



PARC NATUREL RÉGIONAL D'ARMORIQUE

document non public

réservoir St-Michel (Finistère)
étude bathymétrique

A. MOAL

novembre 1991
R 33 855

RESUME

Dans le cadre de la gestion des eaux de surface, le Parc Naturel Régional d'Armorique a confié au BRGM une reconnaissance bathymétrique, complétée par une étude géophysique et des prélèvements de sédiments meubles dans le Réservoir Saint-Michel (Finistère).

L'étude bathymétrique, mettant en oeuvre des techniques modernes de mesure et de traitement, a permis, sur la base de quelque 1 800 mesures, d'élaborer un document cartographique précis à l'échelle du 1/5 000 et du 1/15 000.

L'exploitation des données géophysiques (sismique réflexion continue) a mis en évidence localement un dépôt vaseux liquide, dont l'épaisseur ne dépasse pas 1,5 m.

L'analyse des prélèvements (description et mesures de gammadensimétrie) a permis de différencier les terrains tourbeux et argileux.

SOMMAIRE

1 - INTRODUCTION	4
2 - METHODES ET MOYENS UTILISES	6
2.1 - BATHYMETRIE	6
2.2 - SISMIQUE REFLEXION	6
2.3 - PRELEVEMENTS DE SEDIMENTS	7
2.4 - MOYENS NAUTIQUES	7
2.5 - POSITIONNEMENT - COMMUNICATIONS	7
2.6 - PERSONNEL	8
3 - VOLUME DES TRAVAUX	9
4 - RESULTATS	10
4.1 - BATHYMETRIE - EVALUATION DES VOLUMES	10
4.2 - SISMIQUE - EPAISSEUR DES VASES	14
4.3 - PRELEVEMENTS - ANALYSE DES ECHANTILLONS	17
5 - CONCLUSION	19

ANNEXES

- 1 - Analyse des carottes par une méthode non destructive : la gammadensimétrie
- 2 - Calendrier des opérations

1 - INTRODUCTION

Dans le cadre de la convention signée entre l'agence BRGM de Rennes et le Parc Naturel Régional d'Armorique, le département Environnement et Risques a réalisé une campagne de mesures dans le réservoir Saint-Michel (Fig. 1) durant les mois de juin et octobre 1991.

Cette campagne avait deux objectifs :

- évaluer le volume d'eau contenu dans le réservoir en fonction du niveau du plan d'eau ;
- avoir une connaissance aussi précise que possible de la nature et de l'épaisseur des sédiments meubles déposés depuis la mise en eau de ce réservoir.

La technique d'échosondage a été mise en oeuvre pour déterminer le volume d'eau disponible.

La sismique réflexion continue, les prélèvements de sédiments et les mesures de gammadensimétrie sur les échantillons ont été réalisés afin de déterminer la nature et l'épaisseur du recouvrement meuble.

Les résultats des mesures sont synthétisés sous forme des documents suivants :

- . plan de position des mesures et des prélèvements de sédiments,
- . carte des sondes,
- . carte bathymétrique,
- . carte altimétrique du plan d'eau,
- . carte des épaisseurs des sédiments meubles,
- . tableau des corrélations entre le niveau du lac, la surface couverte, et le volume d'eau disponible correspondant,
- . un tableau descriptif des échantillons prélevés,
- . des logs de gammadensimétrie.

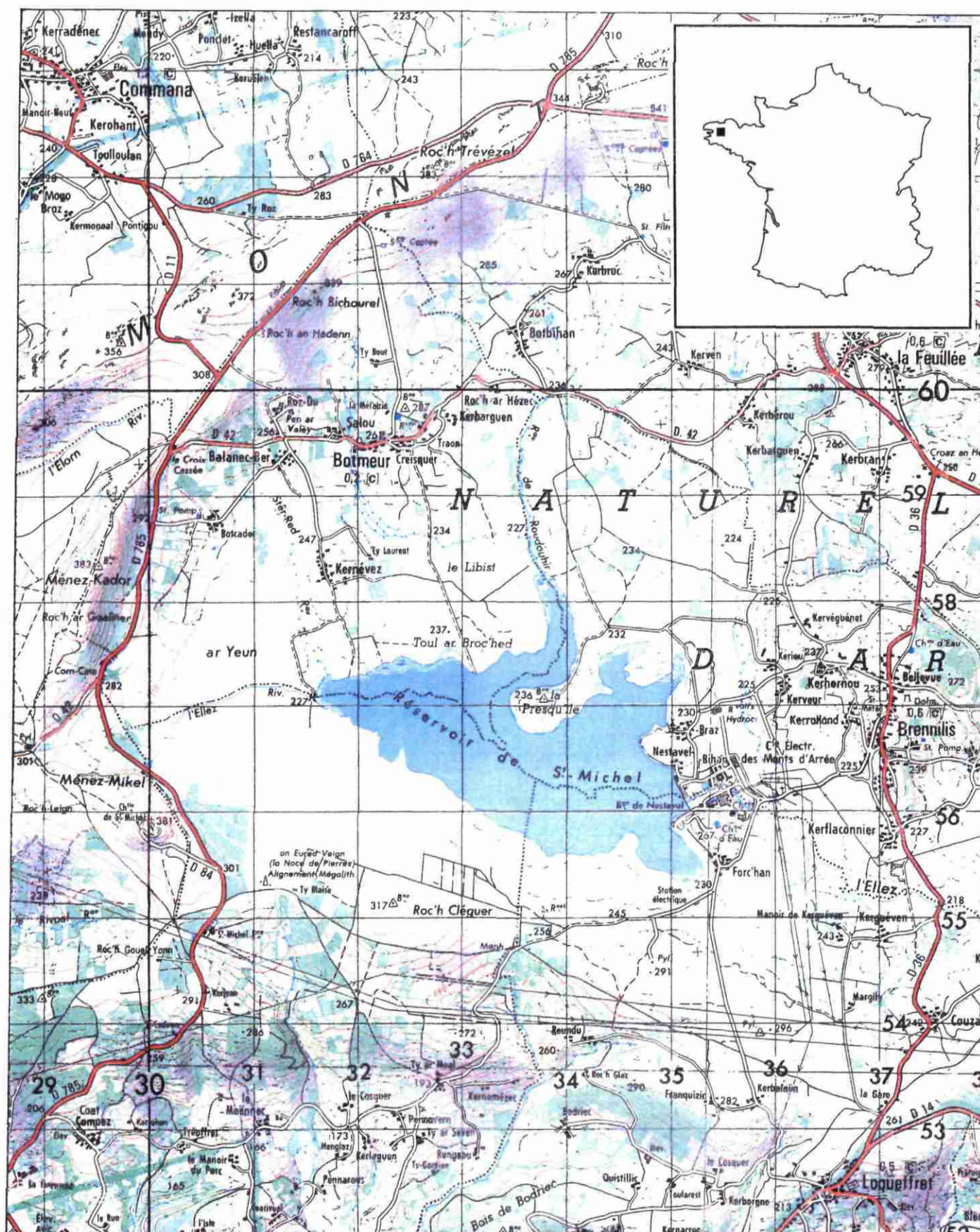


Figure 1 - Plan de position à 1/50 000 du réservoir Saint-Michel

2 - METHODES ET MOYENS UTILISES

2.1 - Bathymétrie

Le principe de la méthode est le suivant : un émetteur acoustique envoie une onde sonore vers le fond à intervalles réguliers ; un récepteur détecte cette onde après réflexion sur le fond. Un enregistreur graphique permet de mesurer le temps écoulé entre l'instant d'émission de l'onde et son retour (lorsque les moyens nautiques le permettent, il est possible d'embarquer un système informatique d'acquisition automatique de la sonde).

