

# La bathymétrie

(livre blanc)

# La bathymétrie

(principes et outils)

1. INTRODUCTION
2. À QUELLES PROBLÉMATIQUES RÉPOND T-ELLE ?
3. LE SONDEUR BATHYMÉTRIQUE
4. LE SYSTÈME DE POSITIONNEMENT
5. LES ÉQUIPEMENTS NÉCESSAIRES
6. LA GAMME ESCADRONE
7. QUESTIONS & RÉPONSES

# Introduction

La bathymétrie repose sur une technique qui va permettre de mesurer la profondeur et le relief sous la surface de l'eau grâce à différents capteurs (sonde bathymétrique, sonar, laser...). Tout comme pour les photos aériennes ou les images satellitaires qui ont permis d'avoir un autre regard de la surface de la terre, les relevés bathymétriques ont profondément modifié la perception du fond des océans et des mers.

Les techniques traditionnelles de mesure de la topographie sous-marine qui jusqu'à présent étaient fastidieuses et onéreuses ont été supplantées par des moyens plus innovants grâce à la robotique autonome.

Aujourd'hui, l'utilisation d'un engin nautique motorisé et autonome offre de multiples avantages.

Les données enregistrées permettent d'éditer, de visualiser et de restituer la morphologie du fond en 2 ou 3 dimensions.

Les données peuvent être visualisées à différents stades de traitements et sous différents aspects...

Selon l'objectif final de la mesure, le résultat de la bathymétrie permet d'obtenir un nuage de points XYZ, une carte incluant des isobathes ou un profil de rugosité, un modèle 3D texturé, obtenir un calcul de cubatures et d'évolution de stocks sédimentaires ou encore une étude du volume d'eau restant.

## Objectifs visés par un levé bathymétrique

- Mieux connaître la topographie du sol sous la surface de l'eau, comme pourrait le faire un géomètre pour le relief terrestre,
- Sécuriser la navigation de surface ou sous-marine,
- Mesurer les stocks sous eau et les niveaux d'envasement des lits de rivière et carrières par exemple,
- Établir des cartes bathymétriques des fonds marins que vous pourrez ensuite superposer avec une topographie terrestre...

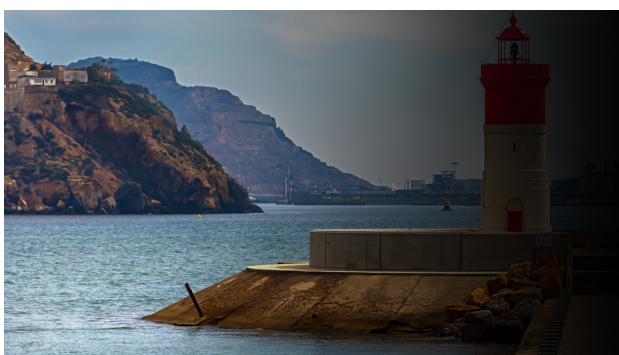
## Objectifs visés par un drone de surface

- Optimisation du temps d'opération sur place,
- Diminuer les risques humains,
- Réduction des coûts au minimum.

# A quelles problématiques répond t'elle ?

Les application en matière de bathymétrie sont multiples.

Un relevé bathymétrique va permettre de connaître avec précision la profondeur d'une zone en eau et la retranscrire sous la forme d'une carte ou de plan incluant des isobathes et ce quelque soit la nature du site (un lac, une lagune, un barrage ou encore une digue...).



Dans le cadre d'une zone maritime, une meilleure connaissance des profondeurs marines permettra d'actualiser les informations de tirant d'eau par exemple afin de sécuriser la navigation.



Pour les gestionnaires de barrage, l'objectif visé par un levé bathymétrique va permettre de connaître le niveau d'envasement des prises d'eau et des exutoires de secours.



Dans les bassins de décantation ou gravières, il est fréquent d'effectuer des levés bathymétriques avant et après dragage afin de contrôler le volume effectivement dragués.



Les prélèvements aquatiques peuvent être d'ordres multiples mais le plus souvent l'intérêt est d'avoir un vecteur marin rapide à déployer pour aller prélever des échantillons liquides sans contaminer la zone.



Monofréquence ? Bifréquence ? Multifaisceaux ?

