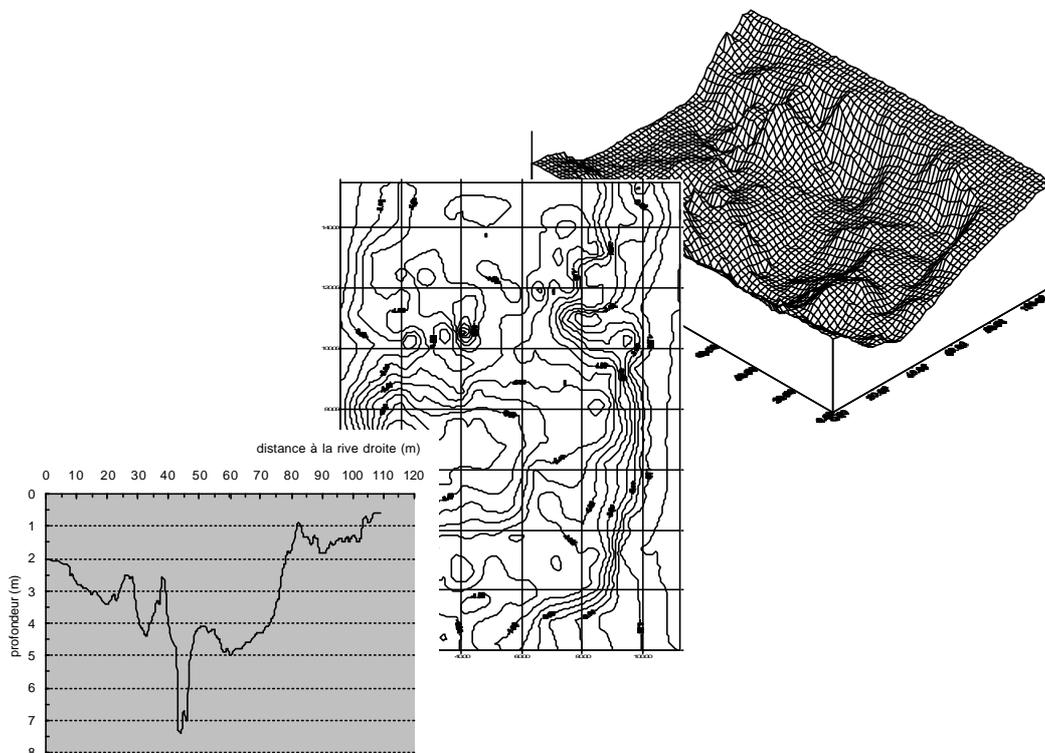


PROSPECTION PAR BATHYMETRIE POSITIONNEE INFORMATISEE

APPLIQUEE A LA RECHERCHE
ARCHEOLOGIQUE SUBAQUATIQUE



par

PH. BONNIN

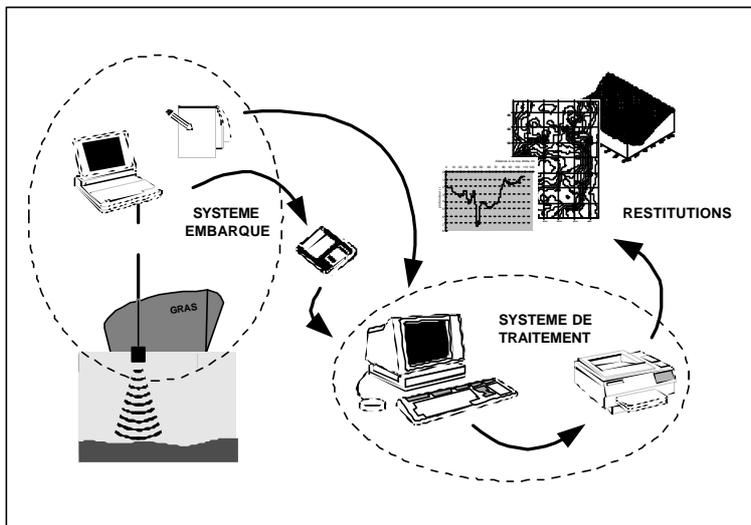
juillet 1998

OBJECTIF DE LA PROSPECTION BATHYMETRIQUE

L'objectif est d'obtenir une représentation graphique du lit d'une rivière notamment sous forme d'un ensemble d'isobathes dont l'analyse permet de repérer des anomalies topographiques révélatrices de vestiges archéologiques. Le principe est également applicable à l'exploration d'un plan d'eau quelconque (lac, mer, ...), à condition d'être suffisamment en vue de la rive qui servira au repérage.

