

Chaire TransNum

"Transformation Numérique pour l'Observation, la Surveillance et la Sécurité du Milieu Marin"

1 Contexte

Dans un rapport récent, l'OCDE prévoit en 2030 le doublement de l'économie maritime qui était en 2010 de 1500 Milliards de dollars, en cohérence avec la stratégie européenne pour la croissance bleue. Mais l'exploitation des ressources marines (biologiques, énergétiques, minérales,...) qu'elles soient nouvelles ou non et la maritimisation de l'économie (transports, services, tourisme,...) impliquent une connaissance approfondie et une surveillance systématique du milieu marin, pour garantir un développement pacifique, écologique et durable.

Garantir la durabilité des ressources implique de sécuriser les activités humaines en mer et sur le littoral, face à de nombreuses menaces (terroristes, illégales, déni d'accès, menaces environnementales, ...) et de « monitorer » l'impact de ces activités sur le milieu naturel.

Parallèlement, l'introduction massive des technologies numériques offre de nouvelles opportunités comme l'apparition de nouveaux moyens de surveillance et d'intervention dotés de capacités de collecte et d'exploitation de données d'observation sans commune mesure avec l'existant. Ces senseurs et l'intelligence d'exploitation de leurs données sont des moyens essentiels pour améliorer la connaissance, la protection et la sécurité des espaces maritimes.

Afin de développer les connaissances technologiques et méthodologiques permettant de relever ces challenges, les partenaires prévoient de mettre en place une chaire de recherche et d'enseignement relative à la **"Transformation Numérique pour l'Observation, la Surveillance et la Sécurité du Milieu Marin"**.

2 Objectifs de la chaire d'enseignement et de recherche

L'étendue de l'espace maritime constitue en soi une caractéristique particulièrement exigeante dès lors que l'on ambitionne d'en assurer l'observation et la surveillance à cette échelle. Indépendamment des problématiques de coûts et de moyens humains à y affecter, se pose la question de la mise en place de stratégies opérationnelles permettant de satisfaire les exigences et les performances attendues par les différentes parties prenantes. Les systèmes d'observation, leur plus grande autonomie, les traitements numériques associés sont autant de clés pour améliorer l'efficacité de systèmes globaux de surveillance des espaces maritimes, de l'observation des océans et de lutte contre la piraterie.

Dans ce sens, la thématique générale de la chaire proposée concerne les ensembles coordonnés de plateformes robotisées autonomes et leur utilisation à des fins d'observation et de surveillance des espaces maritimes. Elle se décline dans les quatre principaux objectifs complémentaires suivants:

- Améliorer les performances des réseaux de capteurs en localisation, détection et identification automatique,
- Concevoir des systèmes distribués autonomes,
- Garantir la performance en autonomie de mission, la sécurité de la navigation en mer et la sûreté des systèmes autonomes,

- Permettre l'intégration de ces systèmes autonomes dans des systèmes plus vastes exploitables par les différentes communautés d'acteurs.

Chacun de ces quatre objectifs est précisé ci-dessous.

L'observation et la surveillance des océans nécessitent le recours à des systèmes évoluant dans les milieux aériens, sous-marins et en surface. Ils sont munis de capteurs complémentaires (acoustiques/électromagnétiques/optiques etc...), exploitant les différents canaux physiques, recueils de l'information environnante. Ils sont dotés de capacités de traitements spécifiques adaptés aux capteurs, d'algorithmes de fusion de données et leur intelligence embarquée les dote d'une certaine autonomie de décision par rapport aux informations recueillies ; en particulier ils sont aptes à se localiser dans l'environnement maritime. Interconnectés entre eux pour former un réseau de capteurs, ils sont dotés de capacités de communication sécurisée de l'information et constituent une brique essentielle de la performance des systèmes autonomes.

