le régime thermique des zones littorales des 3 plans d'eau étudiés, secteur où étaient implantées les placettes expérimentales.

Les informations récoltées sur la période allant du 15 juillet 2002 au 14 septembre 2004 ont clairement montré le positionnement de Gérardmer, Longemer et Retournemer. Les gammes de températures relevées est conforme avec le gradient d'altitude des 3 plans d'eau (Tableau 1) :

Le lac de Retournemer avec une moyenne de 9°C sur l'ensemble de la période, est le plus froid des trois plans d'eau. Le décalage est particulièrement net en période estivale. Les températures ne dépassent que peu de temps le seuil des 20°C en août 2003 durant une quinzaine de jours soit de l'ordre de 2% de la période de mesures. Pour ce plan d'eau, l'été 2003 est particulier puisqu'il fait apparaître un réchauffement progressif des eaux avec un maximum atteint seulement à la mi août.

Les Lacs de Longemer et de Gérardmer avec des températures moyennes respectivement de 10,1 et 10,7°C pour la période 2003-2004, sont assez proches dans leur régime thermique (figure 3) avec un décalage attendu compte tenu de l'altitude chaque plan d'eau. C'est vers la mi-mai que le réchauffement des masses d'eau est significatif avec le dépassement de la barre des 15°C, Longemer restant plus longtemps sous la barre des 20°C, dépassée à partir de la fin juillet. Il faut noter qu'en 2002-2003, le lac de Gérardmer avait dépassé le seuil des 20°C à partir du début juin et atteint les 25°C au début du mois d'août 2003.

Indépendamment de l'altitude, le temps de séjour des masses d'eau influe sur le régime thermique ainsi que les caractéristiques morphométriques des plans d'eau. Le tableau 5 récapitule les principales caractéristiques morphométriques de ces lacs

Caractéristiques	Gérardmer	Longemer	Retournemer
Altitude (m)	663	733	776
Surface (ha)	115.5	76.2	5.25
Profondeur moyenne (m)	16.9	14.2	11.5
Temps de séjour (an)	1	0.4	NC*

Tableau 5 : Caractéristiques morphométriques principales des trois lacs étudiés (*NC : non connu)

3. Conclusions pour la campagne de mars 2004

La campagne réalisée en mars 2004 permet de dégager les éléments suivants :

1. L'homogénéité des masses d'eau stagnantes à la sortie de l'hiver. Les températures correspondent bien à une situation d'homogénéité des plans d'eau de type monomictique chaud. Des pourcentages de saturation en oxygène, supérieurs à 90 % ne sont relevés que dans les couches superficielles dont l'épaisseur diminue de Gérardmer (6 m) à Retournemer (3m). les pH moyens sont très voisins et caractéristiques de ce type de système (autour de 6,7 - 6,8), et on n'observe pas de gradient vertical des valeurs du pH dans les trois plans d'eau. La minéralisation de ces plans d'eau reste proche de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Retournemer présentant une minéralisation significativement plus élevée que les deux autres plans d'eau.
2. Les transparence satisfaisantes des milieux avec Retournemer qui se distingue nettement des deux autres lacs avec le gradient suivant : Retournemer (3,8m) < Longemer (5.7m) < Gérardmer (6.8m)
3. Un potentiel trophique élevé où se distingue surtout l'azote minéral proche ou supérieur à 0,5 mg N.L^{-1} (Qualité passable) dans les trois plans d'eau et d'autre du Phosphore total voisin ou supérieur à 0,015 mg P.L^{-1} . Les résultats observés au niveau du compartiment sédimentaire semblent confirmer ce potentiel notamment au niveau du Phosphore qui dépasse atteint ou dépasse les seuils de qualité passable (Longemer) à mauvaise (Retournemer). Dans cette approche nutritive, le lac de Retournemer se distingue des deux autres plans d'eau avec un potentiel trophique plus élevé.

4. Synthèse des campagnes 2002 /2004

A ce niveau nous essaierons de dresser un rapide bilan concernant la situation des trois lacs vosgiens étudiés en se rappelant que :

- + La campagne de septembre 2002 a permis de fournir une information sur la situation des plans d'eau en fin de période estivale à l'issue d'un cycle biologique et à la fin de la stratification des masses d'eau,
- + La campagne de mars 2004 se situe quand à elle, à la sortie de la période hivernale lorsque les masses d'eau sont en période de brassage et avant le démarrage des cycles biologiques.