Il s'agit donc de mesurer la profondeur sous un niveau de référence, en des points positionnés dans le plan horizontal puis de traiter ces informations pour aboutir à des représentations graphiques exploitables.

PRINCIPE DE LA PROSPECTION BATHYMETRIQUE



Le processus complet comprend trois phases :

- **préparation,**
- **acquisition numérique de profils** transversaux en respectant simultanément un cheminement (système embarqué),
- **traitement des données et restitution** (système de traitement).

Une phase complémentaire constitue l'interprétation. Seules les trois premières phases sont présentées ici.

Préparation :

En premier lieu, il convient de disposer d'une carte de la rivière ou du plan d'eau à une échelle exploitable et que l'on pourra éventuellement agrandir localement.

Lorsque la zone à étudier est définie, on implante un système de repérage sur chacune des deux berges de la rivière.

Il s'agit de deux lignes inextensibles de 100 m de longueur munies de flotteurs numérotés tous les 10 m.

Ces lignes latérales sont tendues sur l'eau à une distance de la berge telle que la hauteur d'eau sous elles soit compatible avec le tirant d'eau du bateau sondeur, en ligne droite, chacune entre deux piquets qui seront topographiés précisément sur la carte de la rivière. Cette opération topographique n'est pas décrite ici.

En principe, on dispose les lignes longitudinalement afin que la droite joignant deux flotteurs de même numéro soit perpendiculaire à l'axe de la rivière. Cependant, on peut avoir avantage à décaler la ligne d'arrivée vers l'amont afin que le cheminement se fasse contre une composante du courant ce qui facilite la maîtrise de la trajectoire.

Les lignes pourront être brisées si nécessaire. Dans ce cas, les points de brisures seront topographiés comme les extrémités.

Pour élargir la zone de mesure, il suffira de déplacer les lignes en conservant une des extrémités pour servir d'origine à la zone suivante.

Les repères peuvent également être matérialisés par des signes réalisés avec une bombe de peinture fluorescente sur des surfaces telles des parois de quais parfaitement identifiables sur les cartes.

Acquisition numérique de profils :

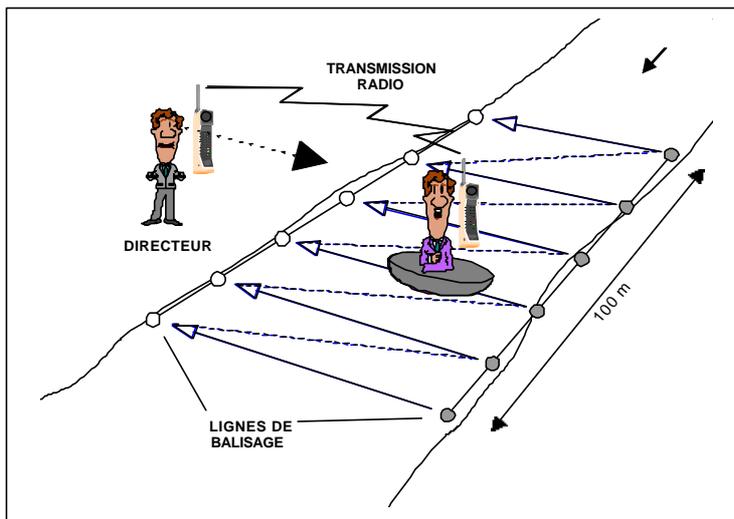
La chaîne d'acquisition, embarquée sur un bateau motorisé conduit par un pilote, est manipulée par un opérateur et elle est constituée :

