

Projet UE 2.2

Treillage sonar remorqué



INSTITUT
POLYTECHNIQUE
DE PARIS



Élèves Thomas FERRER
Ewen PINSART
Elouan STASSEN
Lancelot RAMIS

Encadrants :

Jean-François GUILLEMETTE
Irvin PROBST

ENSTA Bretagne
Institut Polytechnique de Paris

23 mai 2025

Table des matières

1	Introduction	2
2	Analyse du cahier des charges	3
2.1	Objectifs fonctionnels	3
2.2	Contraintes techniques	3
3	Etude théorique	4
3.1	Modélisation du système	4
3.1.1	Démarche	4
3.1.2	Données paramètres et hypothèses de travail	4

Chapitre 1

Introduction

Les sonars latéraux sont largement utilisés pour détecter la présence d'objets posés sur les fonds marins. Ils sont montés sur des « poissons » remorqués, immergés à faible distance du fond afin de bénéficier d'une bonne rasance. Ce mode de détection permet de repérer les objets par leur « ombre acoustique », formée par la réflexion des ondes sonores sur ces derniers.

Cependant, plusieurs défis techniques doivent être relevés pour une mise en œuvre efficace. L'un des principaux est le positionnement du sonar : les données recueillies sont géo-référencées à partir de la position GPS du navire, alors que le sonar est décalé horizontalement vers l'arrière. Il est donc nécessaire d'estimer cette distance, appelée « layback », pour corriger le positionnement. Cela peut être réalisé soit expérimentalement, soit par modélisation de la déformée du câble de remorquage.

Par ailleurs, la mise à l'eau du sonar repose actuellement sur un touret manuel, peu pratique à utiliser. L'objectif du projet est donc double : modéliser la déformée du câble pour estimer le layback, et concevoir un support pour un treuil motorisé, permettant de faciliter et d'automatiser la mise à la mer du sonar.

Chapitre 2

Analyse du cahier des charges

2.1 Objectifs fonctionnels

Les objectifs principaux du projet sont les suivants :

- Permettre la mise à l'eau et la récupération du sonar grâce à un treuil motorisé ;
- Estimer la déformée du câble afin de corriger le positionnement géographique des mesures du sonar (calcul du layback) ;
- Étudier les efforts mécaniques subis par le câble et le point d'ancrage ;
- Concevoir une structure de support pour le treuil adaptée à l'environnement du navire « Méлитé » ;
- Proposer une solution éventuellement évolutive vers un système automatique de régulation de profondeur du sonar.

2.2 Contraintes techniques

Le cahier des charges impose plusieurs contraintes à respecter :

- Le treuil doit permettre l'enroulement homogène de 50 m de câble électroporteur ;
- Il doit supporter une tension en pointe d'au moins 1500 N, voire 2000 N en cas d'accrochage du sonar ;
- La structure de support devra être compatible avec les platines latérales présentes sur la plage arrière de la « Méлитé » ;
- Le support devra être suffisamment robuste et ne pas interférer avec les autres équipements du navire ;
- Le projet doit être mené en mode collaboratif, avec une démarche rigoureuse de conception (analyse fonctionnelle, modélisation, maquette numérique, choix des matériaux).

Une tâche complémentaire optionnelle consiste à concevoir un système de trancannage pour assurer un enroulement optimal du câble :contentReference[oaicite :1]index=1.

Chapitre 3

Etude théorique

3.1 Modélisation du système

Pour recueillir des données du sonar, il est nécessaire d'en connaître sa position. En effet, si le bateau tracteur peut être géolocaliser par GPS, ce n'est pas le cas du sonar car les ondes électromagnétiques ne traversent pas l'eau.

Une solution envisageable est d'estimer la déformée du câble à partir des efforts subis par le système. On pourra alors, estimer le layback du sonar.

3.1.1 Démarche

- Déterminer les efforts sur le bout du câble en isolant le sonar.
- Discrétiser le câble en n éléments indéformables
- Détermination de l'inclinaison du premier segment de câble par rapport au deuxième
- Itération sur les tous les éléments restants
- Estimation du layback

3.1.2 Données paramètres et hypothèses de travail

Hypothèses :

- Câble pesant, flottant et non élastique
- Angle du premier élément de câble dans l'axe de la résultante sonar \leftrightarrow câble

Données d'entrées :

- Vitesse du bateau : 4 nœuds soit 2,05 m/s
- Diamètre du câble : 6,3 mm
- Longueur du câble : 50 m
- Mer(à 15 °C) :
- Masse Volumique : 1025 kg/m³
- Viscosité dynamique : $1,22 \times 10^{-3}$ Pa.s