Connaissant la vitesse de propagation du son dans l'eau, il est alors possible de calculer la profondeur du fond.

Nous avons utilisé pour ces relevés un sondeur bathymétrique du type "NAVITRONIC 10", dont les caractéristiques principales sont les suivantes :

- fréquence d'émission : 210 KHz
- puissance d'émission : 600 Watts
- précision : 10 cm
- alimentation : 220 VAC

2.2 - Sismique réflexion

Le principe de la méthode est proche de celui du sondage bathymétrique, à la différence près qu'au lieu de chercher à n'avoir qu'un réflecteur à l'interface eau-fond, on cherche à obtenir les réflexions qu'engendrent les différents terrains en profondeur. L'émission permanente d'ondes sonores (8 émissions par secondes) permet d'obtenir dans des conditions géologiques idéales une véritable coupe géologique qui fait apparaître la superposition des différents terrains ou couches géologiques.

L'équipement utilisé comprenait :

- . un transducteur 2 à 10 kW de fréquence ajustable de 2 à 5 KHz,
- . un émetteur-récepteur "EDO 248",
- . un enregistreur graphique "EPC 3200",
- . un filtre analogique.

2.3 - Prélèvements de sédiments

L'équipement utilisé pour réaliser les prélèvements de sédiments meubles comprend :

- un électro-marteau,
- l'unité de commande,
- le tube carottier.

Cet équipement travaille indifféremment en milieu aérien ou en immersion. L'échantillon est récupéré sous chemise PVC de 60 mm de diamètre.

2.4 - Moyens nautiques

Le choix du support nautique nous a été dicté à la fois par l'importante surface des zones de faible tranche d'eau et le poids du matériel nécessaire à l'opération (sondeur bathymétrique, équipement sismique, groupe électrogène, ...). Nous avons finalement loué à la société LE HIR un bateau de 6 mètres de long ayant un tirant d'eau en charge d'environ 0,70 m.

2.5 - Positionnement - Communications

Le positionnement des mesures sur le plan d'eau a été assuré au moyen d'un télémètre Géodimètre AGA 444 à infra-rouge basé sur la rive, permettant la localisation précise du bateau grâce à une mesure à peu près toutes les 5 secondes. Les données acquises (numéro du top, angle horizontal, angle vertical, distance au réflecteur situé sur le bateau), ainsi que les données calculées (X, Y, Z) par le système, étaient enregistrées sur une mémoire périphérique GEODAT permettant le transfert sur un micro-ordinateur compatible PC pour restitution cartographique ultérieure.

Toutes les communications étaient effectuées par radio.

Pour avoir une couverture optique de la totalité navigable du plan d'eau, 4 stations topographiques ont été utilisées. Les coordonnées de ces stations ont été déterminées par la mesure des angles par rapport à des points connus (cheminée de la centrale, église St-Michel, pylone du roc'h Trédudon, belvédère) et report sur la carte IGN au 1/25 000 de ces angles. Ce report a permis de rattacher nos mesures au système de coordonnées LAMBERT 1 que nous avons utilisé pour les restitutions.

2.6 - Personnel

Les travaux de terrain ont été assurés par MM. André Moal, Philippe Lefèvre (4S/ENV) et Alain Dumas (SGN/ANA) pour les trois derniers jours de l'opération. Le bateau était piloté par Stéphane Monfort employé par M. Le Hir.

L'interprétation des données a été réalisée par André Moal pour la bathymétrie, la sismique et la réalisation des documents cartographiques, Serge Lallier (4S/ENV) pour la sismique, et Alain Dumas pour la description géologique des échantillons et les mesures de gammadensimétrie.

3 - VOLUME DES TRAVAUX

La planche 1 présente le positionnement des profils mesurés (tops numérotés de 1 à 1853), les positions des prélèvements de sédiments effectués, ainsi que les stations topographiques utilisées pour les visées.

Dans les zones non navigables sur les pourtours du plan d'eau, quelques points de sondes ont été définis approximativement par interpolation manuelle avec une maille régulière, ceci pour optimiser la cartographie de ces bordures. Ces points supplémentaires sont numérotés de S1 à S64.

Les échantillons prélevés sont au nombre de 12 numérotés de P1 à P12 ; sur le treizième point de carottage numéroté P8b, seules les traces de tourbe très liquide laissées sur le tube carottier ont été observées.

4 - RESULTATS

Les résultats des investigations font l'objet de cartes à l'échelle du 1/15 000 (Fig. 2, 3, 4) et de planches à l'échelle 1/5 000 (planches 2, 3, 4). La limite du plan d'eau a été digitalisée sur la carte IGN n°617 Ouest à l'échelle du 1/25 000. Sur tous ces documents sont reportés les prélèvements de sédiments et les stations topographiques.

4.1 - Bathymétrie - Evaluation des volumes

L'altitude journalière du réservoir nous était fournie par les services EDF de Guerlédan, qui assurent la gestion du plan d'eau. Les mesures bathymétriques se sont déroulées sur cinq jours ; les altitudes correspondantes sont les suivantes :

- 3 juin 1991 : Z = 226,62 m
- 27 septembre 1991 : Z = 226,77 m
- 30 septembre 1991 : Z = 226,78 m
- 1 octobre 1991 : Z = 226,76 m
- 2 octobre 1991 : Z = 226,75 m

Nous avons considéré pour l'établissement des cartes et les calculs de volumes que les niveaux étaient constants durant la durée des mesures sur une journée (environ de 8 h 00 à 18 h 00). Les cartes et les calculs de volumes ont été ramenés au même niveau de référence, à savoir Z = 226,75 m, altitude du lac le 2 octobre 1991. La limite du plan d'eau digitalisée sur la carte IGN et reportée sur les cartes a aussi été considérée à la même altitude.

Les profondeurs d'eau mesurées et les quelques valeurs ajoutées sur les bordures non navigables ont été interpolées par la méthode de krigeage avec une maille de 5 m et un rayon d'interpolation de 150 m choisi en fonction de l'espacement des mesures. La grille obtenue a permis de tracer la carte bathymétrique et de calculer les volumes. Cette méthode entraîne, au niveau du tracé, un lissage des valeurs par rapport à la carte des sondes (planche 2).

Les figures 2 et 3 (échelle 1/15 000) représentent les courbes isobathes du fond du réservoir, avec un espacement des courbes de 0,50 m. Sur la planche 3 (échelle 1/5 000), les courbes ont été tracées selon un espacement de 0,20 m, valeur limite que nous avons fixée, pour tenir compte de la précision absolue des mesures (0,10 m) et des incertitudes possibles de l'interpolation.