# Le sondeur bathymétrique

Le sondeur bathymétrique émet un signal acoustique qui va rebondir sur le fond et revenir au sondeur. L'objectif de la sonde consiste à déterminer le temps qu'il aura fallu à l'écho pour être réfléchi par le sol puis revenir au sondeur.

On obtient ainsi une mesure de profondeur du fond par rapport à la position du niveau de l'eau.

Le sondeur est relié à un système de localisation qui lui fournit la position.

La fréquence acoustique : plus elle est basse et plus la portée et la pénétration du signal seront importants.

Pour obtenir des informations encore plus précises, vous pouvez également réaliser un profil de célérité grâce à un célérimètre (sonde de célérité). Cet instrument de mesure permettant de calculer la vitesse du son dans l'eau pourra notamment être plongé à distance si votre drone de surface est équipé d'un treuil automatique..

SONDEURS	PLAGE DE PROFONDEURS	FRÉQUENCE	TYPES DE LEVÉS
GRANDS FONDS	100 À 12000M	10-15 KHZ	TALUS, ET PLAINES ABYSSALES
MOYENS FONDS	30 À 3000M	30-50 KHZ	PLATEAU, TALUS
PETITS FONDS	5 À 500M	80-120 KHZ	PLATEAU CONTINENTAL
TRÈS PETITS FONDS	0 À 100M	200-400 KHZ	ZONES LITTORALES

# Échosondeur

1

## Mono-fréquence

La sonde mono-faisceau mesure la profondeur uniquement à l'aplomb de sa position jusqu'au 1er obstacle (un fond dur, une plante un peu dense, le sommet de la vase...).

Le sondeur mono-faisceau mono fréquence est un moyen efficace et peu onéreux qui permet d'obtenir des données bathymétriques fiables à partir de 30 cm de profondeur.

2

## Bi-fréquence

La basse fréquence (généralement 30 kHz) permet d'estimer une épaisseur de sédiments fluide puisque le signal pénètre en partie les sédiments. Le couplage des 2 fréquences permet théoriquement d'estimer l'épaisseur des sédiments mous.

L'échosondeur mono-faisceau bi fréquence permet d'obtenir des valeurs à partir de 50 cm.

