

Descriptif du projet de recherche doctorale

Sujet : *Geospatial Intelligence* et Intelligence artificielle : étude du brigandage et de la piraterie dans les espaces maritimes.

Contexte

Depuis les années 1990, les mutations géopolitiques mondiales donnent une plus grande importance aux espaces maritimes. La maritimisation de l'économie mondiale conduit à valoriser les activités sur les façades maritimes et les grandes zones portuaires, augmenter les volumes des échanges dans les mers et les océans. Le fret maritime représente 80% du volume et 70% des échanges mondiaux à la fin des années 2010. La « triade maritime », reposant sur l'exploitation des ressources naturelles, les voies de communication et la projection de puissances, devient un enjeu essentiel du fonctionnement des sociétés et des États.

La territorialisation de la mer est aussi un processus géopolitique accéléré depuis la mise en œuvre du droit international de la mer à partir de 1994, révélant aussi de nouvelles zones de conflictualité et de compétition entre les puissances maritimes. Parallèlement, ces différentes mutations révèlent des vecteurs d'insécurité plus diversifiés et étendus dans le monde. La résurgence de la piraterie, l'essor du terrorisme international et les autres formes d'insécurité (trafic illicites, brigandages, immigration clandestine, atteintes à l'environnement), dans certaines régions, conduisent les États à accroître la surveillance des voies maritimes et à anticiper la montée des crises régionales.

L'un des moyens de connaissance des espaces maritimes et des facteurs de crise porte sur l'émergence du *Geospatial Intelligence*. Celui-ci est connu sous l'acronyme de Geoint et apparaît comme un secteur d'activités en plein essor actuellement à l'échelle mondiale. Il est ainsi la combinaison simultanée d'un ensemble d'outils géospaciaux et de pratiques déjà existantes associés aux progrès croissants des technologies numériques qui supposent de nouvelles possibilités de connaissance : la cartographie traditionnelle, l'imagerie spatiale, la synthèse d'informations provenant de multiples capteurs, la géolocalisation en temps réel et l'analyse géopolitique. Il devient une discipline de synthèse au centre d'un ensemble d'activités liées à l'information, la représentation cartographique et l'analyse spatialisée. Il est donc porteur de transformation qui dépasse le cadre militaire puisqu'il participe à repenser toutes les activités sociétales en offrant de nouveaux services.

Le Geoint des espaces maritimes apparaît comme une nouvelle activité indispensable à la connaissance et à la gestion des zones de crises. En apportant une information à forte valeur ajoutée, à partir de la fusion de données géolocalisées multi-capteurs, il constitue un processus, un produit d'analyse géopolitique, un ensemble de systèmes de données exploitable grâce à l'Intelligence artificielle et à une visualisation cartographique devenus indispensables à la prise de décision et à la conduite de toute opération de sûreté en mer. Il conduit, de manière générale, à repenser les activités humaines et physiques de ces espaces maritimes au profit d'une meilleure gestion des flux et des facteurs de crises. Son essor constitue l'un des piliers de puissance de tout État maritime.

Objectif scientifique

La recherche doctorale a pour objectif scientifique d'étudier les données liées aux mobilités maritimes obtenues en sources ouvertes, par le système d'identification automatique (AIS), et de les croiser avec d'autres données (imagerie spatiale, sources radars, etc.) pour obtenir une information à haute valeur ajoutée à des fins d'aide à la décision. Le recours à

différentes méthodes de l'Intelligence artificielle constitue une voie privilégiée pour favoriser la fusion, la corrélation et l'analyse de données géolocalisées. Inversement, il est aussi possible de s'interroger sur l'apport du raisonnement géopolitique (en phase d'exploitation des données) pour permettre une amélioration des algorithmes déjà élaborés au Centre d'Intelligence artificielle de Sorbonne Université.

La recherche doctorale aura pour objectif d'analyser des anomalies de comportement des navires (signaux faibles), notamment dans les Aires Marines Protégées qui sont des espaces sous protection d'entités politiques (nationale, régionale, internationale selon les zones). Elle permettra la mise en œuvre des algorithmes d'Intelligence artificielle pour étudier les activités maritimes (de piraterie et/ou de brigandage comme la pêche illégale, les trafics de stupéfiants etc.), leurs tendances émergentes et leurs facteurs évolutifs.

Les activités illicites sont au centre de l'étude : la pêche illégale, les trafics illicites (drogue par exemple), les actes de piraterie et/ou de brigandage selon les zones étudiées. La finalité consiste, ensuite, à produire une analyse et une cartographie géopolitique au profit de l'aide à la décision.

Trois zones différentes sont identifiées avec la possibilité d'élargir la zone d'étude ou de l'adapter à la problématique : l'Atlantique nord, la Méditerranée, l'Ouest de l'océan Indien (d'Ormuz aux Comores).