FIGURE 2

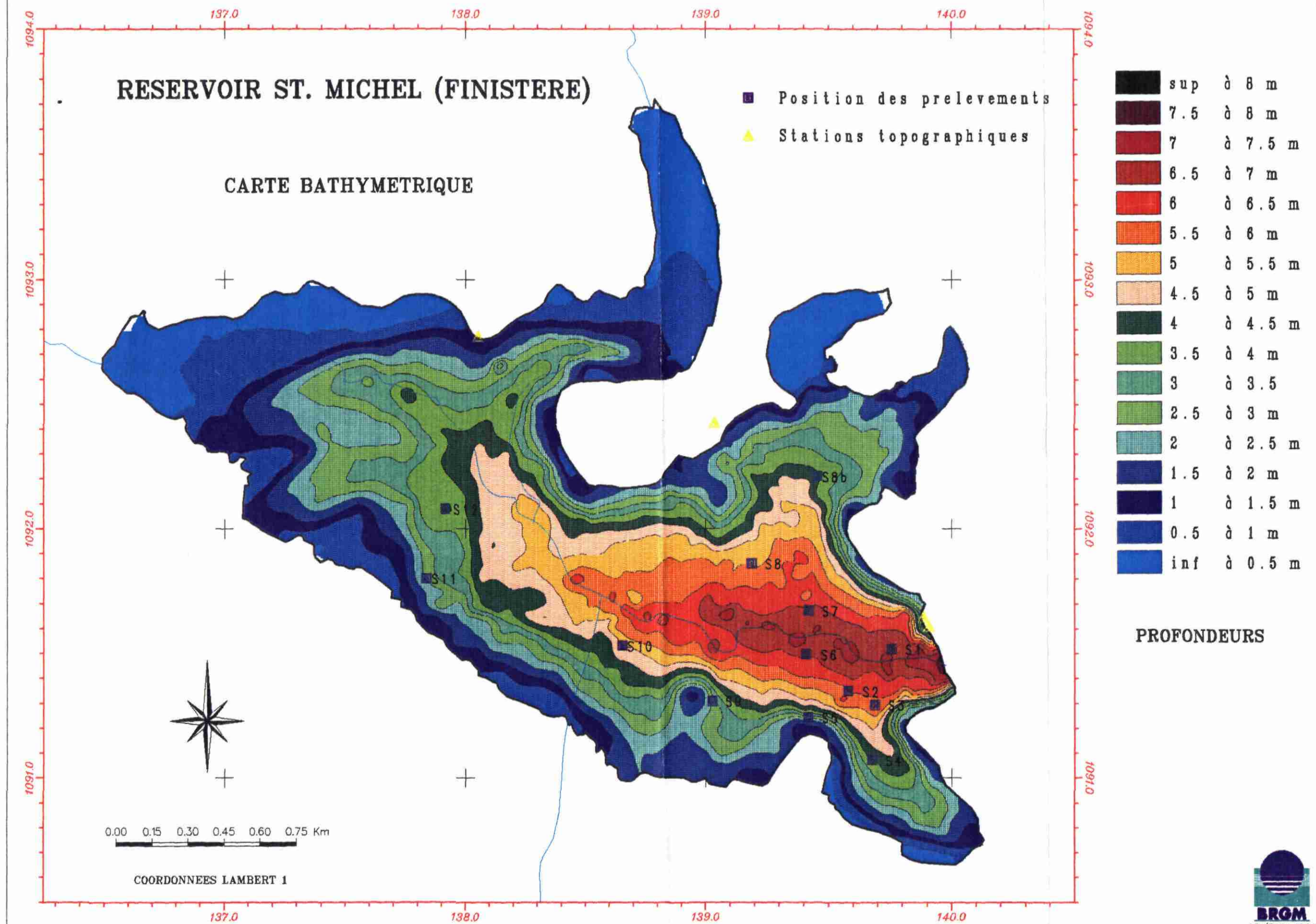
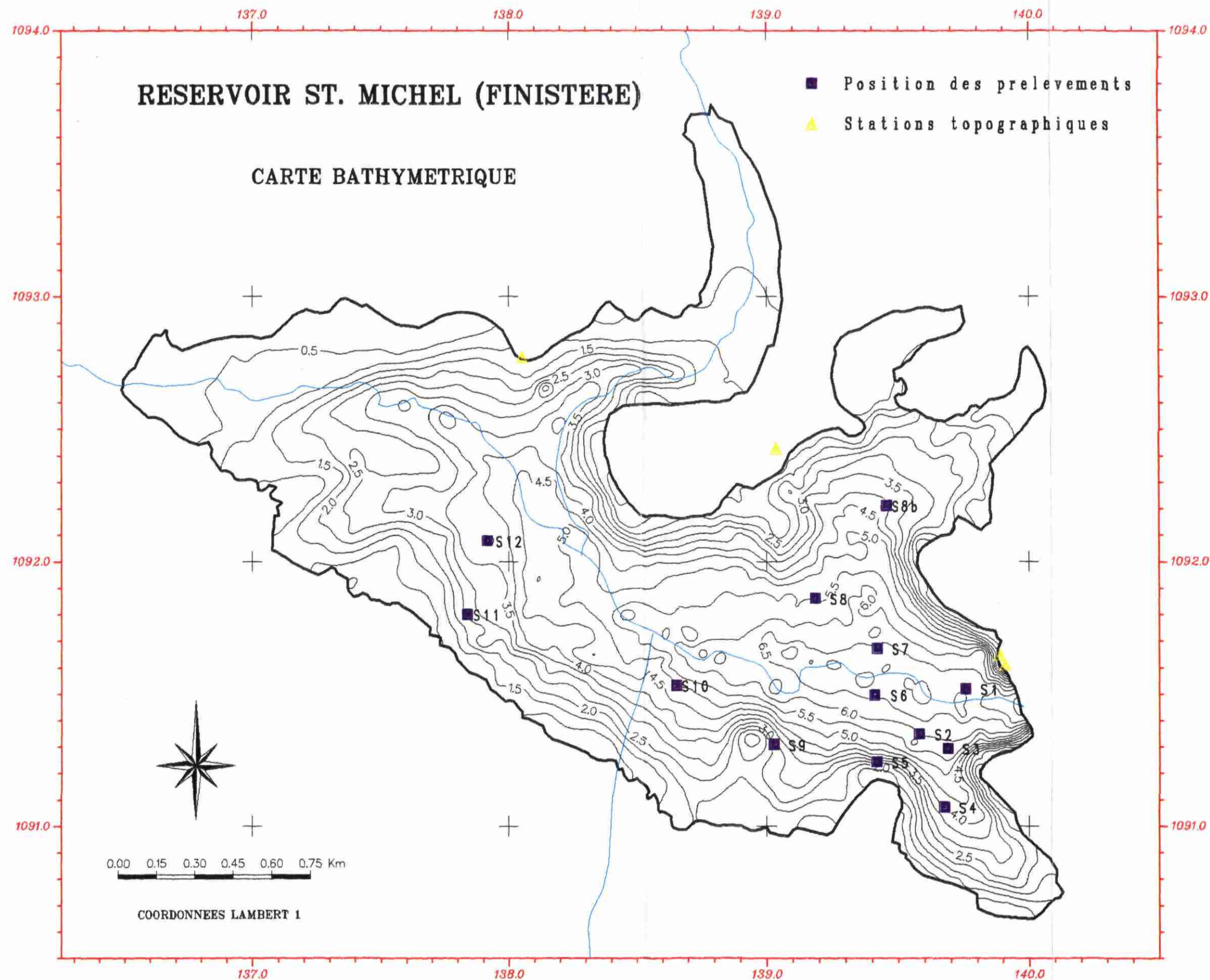