Ainsi la problématique d'insertion de systèmes autonomes dans le milieu maritime passe par l'amélioration des performances des capteurs mis en œuvre et recouvre cette thématique essentielle :

- Capteurs intelligents et traitements avancés (senseurs apprenants, coopération entre senseurs, senseurs hyper spectraux, etc.),

Un objectif tangible de la chaire dans ce domaine pourrait être de démontrer la capacité d'un système autonome à égaler les performances d'un opérateur humain en détection ou identification.

Outre l'amélioration des capteurs, la problématique de conception de systèmes autonomes distribués met aussi en œuvre des thématiques telles que :

- Architecture matérielle (HPC, FPGA, SoC),
- Automatique et robotique,
- Communications sous-marines et multi-milieux.

Un objectif tangible de la chaire dans le domaine de la conception de systèmes autonomes pourra être de démontrer la faisabilité de permettre à un drone de surface ou sous-marin de naviguer de manière sécurisée dans le trafic maritime.

Au-delà de l'amélioration des capteurs intelligents et de la conception de systèmes autonomes, le troisième enjeu de la chaire se positionne sur la conception d'ensembles coordonnés, fonctionnant en réseaux de capteurs et en tirant le meilleur profit. Le point central est ainsi de mettre en place des stratégies de coordination du réseau d'agents mobiles, en termes de navigation et de couvertures pour le recueil de données sur un vaste territoire maritime ; sont à adresser en particulier des questions comme la recherche des combinaisons optimales de meutes et la distribution des tâches entre plateformes multi-milieux. Un des objectifs à garantir sera la persistance temporelle de l'atteinte de la mission prédéfinie. Cette problématique de coordination met en œuvre des thématiques telles que :

- Intelligence embarquée : contrôle intelligent, coordination de meutes,
- Ingénierie dirigée par les modèles,
- Méthodes formelles pour la validation des systèmes.

Un objectif tangible de la chaire sur ce sujet pourrait être par exemple la preuve de concept d'un système de drones autonomes permettant d'augmenter les capacités de surveillance d'une zone maritime étendue (e. g. le Golfe de Gascogne).

Le quatrième aspect visé par la chaire est la question de l'insertion du réseau de plateformes mobiles autonomes dans un ensemble plus vaste et déporté de dispositifs de surveillance ou de valorisation et traitement de grandes masses de données. Les questions qui se posent sont relatives aux modes de coopération entre les opérateurs humains et les systèmes autonomes, le rebouclage entre les traitements massifs (éventuellement à terre) et les missions de surveillance en cours. Cette problématique met en œuvre des thématiques telles que :

- Interaction humain machine et coopération entre opérateur et système autonome
- Télé-opération
- Traitements massifs et sécurisés de grands volumes de données
- Services basés sur l'exploitation des données maritimes
- Géomatique et big data.

Un objectif tangible de la chaire sur ce sujet pourra être de définir et mettre en œuvre un réseau de systèmes d'acquisition de données maritimes en surface et sous la surface pour détecter des situations anormales.

La concrétisation des travaux de la chaire se ferait au travers d'un démonstrateur de système autonome multi-robots. Au-delà de la simple validation in-situ des travaux de recherche, ce démonstrateur permettrait d'éviter que les résultats de la chaire ne soient qu'une concaténation de travaux de recherche décorrélés les uns des autres. Le second objectif du démonstrateur serait de faire émerger de nouveaux produits industriels. Ces produits pourraient ensuite être intégrés comme briques de base de systèmes complexes proposés par Thales.

3 Environnement d'accueil de la chaire

La chaire est pilotée dans le cadre d'un accord particulier entre les partenaires du laboratoire WAVES.