- d'un **transducteur à ultra-sons** conditionné par un module électronique. Cet ensemble assure :
 - l'émission et la réception des signaux ultrasonores sur commande de l'ordinateur,
 - la mesure de la profondeur par comptage du temps aller/retour du signal,
 - le codage de la valeur de la profondeur pour sa prise en compte par l'ordinateur.
- d'un **micro-ordinateur portable** muni d'un logiciel spécifique qui permet :
 - la prise en compte de la valeur de la profondeur,
 - le choix des paramètres d'acquisition (cadence, échelle de profondeur, échelle de distance, sens d'avance, dénomination du profil, ...),
 - de commander le départ et l'arrêt de l'acquisition, l'inscription de tops de repérage, l'enregistrement d'un profil et la réinitialisation pour une nouvelle acquisition,
 - l'affichage en temps réel, à l'écran du profil en cours d'acquisition,

- l'enregistrement des profils et des paramètres sur une disquette informatique standard 3.5".
 - la relecture d'un profil pour contrôle.
- du **plan de cheminement** sur lequel sont notés, pour mémoire, des informations relatives aux différents profils au cours de leur acquisition (minutes). Ce principe, à priori trivial, est plus rapide et plus souple donc plus pratique que l'introduction directe dans l'ordinateur.

La particularité du système est que seul le premier écho parvenant au transducteur est pris en compte. On évite ainsi la ligne de fond « baveuse » et imprécise obtenue par les sondeurs du commerce.

Cheminement :



Chaque mesure de profondeur doit être positionnée dans le plan constitué par la surface de l'eau.

La méthode retenue consiste à imposer au transducteur une trajectoire en ligne droite à vitesse constante pendant l'acquisition d'un profil.

Le bateau est piloté en ligne droite, transversalement à l'axe de la rivière, entre deux des flotteurs (de même numéro) de chacune des lignes de 100 m disposées sur chaque rive. On peut ainsi réaliser onze profils sensiblement parallèles.

Le déplacement en ligne droite est assuré par des instructions de guidage transmises par radio au pilote par un directeur installé au niveau d'un flotteur. Celui-ci vérifie que le bateau reste sur l'axe matérialisé par les deux flotteurs. Le bateau part de la berge opposée, au niveau du flotteur, et vient vers le directeur.

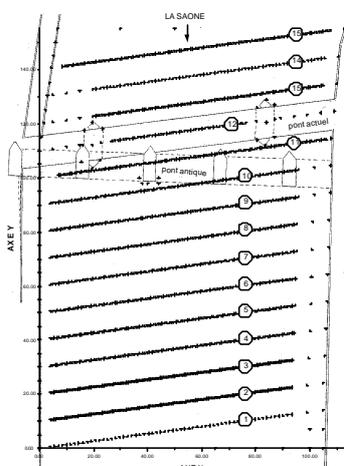
L'écart latéral maximum constaté, dû principalement à la dérive provoquée par le courant,

est inférieur à 1 m sur une distance de 100 m, ce qui est parfaitement admissible.

L'acquisition des mesures de profondeur n'est déclenchée qu'à une certaine distance du flotteur de départ et arrêtée également avant l'arrivée au niveau du flotteur d'arrivée (les deux distances sont notées sur les minutes) pour les raisons suivantes :

- L'utilisation d'un moteur impose un tirant d'eau minimum qui peut être insuffisant si le mouillage au niveau des flotteurs est faible.
- Le bateau doit avoir atteint la vitesse qu'il conservera pendant la traversée au départ de l'acquisition.
- L'arrêt du bateau doit se faire avant de couper la ligne d'arrivée et en tout cas pour éviter une collision avec la berge.

Traitement des données et restitution :



Le traitement des données bathymétriques nécessite l'attribution de coordonnées X-Y-Z dans un système orthonormé à chacune des mesures de profondeur.

Connaissant les points de départ et d'arrêt de l'acquisition du profil, donc leur distance et le nombre d'acquisition faites entre ces deux points et sachant que la vitesse de déplacement a été constante, on en déduit la position linéaire correspondant à chaque acquisition de mesure de profondeur.