FIGURE 3



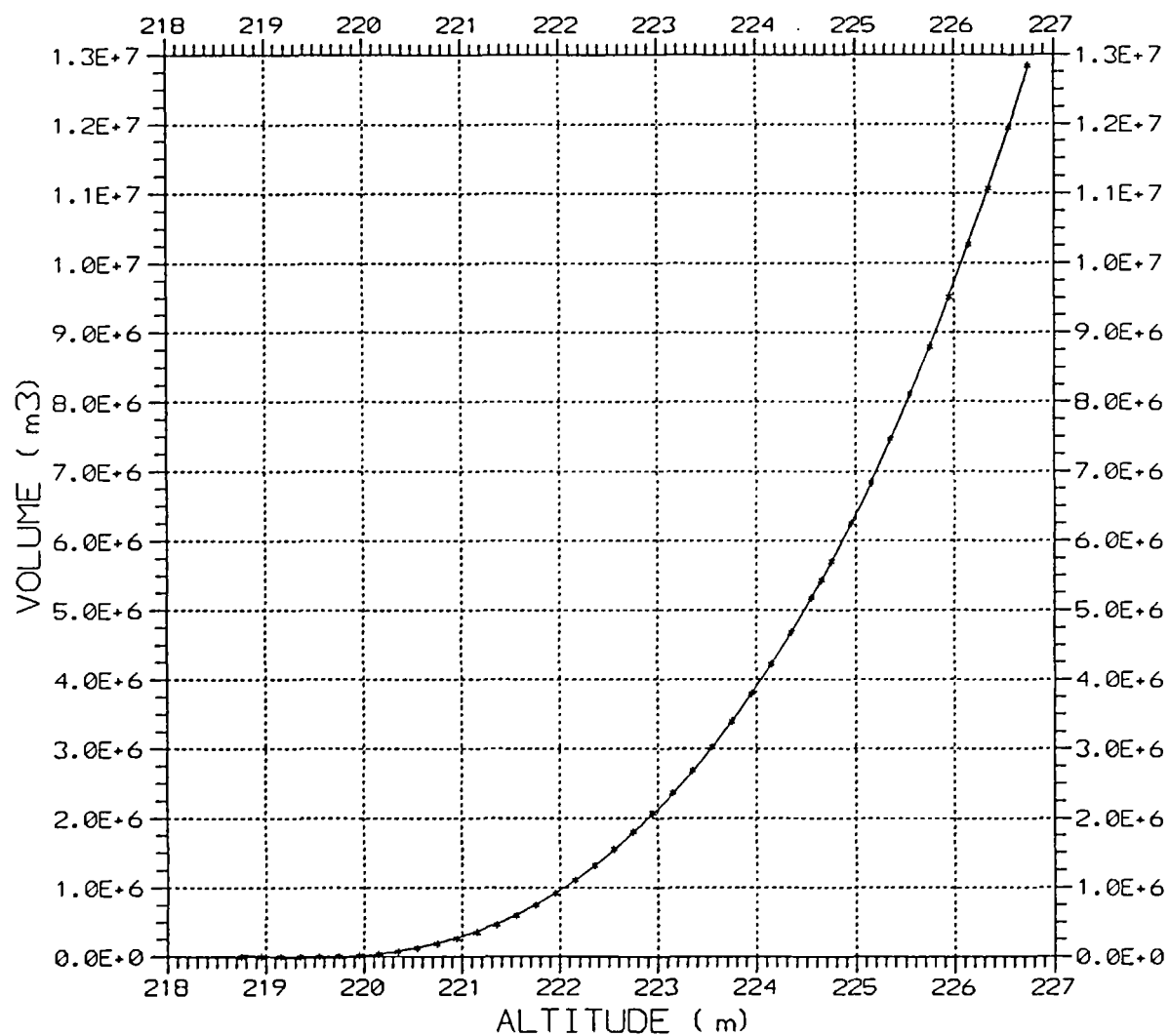


Figure 4 - Réservoir Saint-Michel : relation volume de la retenue/altitude du plan d'eau

La planche 4 (échelle 1/5 000) représente la carte des altitudes déduites de la carte bathymétrique à partir de la référence de 226,75 m.

Les calculs de volumes, utilisant les valeurs de la grille obtenue par interpolation, ont été réalisés selon la relation :

$\text{Volume} = \text{moyenne de hauteur (m)} * \text{surface de la maille (m}^2\text{)} * \text{nbre mailles}$

Le calcul pour une altitude de 226,75 m nous donne un volume de 12 839 363 m³.

Le tableau 1 donne les correspondances entre le volume de la retenue, la surface couverte et la hauteur du plan d'eau. La figure 4 représente la relation existant entre la cote du plan d'eau (altitude Z mètres) et le volume du réservoir (m³). Les points représentés ont été obtenus selon la méthode exposée précédemment. Une fonction polynomiale de degré 3 convient pour décrire cette relation. La courbe donnée en figure 4 passe fidèlement par les points calculés. Cette fonction s'écrit :

$$V(z) = a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + a_3 z^3$$

où les coefficients a_0 , a_1 , a_2 , a_3 sont les suivants :

- $a_0 = -1.91856 \text{ E11}$
- $a_1 = 2.64585 \text{ E9}$
- $a_2 = -1.21619 \text{ E7}$
- $a_3 = 18632.9$

4.2 - Sismique - Epaisseur des vases

Deux paramètres peuvent parfois rendre la méthode de sismique réflexion décevante, et c'est le cas ici :

- en raison de la présence d'échos multiples et de parasites, la tranche d'eau très faible sur les bordures du lac empêche la différenciation des réflecteurs sismiques ;
- la présence d'éléments très organiques et tourbeux constitue un écran naturel aux ondes acoustiques émises.

Dans la zone centrale et dans les parties assez profondes du lac, il a cependant été possible d'exploiter une partie des enregistrements. Les valeurs d'épaisseurs ont également été interpolées par la méthode de krigeage avec une maille de 5 m et un rayon de 300 m, compte tenu de l'espacement des points qui ont pu être interprétés.

TABLEAU 1

DENIVELE (m)	ALTITUDE (m)	SURFACE (m ²)	VOLUME (m ³)
0	226.75	4497150	12839363
.2	226.55	4473975	11941039
.4	226.35	4188400	11065753
.6	226.15	3861575	10267928
.8	225.95	3683825	9511636
1.0	225.75	3503900	8794789
1.2	225.55	3332500	8111305
1.4	225.35	3180075	7457276
1.6	225.15	3029925	6838541
1.8	224.95	2867050	6247302
2.0	224.75	2694350	5693162
2.1	224.65	2605225	5426684
2.2	224.55	2527725	5171725
2.4	224.35	2373525	4680591
2.6	224.15	2212600	4221641
2.8	223.95	2061550	3795314
3.0	223.75	1917150	3397190
3.2	223.55	1774125	3026657
3.4	223.35	1645675	2685742
3.6	223.15	1537275	2367404
3.8	222.95	1422375	2070978
4.0	222.75	1303875	1799348
4.2	222.55	1203525	1548937
4.4	222.35	1108875	1317344
4.6	222.15	1007425	1105145
4.8	221.95	889025	916585
5.0	221.75	793525	748294
5.2	221.55	696950	599377
5.4	221.35	602975	469718
5.6	221.15	512425	357673
5.8	220.95	432425	263347
6.0	220.75	354925	184561
6.2	220.55	275525	121507
6.4	220.35	203925	73821
6.6	220.15	140125	39515
6.8	219.95	77650	17937
7.0	219.75	33650	7268
7.2	219.55	14400	2621
7.4	219.35	4675	851
7.6	219.15	1650	282
7.8	218.95	600	78
8.0	218.75	150	10

La figure 5 représente la carte des épaisseurs des vases ou sédiments plus sableux au-dessus des niveaux argileux ou tourbeux, ceux-ci n'ayant jamais été traversés. Les épaisseurs restent inférieures dans la partie centrale du réservoir et ne dépassent pas 1,50 m dans quelques petites zones très ponctuelles.