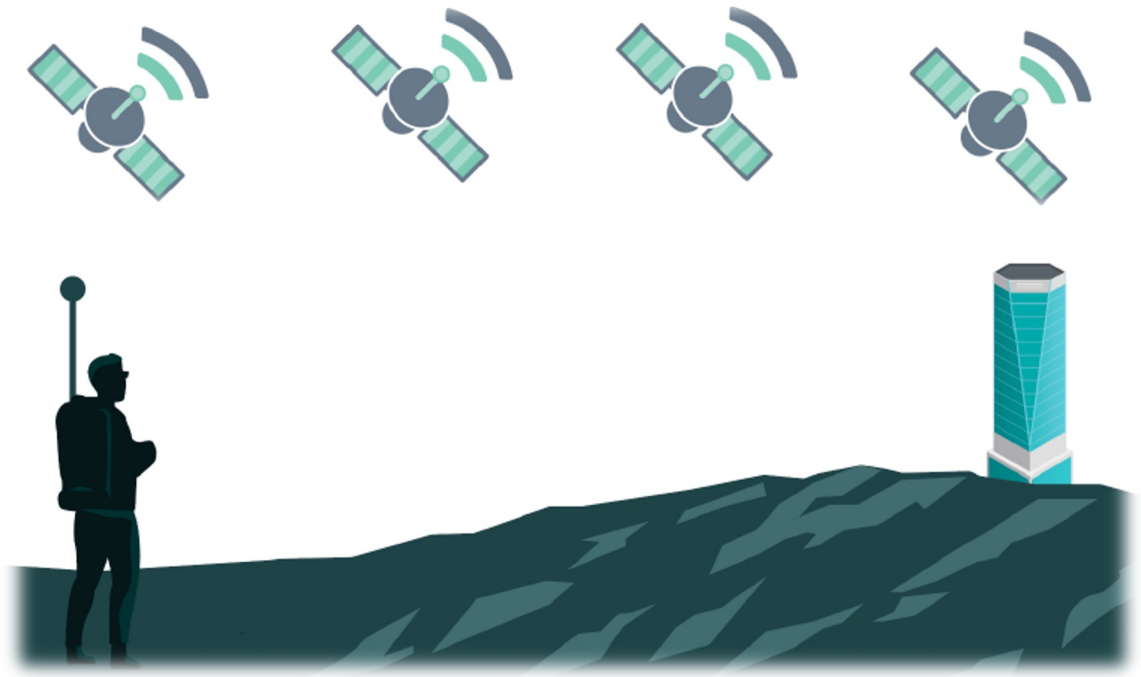
3

## Multi-faisceaux

Outil de mesures acoustiques qui permet d'établir des mesures sur toute une fauchée perpendiculaire à l'axe du bateau. La largeur de cette fauchée (ou éventail) varie de 2 à 7 fois la profondeur.

Ce type de sondeur émet plusieurs faisceaux (jusqu'à 256 avec une ouverture généralement à 120°)

# Le système de positionnement



- 1** Un échosondeur mesure uniquement des profondeurs. Afin de rattacher les différentes mesures effectuées, il a besoin d'un système de positionnement horizontal et vertical qui lui fournit sa position. Par abus de langage on parle de GPS alors que l'on devrait parler de GNSS (ensemble comprenant un récepteur et une constellation de satellites permettant de situer un utilisateur).
- 2** Parmi les constellations les plus développées, les constellations : Américaine GPS, Russe GLONASS, Chinoise BEIDOU, la Européenne GALILEO. Quatre satellites minimums sont nécessaires pour obtenir une position. Le récepteur calcule sa distance au satellite grâce à l'heure, la position et la trajectoire du satellite et par trilatération obtient sa position.
- 3** En mode naturel (c'est-à-dire sans méthode de correction) ce calcul permet d'obtenir une précision décimétrique. Mais il est parfois nécessaire d'augmenter la précision des informations reçues. C'est ce que l'on appelle la correction différentielle obtenue grâce au fonctionnement RTK ou encore PPK. Le système RTK va vous permettre d'obtenir des informations en temps réel. De son côté le GPS PPK va recevoir les informations avec un géotag approximatif et le logiciel traitera dans un second temps les informations pour corriger les informations.
- 4** Le principe de la méthode différentielle est de corriger la position (longitude, latitude et hauteur) du rover ou récepteur (dans notre cas le bateau drone) à partir d'une erreur calculée sur un point connu. Ces systèmes de corrections différentiels permettent d'obtenir des données XYZ centimétrique sur des terrains dégagés. Dès lors qu'une barrière naturelle ou artificielle existe cette précision diminue (édificiations ou navires pour les zones portuaires, rideau végétale ou falaises pour les bassins naturels sont des obstacles limitent pour un GPS).

# Équipements...



**Pour réaliser des relevés bathymétriques rapide et précis, vous devez vous assurer de disposer d'un certain nombre d'équipements ;**

- ✓ Un engin nautique motorisé autonome adapté aux contraintes matérielles et d'accès au plan d'eau,
- ✓ un sondeur bathymétrique suivant le type d'information que vous souhaitez récupérer,
- ✓ un système de positionnement GNSS pour connaître la position du bateau drone,
- ✓ une station de correction différentielle RTK ou PPK pour augmenter la précision des données reçues,
- ✓ un système de navigation pour le pilotage à distance du bateau drone,
- ✓ une radiocommande longue portée avec transmission wifi pour la liaison entre l'opérateur et le bateau drone,
- ✓ une unité de traitement de données (type PC embarqué) qui accueillera des logiciels de navigation,
- ✓ un logiciel d'acquisition et de visualisation en temps réel des mesures réalisées par la sonde,
- ✓ un abonnement 3G/4G auprès d'un opérateur privé (Teria, Orphéon...) si vous voulez avoir des positions XYZ plus précisés avec votre station de correction différentielle RTK ou PPK





BATHYDRONE

## drone marin VASCO

“ *Le VASCO est un drone de surface performant et rapide conçu pour être déployé dans les aux intérieures, les rivières et la frange littorale.* ”

Les capacités d'emport du VASCO lui permettent d'embarquer différents instruments de mesure (sondeur monofréquence, bifréquence, multifaisceaux, ADCP et dispositif lidar).