Mots clefs : collecte et traitement des données maritimes, fusion de données géolocalisées (AIS, imagerie, sources radars, imagerie spatiale), corrélation, Intelligence artificielle, analyse géopolitique des résultats traités, réalisation de produits cartographiques à partir des systèmes d'information géographique.

Justification de l'approche scientifique

Depuis la fin des années 2010, le Geoint se distingue comme un renouvellement de la connaissance géographique et géopolitique en tant que savoir stratégique, notamment dans le contexte de la multiplication des opérations de gestion de crises dans le monde. La structuration d'un raisonnement prend forme pour exploiter les meilleures possibilités des outils et en extraire les informations essentielles, le plus souvent centrées sur la géographie humaine.

Les domaines du « big data analytics » (données analysées à la suite du processus de fusion) et des analyses visuelles (interface visuelle associant géomatique, big data et analyse) émergent comme des spécialisations professionnelles. Ils ont pris une importance décisive avec l'utilisation de l'Intelligence artificielle qui, par le calcul de grands volumes de données, offre de nouvelles possibilités d'analyse.

Parallèlement, l'élaboration du Geoint actuel tend à mettre fin à l'information traitée en silos et à décroquer les savoirs au point de devenir une discipline totale au-delà de ce qui est appelé jusqu'alors les Int. L'Osint (source ouverte) constitue, par exemple, l'un de ces Int qui apparaît comme une partie du Geoint, lui-même au centre du processus de convergence globale des données.

Adéquation à l'initiative SCAI et à l'Institut de l'océan

1) Adéquation avec le Centre d'Intelligence artificielle

La recherche doctorale s'inscrit dans le cadre des activités de du Centre d'Intelligence artificielle (SCAI). Le Geoint tend à se renouveler en permanence par la profusion des données

accessibles et par la technicité croissante des outils. Il suppose de relever des défis techniques liées à l'exploitation des données, la saturation des réseaux d'information, l'interopérabilité des systèmes ainsi que la capacité de transmission.

L'une des solutions apportées porte sur l'emploi de l'Intelligence artificielle, du Deep Learning et du Machine Learning. Ces nouveaux moyens techniques améliorent la qualité et la performance du Geoint dans quantité d'activités comme l'aide à la décision pour les entreprises en matière de connaissance sur un site d'intérêt (*Geospatial Business Intelligence* ou marché de la recherche) ou la gestion de crise (*Geoint Strategic* ou l'étude des risques géopolitiques d'un site).

Le projet de recherche doctorale a vocation à favoriser l'exploitation de la fusion de données liées à la piraterie et/ou le brigandage dans un ou plusieurs espaces maritimes que le candidat pourra présenter. Il s'inscrit dans une dimension en sciences humaines, notamment en géopolitique-Geoint, en premier lieu tout en s'ouvrant à l'hybridation des savoirs. Il pourra ainsi s'intéresser à l'amélioration des techniques et des algorithmes d'Intelligence artificielle à partir de la méthodologie d'exploitation élaborée et des hypothèses d'analyses effectuées.

2) Adéquation avec l'Institut de l'océan

Ce projet de recherche doctorale est en adéquation avec le 3^e axe de l'Institut « Géopolitique maritime et circulations ». Il traite sous l'angle de l'exploitation du Geoint maritime des « *formes de circulations maritimes (navires, hommes et cultures, marchandises, pandémies, espèces, etc.) ainsi que les enjeux d'appropriation et d'exploitation des océans qui peuvent être la source des conflits de demain* ». En cela, la relation avec les activités de l'Institut de l'océan pourrait être établie.

Parallèlement, le projet de recherche doctorale s'inscrit dans la continuité du partenariat Sorbonne Université-École Navale-Institut de l'océan mise en place en 2021. Notamment, il pourra s'appuyer sur le programme en cours AID de l'Institut de Recherche de l'École Navale (IRENav), lancé en 2021, en lien avec le Centre d'Intelligence artificielle de Sorbonne Université. Ce programme porte sur l'Intelligence artificielle pour le Geoint maritime en abordant notamment l'ingénierie de l'information et l'IA, le traitement de l'information multimodale, l'IA de défense et le traitement de données massives issues de capteurs hétérogènes.

Encadrement : Philippe Boulanger

Rôle : directeur principal

Professeur des universités, UFR de géographie et d'aménagement du territoire, Sorbonne Université, laboratoire *Médiations, science des lieux et science des liens* (Sorbonne Université). Il est agrégé et docteur en géographie de l'université Sorbonne Université Lettres. Il est spécialisé sur les questions de géographie historique, géopolitique, géographie militaire, géostratégie et Geospatial Intelligence.