Nous appuierons cette analyse sur le tableau des potentialités biologiques réalisé à partir des données extraites des deux campagnes d'acquisition. Ce tableau est présenté en Annexe 9

L'analyse des deux campagnes de dégager les éléments suivants :

- (a) Les paramètres liés à la caractérisation des masses d'eau montrent une distinction très nette entre Retournemer d'une part et Gérardmer, Longemer d'autre part. Avec de faibles transparences, un régime thermique plus froid et une situation très dégradée du point de vue de l'oxygénation (très marquée en septembre 2002) Retournemer est décalée par rapport aux autres plans d'eau. Les lacs de Gérardmer et Longemer présente des évolutions assez voisines avec une meilleure transparence dans le second lac, et une zone euphotique plus productive dans Gérardmer (il semble présenter une situation trophique légèrement supérieure à celle observées en 1975/76). Pour les deux plans d'eau une attention devrait toutefois être portée sur les niveaux d'oxygénation, dans la mesure où la campagne hivernale de 2004 a montré la présence de déficits significatifs en période de mélange
- (b) L'approche qualitative réalisée sur les 3 plans d'eau, confirme la situation dégradée de Retournemer tout en précisant que pour un certain nombre de paramètres notamment nutritifs, la situation observée au début du printemps 2004 est assez semblable sur les trois plans d'eau avec une qualité passable en ce qui concerne les bilans azotés, plus satisfaisantes pour le phosphore. Cependant les résultats obtenus en mars 2004 sur les compartiments sédimentaires, incitent à la prudence et révèle du point de vue des charges en Phosphore des situations qualitatives allant de passable sur Longemer à mauvaise pour Retournemer. Pour ce compartiment, outre des caractérisations physico-chimiques plus détaillées, l'utilisation de méthodes biologiques pour dégager le potentiel trophique (Oligochètes), pourrait apporter de précieux renseignements complémentaires. Compte-tenu des conditions anoxiques régnant dans le lac de Retournemer durant la période de stratification, des possibilités de largage de Phosphore des sédiments vers la masse d'eau sont à envisager.
- (c) Du point de vue des développements végétaux, la campagne de septembre 2002 avait clairement montré la situation dégradée de Retournemer, celle -ci a d'ailleurs été confirmé en 2004 puisque le gradient des biomasses algales était conservé entre les plans d'eau

En conclusion à cette rapide analyse, les Lacs de Longemer et Gérardmer présente respectivement une qualité très bonne à bonne. Le second plan d'eau présentant une situation légèrement moins satisfaisante.

La situation du lac de Retournemer est plus préoccupante puisque tant pour le bilan d'oxygénation que la situation trophique (Eau et compartiment sédimentaire) le niveau de potentialités biologiques observé indique une qualité passable à mauvaise.

Liste des annexes :

Annexe 1 : Localisation des stations de prélèvements prospectées durant la campagne de 2004.

Annexe 2 : Tableaux des profils verticaux réalisés sur chaque plan d'eau et sur les placettes en septembre 2002

Annexe 3 : Graphiques comparatifs de la répartition verticale de la température, de l'oxygène dissous et du pH entre les 3 plans d'eau, entre les trois placettes expérimentales

Annexe 4 : Graphiques comparatifs de la répartition verticale intra plan d'eau, de la température, de l'oxygène dissous et du pH entre station plan d'eau et placette expérimentale

Annexe 5 : Base des données des caractéristiques physico-chimiques relevées sur les trois plans d'eau dans le compartiment eau et le compartiment sédimentaire

Annexe 6 : Statistiques des chroniques de températures relevées sur les trois plans d'eau (Gérardmer, Longemer et Retournermer) pour la période allant de Juillet 2002 à septembre 2004.

Annexe 7 : Caractéristiques thermiques des trois plans d'eau étudiés durant la période Juillet 2002 - 2004 :

1. Annexe 7_1 : Lac de Retournermer (Juillet 2002 - Septembre 2004)
2. Annexe 7_2 : Lac de Gérardmer (Juillet 2002 - Septembre 2004)
3. Annexe 7_3 : Lac de Longemer (Septembre 2003 - Septembre 2004)