Conçu pour être déployé en moins de 5 minutes par un opérateur, le VASCO est un véhicule autonome de surface conjuguant performance, rapidité, robustesse et précision.



### Domaines d'application

- Mesure de profondeurs sous-marine pour faciliter la navigation,
- Suivi de l'envasement des prises d'eau et des exutoires de secours sur les barrages,
- Estimer les volumes de gravières à extraire pour les gestionnaires de carrières,
- Obtenir un calculs de cubatures et d'évolution de stocks sédimentaires,
- Effectuer une mesure de débit (jaugeage) sur des rivières,
- Prélèvements d'échantillons liquides pour analyser la qualité de l'eau.



### Les + produits

- Equipements évolutifs adaptés à vos missions,
- Déploiement simple et rapide en moins de 5 minutes,
- Vitesse de 3 mètres/seconde,
- Précision RTK,
- Facilité d'utilisation en mobilisant un seul opérateur.



BATHYDRONE

## drone marin NANO

“ *Le NANO est un drone de surface conçu a été conçu pour être déployé par 1 opérateur en moins de 5 min dans les environnements difficiles d'accès.* ”

Conçu par des professionnels de la mesure bathymétrique et des domaines aquatiques, le NANO est conçu et assemblé en France.

Tout en étant une machine très évoluée, il a été pensé pour une utilisation simple et rapide.

Le NANO est déployé en moins de 5 minutes par un seul opérateur et offre une autonomie jusqu'à 8h.



### Domaines d'application

- Mesurer les stocks sous eau avec l'échosondeur monofréquence,
- Estimer les volumes de gravières à extraire avec l'échosondeur bifréquence,
- Suivi de l'évolution de l'envasement pour éviter les problèmes de navigation.



### Les + produits

- Déploiement simple et rapide,
- Déployable par un seul opérateur,
- Sécurité et économie pour vos clients,
- Faible tirant d'eau : 20cm



BATHYDRONE

## drone marin bathydrone

“ *Le BathyDrone est un drone de surface conçu pour de nombreuses applications aquatiques qui vont du simple prélèvement jusqu’aux cartographies et analyses sous-marines avancées.* ”

Conçu par des professionnels de la mesure bathymétrique et des domaines aquatiques, le BathyDrone est conçu et assemblé en France.

Tout en étant une machine très évoluée, il a été pensé pour une utilisation simple et rapide.

Le BathyDrone est déployé en moins de 5 minutes par un seul opérateur et offre une autonomie jusqu’à 8h.



### Domaines d’application

- Bathymétrie mono-fréquence et bi-fréquence,
- Inspection visuelle des intrados d’ouvrages extérieurs et intérieurs,
- Prélèvement d’échantillons d’eau et sols mous,
- Treuil multifonctionnel pour descendre tous types de sonde physico-chimiques et célérité jusqu’à 50m



### Les + produits

- Nombreux accessoires adaptables même après achat,
- Déploiement simple et rapide,
- Déployable par un seul opérateur,
- Sécurité et économie pour vos clients,
- Faible tirant d’eau : 20cm



## drone marin multiboat

“ *Le MultiBoat est un drone de surface capable de répondre à de nombreuses exigences d’inspection, de surveillance et de contrôle.* ”

Les capacités d’emport du MultiBoat lui permettent d’embarquer différents équipements afin d’effectuer notamment des inspections visuelles, réaliser une topographie sous-marine, exécuter des analyses et des prélèvements d’eau ou encore assurer le nettoyage de plan d’eau grâce à un filet récupérateur de déchets flottants.



### Domaines d’application

- Inspection visuelle des fondations d’ouvrages d’art difficiles d’accès,
- Mesure de profondeurs sous-marine pour faciliter la navigation,
- Prélèvements d’échantillons liquides pour analyser la qualité de l’eau,
- Dispersion d’eau colorée pour identifier l’origine d’une fuite,
- Collecte de déchets flottants pour la préservation de l’environnement...



### Les + produits

- Equipements évolutifs adaptés à vos missions,
- Déploiement simple et rapide en moins de 5 minutes,
- Encombrement réduit pour faciliter le transport des zones difficiles,
- Solution plus économique que les méthodes traditionnelles,
- Facilité d’utilisation en mobilisant un seul opérateur.