Compétences scientifiques

En 2010-2011, il est auditeur à l'Institut des hautes études de défense nationale-Armement et économie de défense (47^e session nationale). Il est, depuis 2017, entre autres, président du conseil scientifique de l'Institut de recherche stratégique de l'École militaire (ministère des Armées), membre du *GIS Défense et stratégie* dans la recherche universitaire qu'il a contribué à créer auprès de la Direction Sciences humaines et sociales du CNRS. Ses recherches portent sur le *Geospatial Intelligence* depuis 2013 et sur le processus de fusion de données géolocalisées à des fins d'aide à la décision.

Publications en lien avec le projet

Il est l'auteur de plus d'une centaine d'articles et d'une vingtaine d'ouvrages. Il a publié, entre autres, de *La géographie militaire française 1871-1939* (Economica, 2002), *Géographie militaire* (Ellipses, coll. Carrefour, 2006), *Géographie militaire et géostratégie, enjeux et crises du monde contemporain* (2015, 2^e éd.), *Géographie et guerre, De la géographie militaire au Geospatial Intelligence en France* (2016). Viennent de paraître *La géographie, Reine des batailles* (Perrin, 2020) et *Planète Médias, géopolitique des réseaux et de l'influence* (A. Colin, 2021).

Co-encadrement : Cyril Ray

Maître de Conférences Hors Classe à l'Institut de Recherche de l'Ecole Navale (IRENav). Il détient un doctorat en informatique de l'Université de Rennes 1 et est spécialisé dans l'étude des données de mobilités et des systèmes d'information géographique. Il est rattaché à l'École doctorale Bretagne-Loire Sciences de la mer et du littoral.

Compétences scientifiques

Cyril Ray est actif dans le domaine de la recherche abordant le traitement et l'analyse de données maritimes soumis à des problèmes de véracité. Dans ce cadre, il est membre de la chaire de cyberdéfense des systèmes navals, de groupes de travail du GDR CNRS MAGIS sur l'incertitude et l'analyse des signaux faibles dans les données géographiques, membre du groupe de travail NATO IST 141 et 184 sur l'analyse visuelle des informations et des systèmes complexes. Il a dirigé le projet ANR DéAIS (falsification de systèmes d'identification maritime) financé par l'ANR et la DGA et a également participé aux projets européens CISE DMS (services de datamining pour l'infrastructure CISE de l'UE) et H2020 Datacron (Big Data Analytics for Time Critical Mobility Forecasting) portant sur le traitement de masse de données maritimes.

Publications en lien avec le projet

Cyril Ray est l'auteur d'une centaine de publications portant sur le traitement et l'analyse des mobilités maritimes. Auteur, entre autres, de :

- Clément Iphar, Aldo Napoli, **Cyril Ray**, an expert-based method for the risk assessment of anomalous maritime transportation data, *Applied Ocean Research*, 22 pages, Elsevier, August 2020.
- George Vouros, Gennady Andrienko, Christos Doukeridis, Nikos Pelekis, Alexander Artikis, Anne-Laure Jousset, **Cyril Ray**, José Manuel Cordero, David Scarlatti. *Big Data Analytics for Time-Critical Mobility Forecasting: From Raw Data to Trajectory-Oriented Mobility Analytics in the Aviation and Maritime Domains*, 378 pages, Springer, July 2020
- Laurent Etienne, **Cyril Ray**, Elena Camossi, Clément Iphar, *Maritime Data Processing in Relational Databases*, In *Guide to Maritime Informatics*, Chapter 3, pages 71-116, Alexander Artikis and Dimitris Dzissis (Eds), Springer, 2020
- Clément Iphar, **Cyril Ray**, Aldo Napoli, *Data integrity assessment for maritime anomaly detection*, *Expert System With Application*, Volume 147, 20 pages, Elsevier, June 2020.
- **Cyril Ray**, Richard Dréo, Elena Camossi, Anne-Laure Jousset, Clément Iphar, *Heterogeneous Integrated Dataset for Maritime Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance*, *Data in Brief*, Elsevier, 17 pages, Volume 25, August 2019.

Profil de la candidature recherchée

Le profil de candidature recherchée présentera la maîtrise des systèmes d'information géographique (ArcGIS Pro par exemple), de la méthodologie et du raisonnement géopolitique,

des connaissances géopolitiques sur les espaces maritimes, du processus d'exploitation des données géolocalisées (Geoint des données AIS notamment).

Un profil de candidature en sciences humaines (géographie, science politique, histoire), avec une formation aux données géolocalisées et aux sciences de l'information géographique, est privilégié. Sont aussi recevables les profils en sciences de la donnée et Intelligence artificielle avec une orientation en géopolitique.