Elle dispose d'un environnement d'accueil

- Sur le site de Brest de Thales dans le cadre des installations consacrées au laboratoire WAVES.
- Sur le site de l'ENSTA Bretagne principalement dans l'équipe PRASYS du Lab-STICC. Cette équipe développe au sein du Lab-STICC des axes de recherche visant au couplage fort entre des algorithmes embarqués d'observation de l'environnement (traitement du signal et de l'image) et les fonctions de guidage et de contrôle de mobile (automatique, robotique), en particulier dans un contexte de groupes de mobiles (robots, drones, agents) coordonnés. Plus d'informations sur PRASYS sont disponibles sur <http://www.lab-sticc.fr/en/teams/m-588-prasys.htm>.
- Sur le site de Brest de l'ISEN Yncréa Ouest au sein des équipes du L@bISEN participant au laboratoire WAVES : SEACom – Systèmes Embarqués Acoustique et Communication (Modélisation acoustique, Communication acoustique sous-marine, Robotique marine et sous-marine, Observatoires marins et sous-marins), VISION – Vidéo, Signal, Image, traitement Optique et Numérique (Reconnaissance automatique des formes et du mouvement dans les images, Imagerie, Compression et cryptage de l'information), et ESE – Énergie et Systèmes Électromécanique (développement des méthodes de commande, diagnostic des systèmes électromécaniques, smart grids et qualité de l'énergie).

La chaire implique également d'autres équipes de WAVES qui interviennent dans le programme transverse « systèmes de drones » du Lab-STICC. Une liste non exhaustive des équipes impliquées dans ce programme, qui apportent des compétences utiles au développement de la chaire, est accessible sur <http://www.lab-sticc.fr/en/transversal-programs/m-587-systems-of-drones.htm>.

La chaire s'inscrit également dans le contexte du développement des programmes de recherche sur la thématique des systèmes autonomes en milieu marin soutenue par la région Bretagne. Plus d'informations sont disponibles sur <http://www.lab-sticc.fr/en/initiatives/826-programme-emergent-regional-samm.htm>.

Enfin la chaire s'appuie sur les moyens de la SEA TEST BASE (association CELADON) qui apporte son concours à la réalisation d'essais et d'expérimentations à la mer à des fins scientifiques ou techniques et favorise le développement de la recherche et les actions de formations aux technologies marines et sous-marines. <http://www.seatestbase.com>

4 Fonctionnement

Les membres fondateurs mettent des ressources spécifiques à disposition de la communauté pédagogique pour en accélérer le développement intellectuel et professionnel. La chaire coordonne également un programme de formation pour des étudiants intéressés par le domaine de la robotisation du domaine maritime.

Les projets de recherche de la chaire sont définis en collaboration avec les différents partenaires dans le cadre d'un comité de pilotage composé de leurs représentants.

La chaire coordonne la création des outils pédagogiques : sujets de mémoires pour les étudiants ; séminaires et conférences ; rencontres avec des spécialistes y compris des représentants industriels.

Afin d'assurer son fonctionnement, la chaire propose et met en place une équipe pédagogique et scientifique qui pourra inclure un (ou des) doctorant(s), ingénieur(s) de recherche et un(e) assistant(e). L'équipe de la chaire est chargée d'assurer la communication des connaissances issues des travaux de recherche. Elle produit un rapport annuel d'activité qui reprend notamment le suivi budgétaire.

5 Durée, direction et portage de la chaire

La chaire est prévue initialement pour une durée de trois (3) ans et planifiée pour une durée de 5 ans.

La décision de prolonger la chaire au-delà des trois ans initiaux sera prise par le comité de pilotage en temps opportun.

Elle est dirigée par un Directeur de la chaire dont les attributions sont définies dans une fiche de poste approuvée par le comité de pilotage.

Le recrutement du directeur de la chaire est supervisé et approuvé par le comité de pilotage, via la mise en place d'une commission de recrutement constituée de représentants des partenaires. Toutefois, en l'attente du recrutement, une mesure de pilotage transitoire sera mise en place avec l'aide de Thales pour permettre le démarrage rapide des activités.

La chaire est administrativement portée par l'ENSTA Bretagne dans le cadre d'un accord particulier du laboratoire WAVES.

6 Comité de pilotage

Le comité de pilotage est défini dans le cadre d'un accord particulier WAVES.

Il est constitué de représentants mandatés par les fondateurs (Thales, ENSTA Bretagne agissant en tant que mandataire du LabSTICC, ISEN Yncréa Ouest) et animé par un président.