Le volume de ces sédiments a été estimé par la même méthode de calcul que pour le volume d'eau à 1 835 916 m³. Cette valeur tient compte de la toute première couche de vase très liquide déposée sur le fond observée localement sur les enregistrements sismiques et dans certains prélèvements.

4.3 - Prélèvements - Analyse des échantillons

Sur plusieurs points, le carottier utilisé est allé jusqu'au refus, soit sur des niveaux argileux plastiques, soit sur les tourbes.

Le tableau 2 donne une description des échantillons prélevés. Il confirme la faible épaisseur des sédiments meubles.

Sur les points S2, S5, S9, des échantillons sous chemise plastique ont pu être obtenus ; les mesures de gammadensimétrie faites sur ces carottes ont pu différencier les niveaux de tourbe et les niveaux plus argileux. Les logs de mesure correspondants sont joints en hors-texte.

FIGURE 5

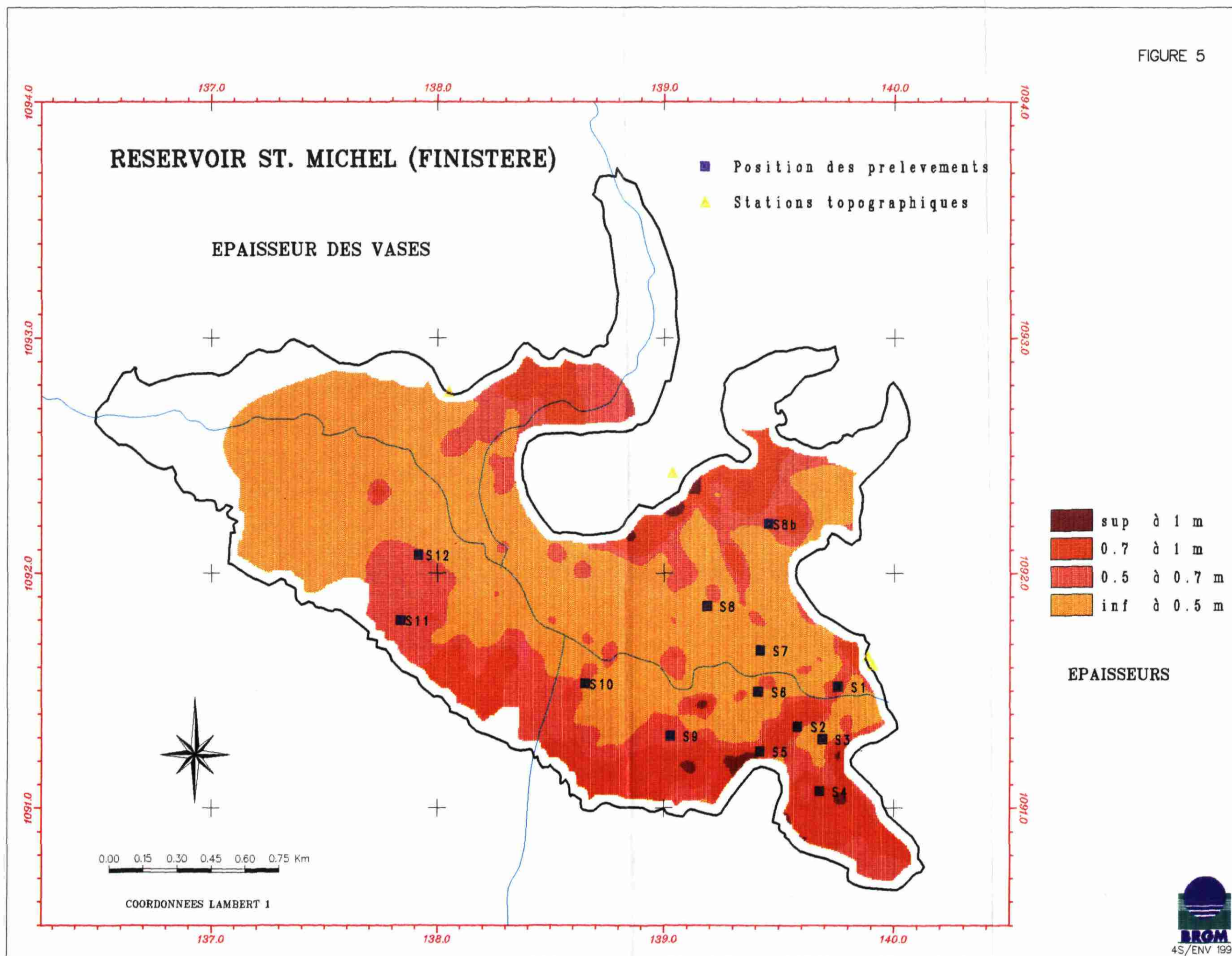


TABLEAU 2

ECH	POSITION		CONDITIONNEMENT	QUANTITE	DESCRIPTION
	X	Y			
P1	139.7543	1091.5179	Sac plastique	76 g	Tourbe noire , débris végétaux
P2	139.5779	1091.3479	Sac plastique	502 g	Tourbe noire très liquide
P2	139.5779	1091.3479	Carotte d= 60 m	L=104 cm	
P3	139.6866	1091.2933		586 g	Tourbe noire plus compacte, 1 bloc anguleux centimétrique quartzeux
P4	139.6752	1091.0715	Sac plastique	957 g	Sédiment argileux plastique ocre, tourbe disséminée
P5	139.4151	1091.2426	Sac plastique	402 g	Tourbe noire très liquide
P5	139.4151	1091.2426	Carotte d= 60 m	L =44 cm	
P6	139.4068	1091.4960	Sac plastique	1340 g	Mélange tourbe noire très liquide et sable moyen siliceux
P7	139.4173	1091.6715	Sac plastique	386 g	Tourbe noire liquide légèrement sableuse et graviers anguleux siliceux
P8	139.1850	1091.8605	Sac plastique	348 g	Tourbe noire compacte
P8b	139.4530	1092.2108		0	Tourbe liquide perdue à la remontée
P9	139.0252	1091.3082	Carotte d= 60 m	L=26 cm	
P9	139.0252	1091.3082	Sac plastique	493 g	Argile plastique gris présence de tourbe noire, quelques graviers
P10	138.6521	1091.5311	Sac plastique	793 g	Tourbe noire très liquide
P11	137.8350	1091.8000	Sac plastique	138 G	Tourbe noire, débris végétaux
P12	137.9144	1092.0781	Sac plastique	706 g	Tourbe noire liquide, quelques blocs compacts

5 - CONCLUSION

La campagne de reconnaissance effectuée sur ce site a permis d'évaluer les volumes d'eau disponible en fonction des différentes altitudes du plan d'eau avec une précision acceptable, et de déterminer la fonction qui régit cette variation de niveau.

Si la sismique réflexion continue peut paraître décevante, elle a cependant donné une approximation du volume des sédiments meubles (vases, ou vases sableuses) et permis de vérifier l'absence de sédimentation récente importante.

ANNEXE 1

Analyse des carottes
par une méthode non destructive

La GAMMADENSIMETRIE

(voir logs de mesure S2, S5, S9 en hors-texte)

Appareillage

Le banc de gammadensimétrie utilisé pour cette étude est un équipement original, construit à partir d'un matériel standard de mesure de radio-sondage. La particularité technique de cette réalisation réside dans l'emploi d'une source de Cesium 137 de très faible activité (≈ 100 nCi), qui a permis d'alléger considérablement la radioprotection de l'appareillage.