On choisit ensuite un système de coordonnées X-Y orthonormé en prenant, par exemple, l'une des deux lignes latérales comme axe X.

Connaissant la position de la trajectoire de chaque profil on peut convertir la coordonnée linéaire de chaque point de mesure en coordonnées X-Y.

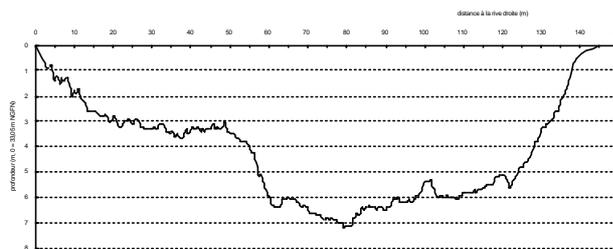
La coordonnée Z est disponible directement dans l'enregistrement informatique de chaque profil, exprimée en mètre sous la surface. Elle est transférée dans un tableur (genre EXCEL) ou des traitements numériques sont effectués pour aboutir à un fichier contenant les coordonnées X-Y-Z de chacun des points des profils.

La profondeur peut être convertie en altitude NGF ou IGN69 si l'on connaît l'altitude du plan d'eau.

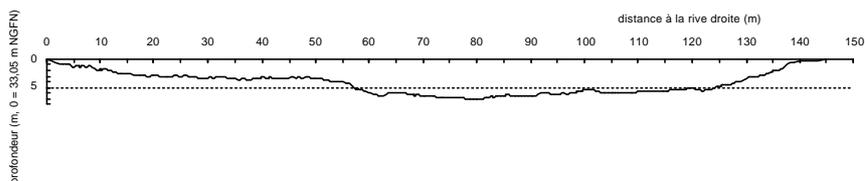
Le tableur permet de produire des représentations graphiques des profils avec des échelles graduées et possibilité de commentaires. Ces représentations peuvent être étendues ou comprimées dans les deux dimensions pour faciliter leur interprétation.



Profil comprimé.

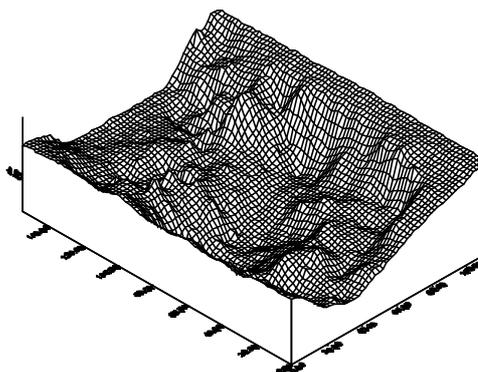
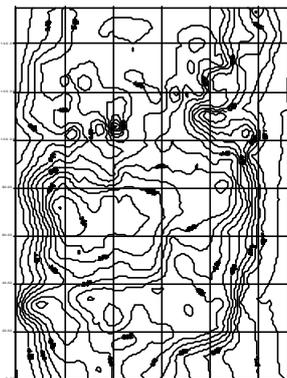


Profil optimal.



Profil à échelles égales.

Les données du fichier peuvent être également traitées par un logiciel spécialisé dans la production de représentations isobathymétriques (en couleur éventuellement) et tridimensionnelles. Les cheminements peuvent également être représentés par ce logiciel.



Caractéristiques techniques de l'ensemble acquisition - restitution :

Transducteur :	fréquence 200 kHz, angle d'émission 20°, muni du câble de liaison au module électronique et monté sur une perche réglable en tangage et immersion.
Module électronique :	dim 200x100x150 mm, alimentation 18 V, affichage de la profondeur (m et dm), connecteur pour liaison parallèle.
Cordon de liaison :	standard parallèle, longueur 1 m.
Ordinateur portable :	PC 486, environnement WINDOWS 3.11, lecteur de disquettes 3.5 ", logiciel d'acquisition spécifique, disquettes 3.5 ", adaptateur 12 V et batterie au plomb 12 V pour augmentation d'autonomie.
Télécommunications :	Deux Talkie-Walkie UHF, 69 canaux, puissance 10 mW, écouteur - micro cravate.