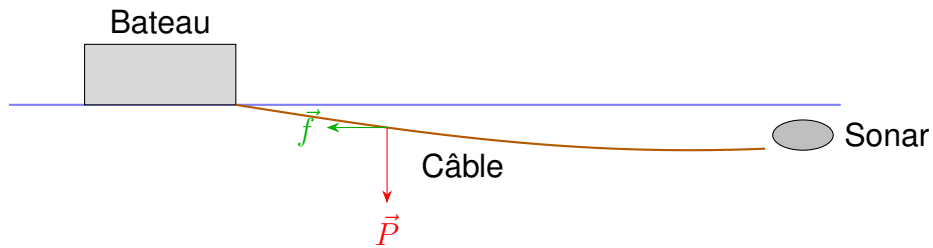


FIGURE 3.1 – Vue générale : bateau, câble déformé et sonar

3.1.3 Modélisation des efforts hydrodynamiques

Isolement du sonar

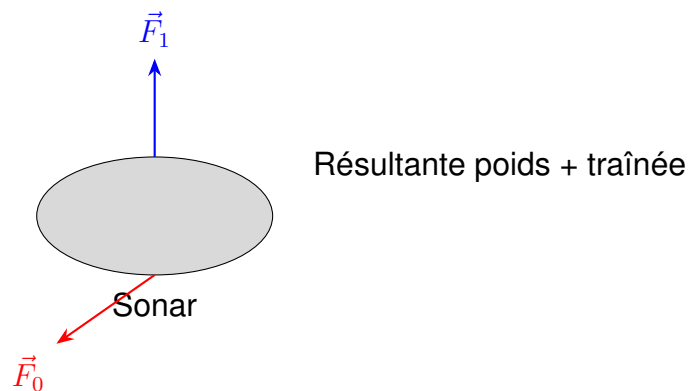


FIGURE 3.2 – Efforts appliqués sur le sonar

Dans le référentiel terrestre supposé galiléen, nous supposerons le sonar en translation rectiligne uniforme. On considère la force de pesanteur, la poussée d'archimède, la traînée et les frottements du à l'eau, ainsi que la force du câble sur le sonar comme l'ensemble des forces s'appliquant sur le système.

Dimension du sonar : Longueur : 830 mm Diamètre : 60 m

Isolement du câble

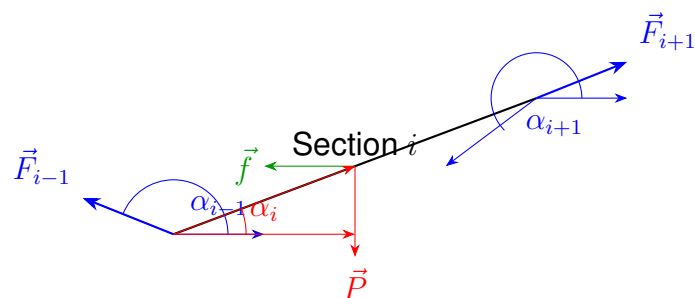


FIGURE 3.3 – Bilan des forces sur une section inclinée du câble

3.1.4 Résultats et Validation du modèle

Grâce au code python disponible en annexe (X), nous avons obtenus ces résultats :
Layback (à 4 nœuds) : X m Profondeur (à 4 nœuds) : X m

Si les ordres de grandeurs semblent être respectés, on constate tout de même une différences de plusieurs mètres, allant jusqu'à près de 20% dans les cas les plus critiques. De tel écart peuvent sembler être mineur mais sont en réalité important lorsqu'on parle de récif dans un port par exemple.

On peut alors supposer plusieurs sources d'erreurs ou d'écarts :

- Constantes d'entrée différentes et incertitude
- Calculs de trainées plus possibles

3.2 Estimation de la position du sonar

3.3 Choix techniques et conception

3.3.1 Architecture retenue

3.3.2 Choix des composants

3.3.3 Calculs associés

3.4 Simulation et validation

3.4.1 Hypothèses de simulation

3.4.2 Résultats obtenus

3.4.3 Analyse critique

Chapitre 4

Conclusion et perspectives

.1 Annexe 1 : Données techniques

.2 Annexe 2 : Codes ou algorithmes utilisés

Bibliographie

- [1] Titre du document, Auteur, Année.
- [2] Titre ou site, consulté le jj/mm/aaaa.