Cette conception a conduit à un appareil de mesure à faible encombrement et poids réduit aussi performant que des dispositifs plus lourds. Il s'ensuit un intérêt pratique évident pour le transport et la mise en oeuvre in situ. Un tel dispositif est appelé gamma-gamma car il comprend, comme son nom l'indique, un émetteur de rayons gamma et un récepteur des mêmes rayons.

Les paramètres d'enregistrement adaptés lors de cette prestation sont les suivants :

- . vitesse d'avancement analytique : 6 cm/mn
- . constante d'intégration : 4 secondes
- . seuil de discrimination : 50 KeV
- . pas de mesure de l'acquisition numérique : 5 mm

Principe

La méthode utilisée est basée sur l'absorption de rayons γ par la matière. Le rayonnement émis par le Cesium 137 avec une énergie de 0,662 MeV est capté par un détecteur après passage à travers l'écran formé par la roche carottée.

Dans la gamme d'énergie de cet émetteur ($< 1,5$ MeV), les rayons gamma entrent en collision avec les électrons des éléments constituant les sédiments (qui sont en majeure partie à nombre atomique relativement petit) et perdent une partie de leur énergie. Or, le nombre d'électrons par unité de volume de sédiments est approximativement proportionnel à leur densité et les collisions sont d'autant plus nombreuses que les sédiments sont plus denses.

S'il n'y a N_0 gammas incidents par unité de temps qui pénètrent dans un échantillon d'épaisseur x et de densité ρ , il n'y aura, en raison des interactions précédentes, que N gammas captés par le détecteur. L'atténuation du rayonnement est une fonction exponentielle de la densité de la forme :

$$N = N_0 e^{-c\rho x} \quad c = \text{coefficient d'absorption massique}$$

N_0

La mesure du rapport $\frac{N}{N_0}$ permet la détermination de la densité apparente du sédiment ou densité humide par l'intermédiaire d'une courbe d'étalonnage réalisée à partir d'échantillons de densité connue. On opère en géométrie de mesure collimatée qui peut être qualifiée de fine. Dans le cas d'échantillons compris dans une gaine plastique, la valeur de N_0 est l'intensité du faisceau après la traversée de l'enveloppe vide. La précision est meilleure que 2 % en valeur absolue.

ANNEXE 2

Calendrier des opérations

Cette opération, qui a priori ne présentait pas de difficultés majeures, a été soumise à des conditions climatiques relativement sévères.

Calendrier

- 31 mai 1991 : Préparation du matériel ; chargement du véhicule.*
- 03 juin 1991 : Voyage Orléans-Brennilis*
Essai de navigation sur le lac
Essai du matériel de positionnement (géodimètre infra-rouge)
- 04 juin 1991 : Installation du matériel bathymétrique et sismique*
Début des mesures
- 05 juin 1991 : Mauvais temps : vent fort, pluie ; mauvaise visibilité ;*
attente
Navigation difficile
Retour sur Orléans ; le matériel fixé (transducteur) est
laissé à poste
- 11 juin 1991 : Retour Orléans-Brennilis*
Vent fort, navigation impossible
- 12 juin 1991 : Même type de temps*
- 13 juin 1991 : Démobilisation complète du bateau ; retour sur Orléans*
- 24 juin 1991 : Nouvel essai ; route sur Brennilis*
- 25 juin 1991 : Installation du matériel et essai de mesures ; aggravation*
du temps
- 26 juin 1991 : Même type de temps le matin ; arrêt des opérations et retour*
sur Orléans

----- • -----

- 23 septembre 1991 : Remobilisation*
Voyage Orléans-Brennilis
- 24 septembre 1991 : Réaménagement du bateau*
Installation du matériel
- 25 septembre 1991 : Réalisation des sondages S1, S2, S3, S4.*
S5 : coupure du câble électrique d'alimentation ;
réparation
- 26 septembre 1991 : Fin des prélèvements S5, S6, S7, S8, S8b, S9, S10, S11,*
S12

27 septembre 1991 : Reprise des mesures bathymétriques et sismiques

30 septembre 1991 : Mesures bathymétriques et sismiques

1er octobre 1991 : Mesures bathymétriques et sismiques

*2 octobre 1991 : Fin des mesures bathymétriques et sismiques
Démobilisation
Retour à Orléans*

	ETABLI A: Centre de BREST BRGM	DATE: 11 Nov 1991	N: S-02
	OPERATEUR: MORGAN	UNITE: SGN/ANA	
	VERIFIE PAR: DUMAS A.	VISA: -----	Ref. Client: 4S/ENU
Bureau de recherches géologiques et minières BP. 6009 45060 ORLÉANS CEDEX 2 Tel: 38.64.34.34 / Telecopie: 38.64.35.18			

Position X: 139.5779 Y: 1091.3479 Prelevement: Electro-marteau

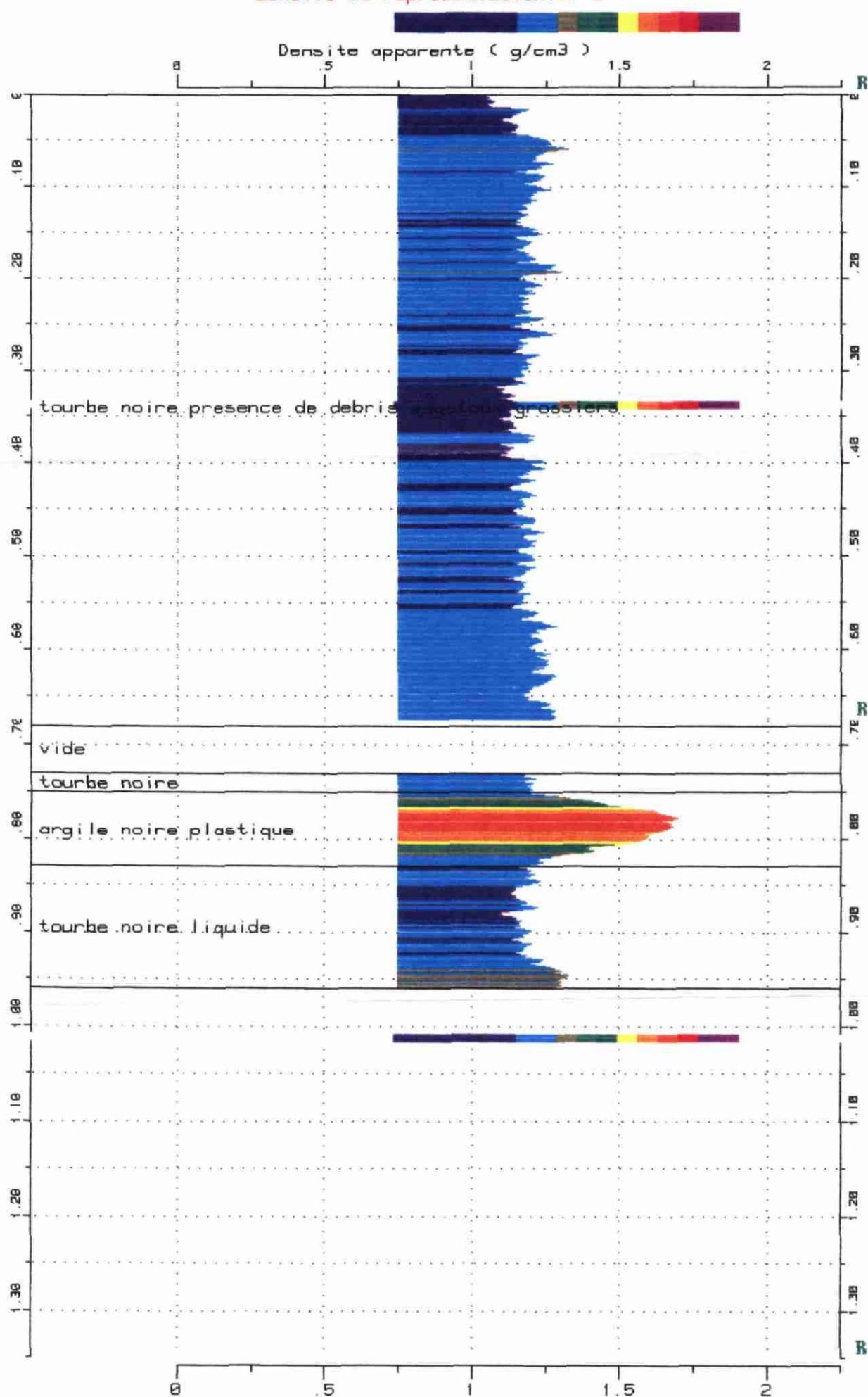
Carotte: Campagne Lac St Michel Profondeur: 0-1