# Questions Réponses

## Comment programmer un parcours de mission automatique ?

Pour vous permettre de programmer un parcours de mission automatique, vous devrez disposer d'un progiciel dédié du type « QGroundControl » ou « Mission Planer » par exemple.

Ce type d'application est spécialement conçu pour contrôler les petits véhicules terrestres, aériens et maritimes depuis votre ordinateur .

Grâce à ce type de progiciel, vous allez pouvoir créer des points de cheminement pour des trajectoires de mouvement automatisées.

Les contrôles peuvent être établis via WiFi, des périphériques USB et d'autres ports externes, en fonction du type de véhicule que vous souhaitez contrôler.

Doté de nombreuses options de navigation sur cartes, vous allez pouvoir vous déplacer librement et planifier soigneusement votre parcours.

---

## Quel est le degré de précision d'un levé de fond ?

La précision globale d'un levé bathymétrique est liée à trois choses ;

- La précision du GPS embarqué (3-4 cm en XYZ, jusqu'à 1 cm avec un pos-traitement)
- La précision du sondeur bathymétrique (précision de 1 cm + 0.1% de la profondeur)
- La connaissance précise de la célérité, à mesurer sur site lors de l'acquisition pour éviter des erreurs de plusieurs % de la profondeur (jusqu'à 3m de profondeur d'erreur à plus de 50m).

---

## Comment estimer le temps nécessaire pour réaliser un relevé bathymétrique ?

Cela dépend de la densité du levé que vous aurez défini et qui vous permettra de prévoir l'espacement entre les lignes de mesure définies sur votre logiciel d'acquisition bathymétriques.

- pour les bassins de grande taille (> de 10 hectares = 10 000m<sup>2</sup>), on peut envisager d'espacer les lignes de navigation d'environ 10m ce qui correspondrait à 30mn de navigation par hectare,
  - pour les bassins plus petits (environ 3 hectares), on pourra éventuellement avoir plus de détails en privilégiant un espacement moins important entre chaque lignes (3m par exemple). Ce qui permettrait d'envisager une charge de travail équivalente à 1h30 par hectare.
- Pour conclure, le coût est fortement lié à l'espacement que l'on décide d'appliquer entre les lignes de mesure.



### Avantages d'un drone de surface

- Réduction des risques
- Automatisation des missions
- Gain de temps
- Diminution des coûts

## Depuis 2014

Fondée par Nicolas Hebert, l'entreprise ESCADRONE est pionnière dans la création, la vente, l'homologation de drones et la formation à ses usages et métiers.

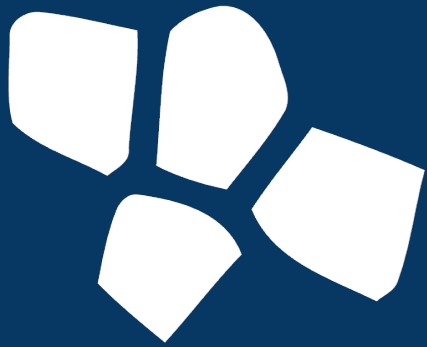
Elle se positionne comme experte de son domaine et connaît parfaitement ses acteurs et les produits du marché.

Son domaine d'activité repose sur la conception, la distribution, la formation et la maintenance avec un positionnement à 360° sur le marché du drone.

## Les services ESCADRONE

- Un pôle recherche et développement pour adapter et faire évoluer certains équipements afin d'ouvrir le champ des possibles sur des applications très spécifiques,
- Un pôle commercial pour écouter et conseiller sur le matériel le plus adapté aux problématiques des prospects et clients,
- Un pôle SAV/maintenance pour accompagner dans l'utilisation et la maintenance des équipements commercialisés,
- Un pôle formation qui va dispenser des formations métiers pour tous les niveaux depuis les compétences de bases jusqu'aux techniques avancées de vol automatique, prises de vues techniques, photogrammétrie et même LiDAR.

**ESCADRONE accompagne les entreprises dans l'intégration de la ROBOTIQUE AUTONOME**



# EscadDrone



445B rue Lavoisier 38330 Montbonnot Saint Martin

Tél. 04 58 00 54 10

[bathymetrie@escadrone.com](mailto:bathymetrie@escadrone.com)

[www.escadrone.com](http://www.escadrone.com)