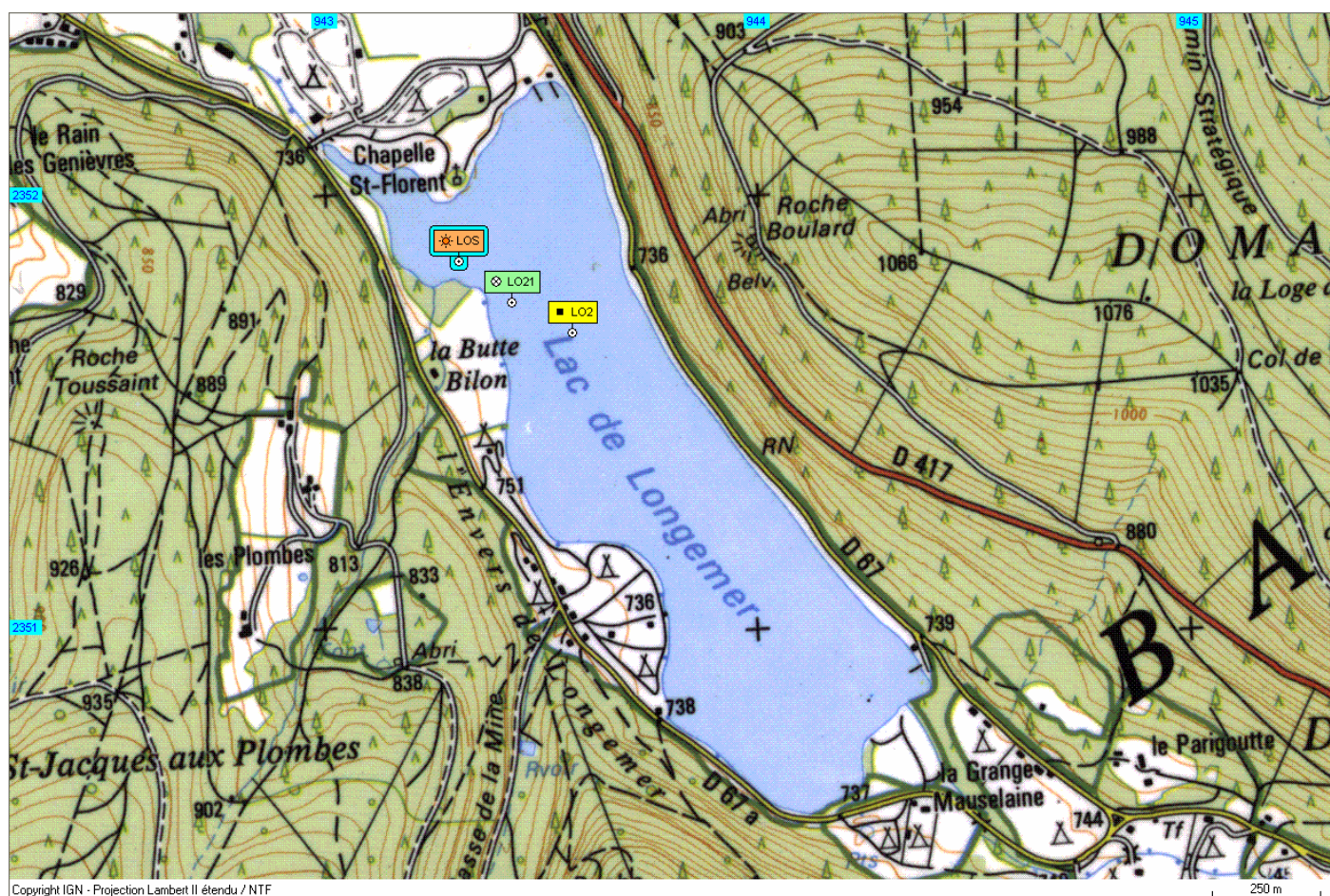
Annexe 8 : Grille des potentialités biologiques d'après le SEQ Plan d'eau Version 3 (Décembre 2002)

Annexe 9 : Tableau de synthèse des potentialités biologiques des plans d'eau étudiés durant les campagnes de septembre 2002 et mars 2004