- ENSTA Bretagne dispose d'un représentant
- ISEN Yncréa Ouest dispose d'un représentant.

Thales dispose de trois représentants et désigne le président du comité de Pilotage.

Chaque représentant dispose d'une voix.

Les représentants de Thales disposent d'un pouvoir de veto aux décisions du comité.

Le comité se réunit au moins deux fois par an et ses missions sont :

- de nommer et mandater le directeur de la chaire (ou à le démettre de sa charge) ;
- d'approuver les orientations de la recherche et d'évaluer les réalisations de la chaire en fonction des objectifs identifiés ;
- de conseiller le directeur de la chaire pour tout ce qui concerne le contenu de la recherche et des outils pédagogiques ;
- d'approuver l'entrée de nouveaux partenaires.

7 Structure de la chaire

La chaire comporte deux volets budgétaires complémentaires:

- Un volet « core »-chaire, dédiée au recrutement du directeur de la chaire et à la mise en place des ressources de base pour son fonctionnement (missions, petits matériels).
- Un volet « portefeuille de projet », comportant des co-financements complémentaires sur des sujets spécifiques, mis en place dans le cadre de la chaire, ainsi que la mise à disposition de moyens matériels et humains de la part des partenaires.

A ce budget initial pourront être rajoutés des moyens complémentaires apportés par des partenaires souhaitant contribuer au financement de la chaire, soit pour développer la partie « core »-chaire soit pour alimenter le portefeuille de projets.

Le volet « portefeuille de projets » devra être développé par le directeur de la chaire, qui aura ainsi pour objectif de monter des projets de recherche et d'obtenir des financements complémentaires :

- Région Bretagne
- MINDEF, PIA,...

Des cofinancements pourront être mis en place par les partenaires de la chaire.

On peut noter que, d'ores et déjà, un certain nombre de projets impliquant les partenaires de la chaire et notamment des financements industriels (THALES), sont susceptibles de rentrer dans le volet du portefeuille de projets et de contribuer ainsi à l'initialisation du programme de recherche de la chaire. On peut citer ainsi les thèses qui ont démarré en 2017 :

- Thèse Swarm (TUS, ISEN Yncréa Ouest, ENSTA Bretagne)
- Thèse MIMO SAMM (ISEN Yncréa Ouest, TUS)

Par ailleurs, l'ENSTA Bretagne réalise sur la période 2016-2020, dans le cadre du projet CPER SMD-MAR cofinancé avec les collectivités bretonnes (région, département,

métropole), l'acquisition d'un certain nombre d'équipements robotiques et capteurs, mis à la disposition de la chaire TransNum.

En résumé, le financement de la chaire doit couvrir :

- la rémunération du directeur de la chaire et de son équipe ;
- le fonctionnement courant ;
- le développement et la conduite des projets de recherche ainsi que la diffusion des résultats ;

8 Autres attendus de la chaire

Au-delà du développement du programme de recherche, la chaire aura également une vocation pédagogique

- Réalisation d'enseignements dans les programmes de formation des établissements académiques partenaires (ENSTA Bretagne, ISEN Yncréa Ouest) à hauteur de 60 heures à l'année pour l'ensemble des partenaires académiques, à contributions égales. Des modules communs aux deux écoles pourront être organisés.
- Transfert de connaissance vers les industriels au travers de sessions de formation continue,
- Développement d'échanges avec les étudiants des établissements et les partenaires industriels,
- Identification des étudiants des écoles pouvant proposer leur candidature pour un stage ou un projet de recherche dans le cadre du laboratoire WAVES.

La présence du titulaire de la chaire sur les sites des différents partenaires au sein de leurs équipes participant au projet est prévue en moyenne à hauteur de 40% à ENSTA Bretagne (2 jours par semaine), 40% ISEN Yncréa Ouest, site de Brest (2 jours par semaine), 20% Thales site de Brest (1 jour /semaine).