* **GAMMADENSIMETRIE** *

(Mesure en continu de la densité humide des carottes)

PARAMETRES DE MESURE		PARAMETRES D'ENREGISTREMENT	
Source	: 100 Ci 137Cs	Vitesse de mesure	: 7 cm/mn
Sonde	: 50 ILS	Pas de mesure (m)	: 0.01
Compteur	: IPP4	Diametre (mm)	: 60
Echelle	: 5000 CPS	Cote debut (m)	: 0
Integration	: 4 Secondes	Cote fin (m)	: 1
Seuil	: 50 KEV	Densite matricielle	: 2.71
Appareil	: GAMMA-GAMMA 01	Densite fluide	: 0

Echelle de representation: 1/5





ETABLI A: Centre de BREST BRGM

DATE: 11 Nov 1991

OPERATEUR: MORGAN

UNITE: SGN/ANA

N: S--85

VERIFIE PAR: DUMAS A.

VISA: -----

Bureau de recherches géologiques et minières
BP. 6009 45060 ORLEANS CEDEX 2
Tel: 38.64.34.34 /Telecopie: 38.64.35.18

Ref. Client: 4S/ENU

Position X: 139.4151 Y: 1891.2426

Prelevement: Electro-marteau

Carotte: Campagne Lac St Michel

Profondeur : 0-.42

*

GAMMADENSIMETRIE

*

(Mesure en continu de la densité humide des carottes)

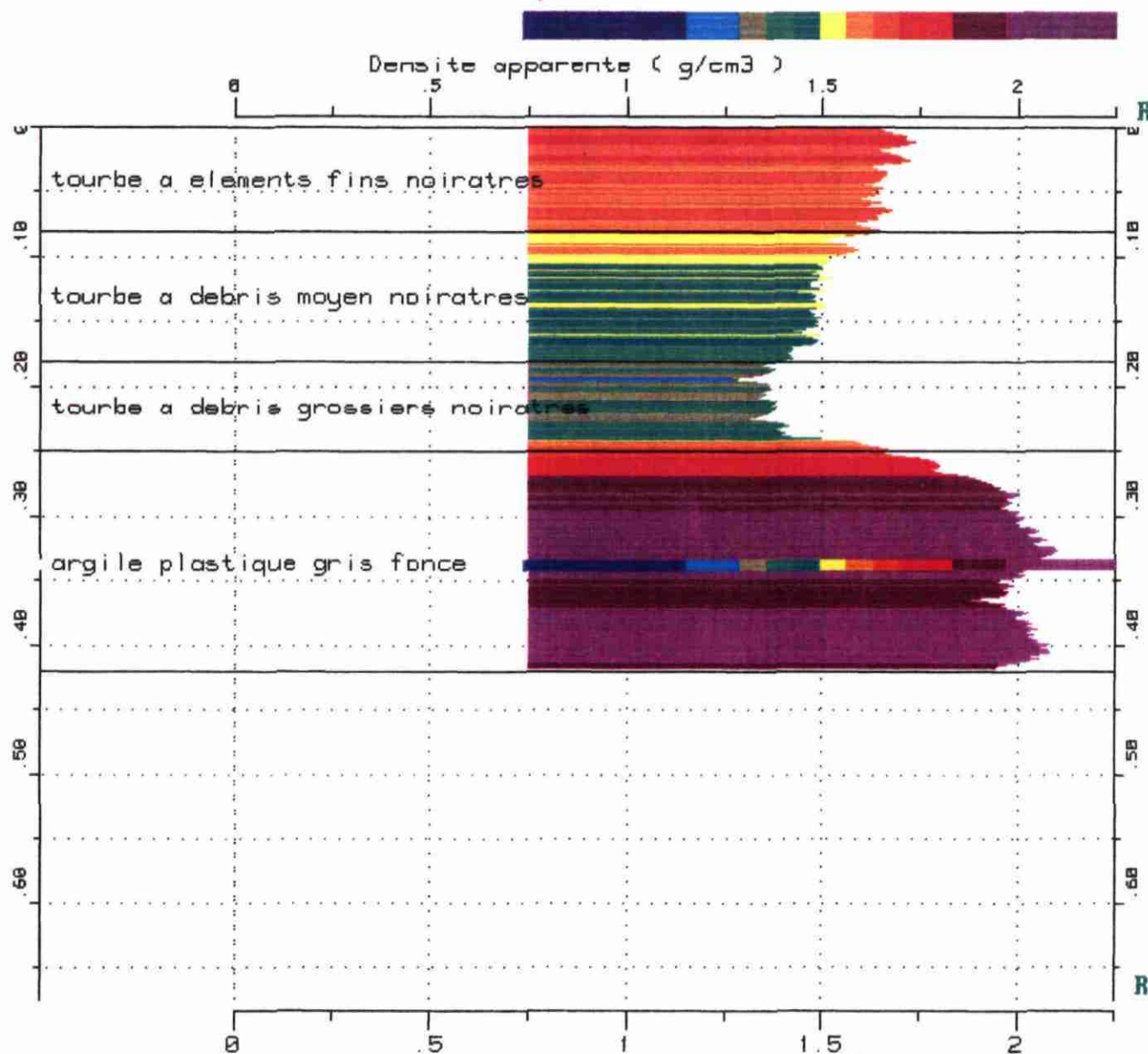
PARAMETRES DE MESURE

Source : 100 Ci 137Cs
Sonde : 50 ILS
Compteur : IPP4
Echelle : 5000 CPS
Integration : 4 Secondes
Seuil : 50 KEV
Appareil : GAMMA-GAMMA 01

PARAMETRES D'ENREGISTREMENT

Vitesse de mesure : 7 cm/mn
Pas de mesure (m) : .001
Diametre (mm) : 60
Cote debut (m) : 0
Cote fin (m) : .42
Densite matricielle : 2.71
Densite fluide : 0

Echelle de representation: 1/ 5





ETABLI A: Centre de BREST BRGM

DATE: 11 Nov 1991

OPERATEUR: MORGAN

UNITE: SGN/ANA

N: S-89

VERIFIE PAR: DUMAS A.