Annexe 1 : Localisation des stations d'études campagne Mars 2004

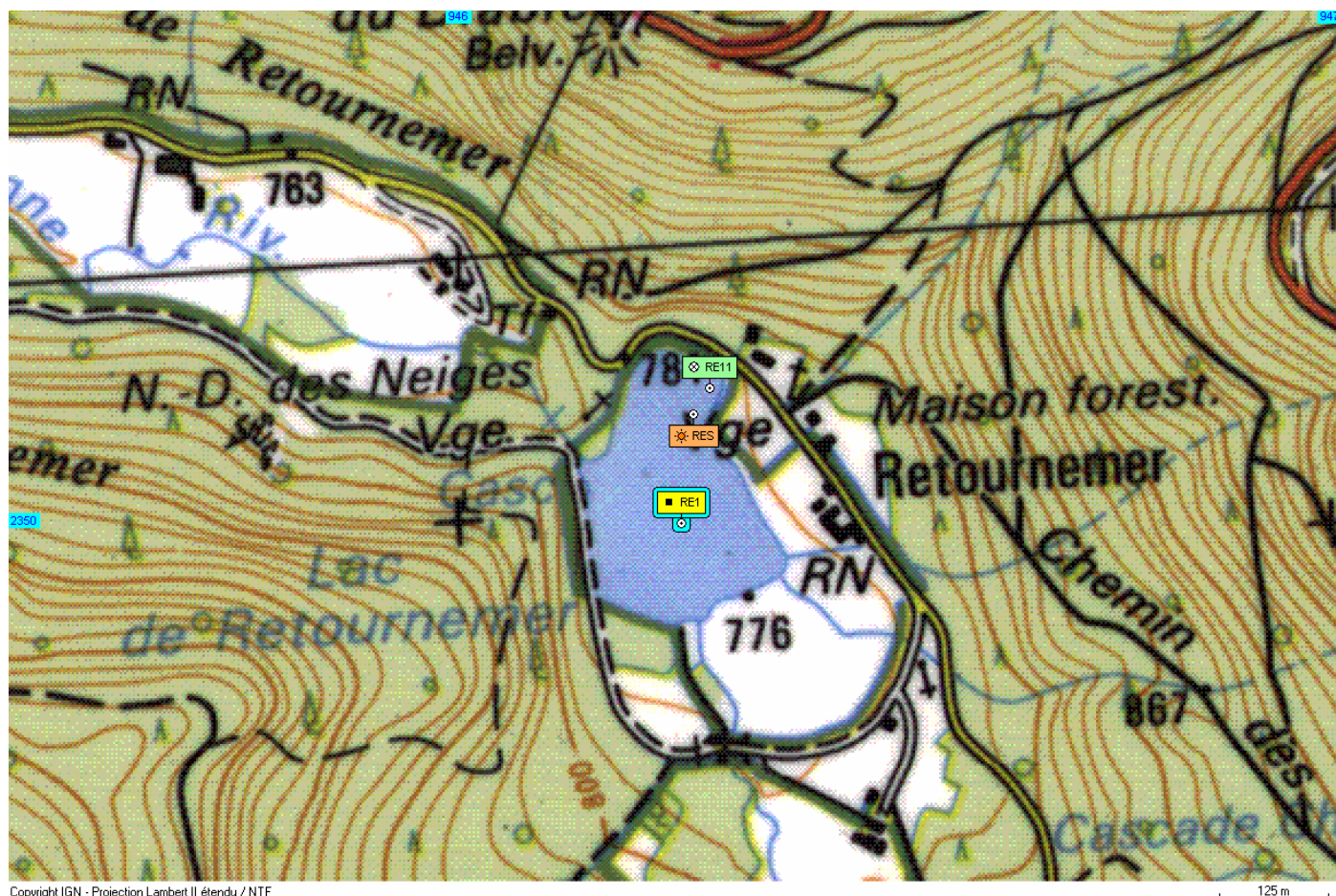
Lac de Longemer : Stations de prélèvement (Campagne 2004) et géo référencement

Codification	Désignation	Altitude	Lambert II étendu - NTF	
		(m)	X	Y
LO2	Station centrale	733	943.573	2351.682
LO21	Placette	733	943.433	2351.753
LOS	Station sédiment	733	943.310	2351.848



Lac de Retournemer : Stations de prélèvement (Campagne 2004) et géoréférencement

Codification	Désignation	Altitude	Lambert II étendu - NTF	
		(m)	X	Y
RE1	Station centrale	776	946.255	2349.998
RE11	Placette	776	946.288	2350.153
RES	Station sédiment	776	946.269	2350.122



Copyright IGN - Projection Lambert II étendu / NTF

125 m

Lac de Gérardmer : Stations de prélèvement (Campagne 2004) et géoréférencement

Codification	Désignation	Altitude	Lambert II étendu - NTF	
		(m)	X	Y
GE3	Station centrale	663	936.335	2350.798
GE31	Placette	663	935.480	2350.873
GES	Station sédiment	663	937.408	2350.978