

**Détection de Champs Magnétiques**  
**Dans le Domaine Naval**

---

**NAVAL GROUP/ G2Elab/GIPSA-Lab**

**Contexte**

La Détection Magnétique consiste à mesurer sur un ou plusieurs capteurs embarqués dans un porteur (avion, hélicoptère, drone aérien ou sous-marin...), un champ magnétique, et à l'utiliser pour détecter la présence ou non d'un dispositif, en se basant sur le champ spécifique que celui-ci produit autour de lui. Ce champ a pour origine diverses sources qui composent ce dispositif: l'aimantation des éléments ferromagnétiques utilisés (acier), les courants continus ou alternatifs qui circulent dans les conducteurs, les courants dus à la corrosion des matériaux en milieu marin. Cependant, en plus du champ dû à la présence éventuelle de l'objet recherché (pipelines, câbles de transport d'énergie, sous-marins), les capteurs mesurent également le champ environnant (d'origine géophysique, géomagnétique, ou induit par le capteur et le porteur), vu comme du bruit par rapport au signal que l'on cherche à détecter. Ainsi, le champ mesuré lors du trajet du ou des capteurs doit subir un traitement spécifique, afin de statuer sur la présence ou non d'un dispositif, et d'éventuellement le localiser.

Cette thématique générale de la détection magnétique intéresse Naval Group. Dans le cadre particulier de la détection de sous-marins, il s'agit d'un véritable enjeu stratégique pour la Marine Nationale, et par conséquent, il l'est aussi pour Naval Group, qui réalise ces bâtiments et travaille à leur système de discrétion électromagnétique. Naval Group travaille depuis plusieurs années sur ces sujets en collaboration avec le G2Elab (Equipe Champs Magnétiques Faibles), spécialiste pour la caractérisation et la réduction des sources magnétiques d'indiscrétion, et le GISPA-Lab pour le volet de la détection.

## **Objectif du stage**

Le présent stage a pour objectif d'étudier les différentes sources de champ produit par un dispositif sous-marin donné, afin de pouvoir les exploiter spécifiquement et complémentaires dans un schéma de détection, aéroportée ou sous-marine, sur un ou 2 capteurs (mesures en gradient). On se basera pour cela sur les approches déjà mises en œuvre pour la détection liée à l'indiscrétion principale d'un navire (magnétisme de coque) mais on s'intéressera également à de nouvelles approches issues de l'intelligence artificielle. Ce stage, très exploratoire, se propose d'étudier certains des points proposés ci-dessous, en fonction de l'intérêt du candidat :

- Bibliographie sur la détection magnétique passive au sens large, pour différents dispositifs sous-marins (câbles de transport d'énergie, pipelines, navires, etc) et divers types de sources (magnétisme des matériaux, courant dans conducteurs électriques ou de corrosion)
- Etude analytique du champ magnétique dû à la corrosion pour un navire, avec influence du milieu où est mesuré le signal (étude dans l'air mais aussi dans l'eau de mer) et des paramètres du problème (conductivité de l'eau, distance de détection...)
- Comparaison des signaux dus à la corrosion et au magnétisme de coque pour un navire
- Même type d'étude pour un autre dispositif comme un pipeline ou un câble sous-marin
- Etude d'une mesure en gradient (2 capteurs, dans un premier temps) ou par combinaison de mesures de plusieurs capteurs
- Recherche d'une base de décomposition du signal étudié, inspirée de ce qui est fait dans le cadre de la détection d'un dipôle ou multipôle magnétique
- Etude d'un schéma de détection dans un bruit et de ses performances, en se basant sur un traitement statistique ou des techniques issues de l'intelligence artificielle.

**Mots clés :** Détection magnétique, sources de champs magnétiques faibles

**Pré-requis :** Magnéto-statique, traitement du signal, statistique, intelligence artificielle, programmation (C ou Matlab).

**Lieu du stage :**

Laboratoire de Génie Électrique de Grenoble (G2Elab) principalement, avec ponctuellement, réunions au GIPSA-Lab (Grenoble Images Parole Signal Automatique) suivant les besoins

**Durée du stage :** 6 mois, de février à juillet 2022

**Indemnité du stage :** de l'ordre de 1100 € mensuel (financement Naval Group)

**Pré-Requis Entreprise :** Nationalité française exigée

**Encadrement :**

Laurent DEMILIER (Naval Group)

[laurent.demilier@naval-group.com](mailto:laurent.demilier@naval-group.com)

Laure-Line ROUVE (G2Elab)

[Laure-Line.Rouve@g2elab.grenoble-inp.fr](mailto:Laure-Line.Rouve@g2elab.grenoble-inp.fr)

Steeve ZOZOR (GIPSA-Lab)

[steeve.zozor@gipsa-lab.grenoble-inp.fr](mailto:steeve.zozor@gipsa-lab.grenoble-inp.fr)

**Information complémentaire :**

Ce stage peut donner lieu à une poursuite en thèse sur la même thématique et le même périmètre, sous réserve de l'acceptation du dossier du candidat, et en particulier de ses résultats académiques.