VISA: -----

Bureau de recherches géologiques et minières
BP. 6009 45060 ORLÉANS CEDEX 2
Tel: 30.64.34.34 /Telecopie: 30.64.35.10

Ref. Client: 4S/ENU

Position X: 139.8252 Y: 1091.3052

Prelevement: Electro-marteau

Carotte: Campagne Lac St Michel

Profondeur: 0-.23

* GAMMADENSIMETRIE *

(Mesure en continu de la densité humide des carottes)

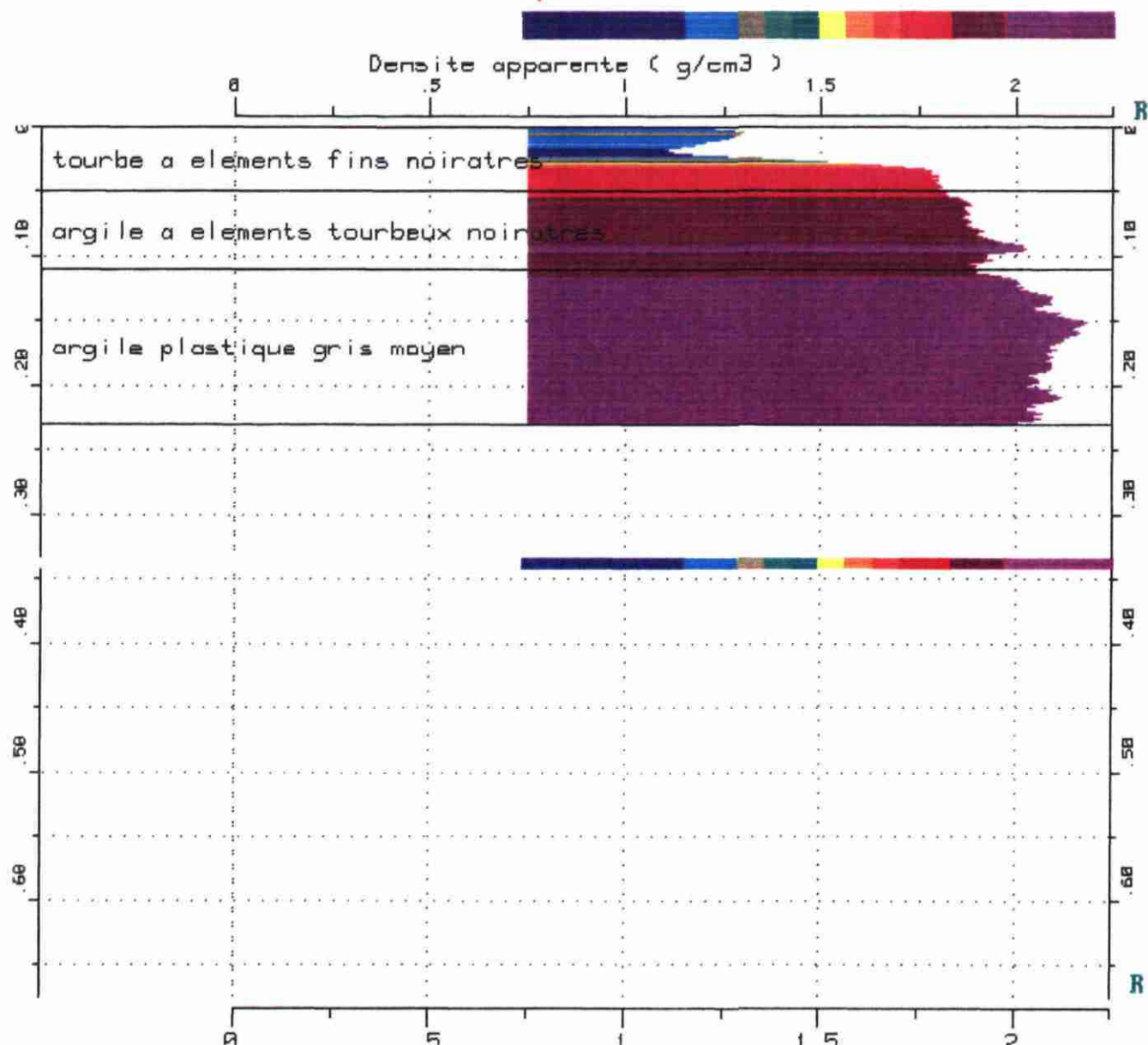
PARAMETRES DE MESURE

Source : 100 Ci 137Cs
Sonde : 50 ILS
Compteur : IPP4
Echelle : 5000 CPS
Integration : 4 Secondes
Seuil : 50 KEV
Appareil : GAMMA-GAMMA 01

PARAMETRES D'ENREGISTREMENT

Vitesse de mesure : 7 cm/mn
Pas de mesure (m) : .001
Diametre (mm) : 60
Cote debut (m) : 0
Cote fin (m) : .23
Densite matricielle : 2.71
Densite fluide : 0

Echelle de representation: 1/ 5



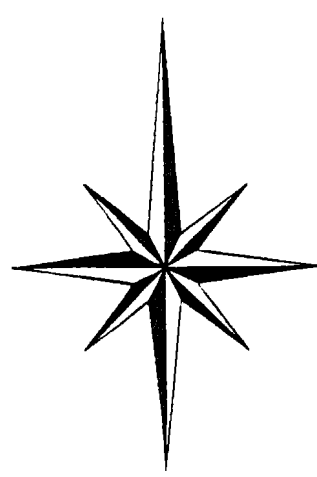
RESERVOIR ST. MICHEL (FINISTERE)

PLAN DE POSITION

ECHELLE 1 / 5000

COORDONNEES LAMBERT 1

- + 1667 Numero des tops
- Position des prelevements
- ▲ Stations topographiques



0 00 0 05 0 10 0 15 0 20 0 25 km



RESERVOIR ST. MICHEL (FINISTERE)

PLAN DE SONDES

ECHILLE 1 / 5000

COORDONNEES LAMBERT 1

- + 8.4 Profondeur (m)
- Position des prelevements
- ▲ Stations topographiques

0.00 0.05 0.10 0.15 0.20 0.25 Km

RESERVOIR ST. MICHEL (FINISTERE)

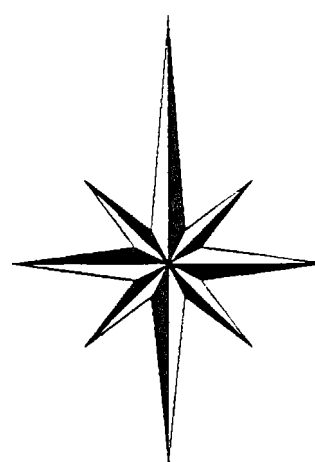
CARTE BATHYMETRIQUE

EQUIDISTANCE DES COURBES . 0.2 metres

ECHELLE 1 / 5000

COORDONNEES LAMBERT 1

Position des prelevements
Stations topographiques



0 00 0 05 0 10 0 15 0 20 0 25 Km

RESERVOIR ST. MICHEL (FINISTERE)

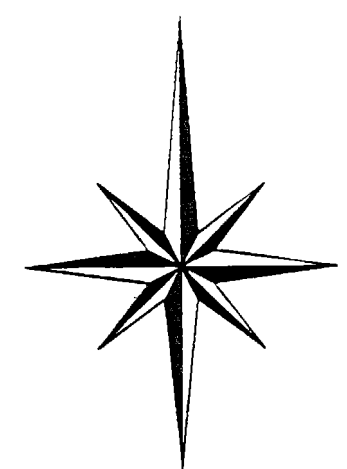
CARTE DES ALTITUDES

EQUIDISTANCE DES COURBES : 0.2 metres

ECHELLE 1 / 5000

COORDONNEES LAMBERT I

■ Position des prelevements
▲ Stations topographiques



0 00 0 05 0 10 0 15 0 20 0 25 Km

