

MARINE & *Océans*

SPECIAL INTELLIGENCE ARTIFICIELLE
ARTIFICIAL INTELLIGENCE



GTT, la technologie au service d'un monde durable



Depuis 60 ans, GTT conçoit des solutions technologiques de pointe pour une meilleure efficacité énergétique. Nous mettons notre passion pour l'innovation et notre excellence technique au service de nos clients, afin de relever leurs défis de transformation d'aujourd'hui et de demain.

Nous concevons des systèmes de confinement à membranes cryogéniques destinés au transport et au stockage de gaz liquéfié, des solutions numériques pour améliorer les performances des navires, des services de conseil, de formation, d'assistance à la maintenance et la réalisation d'études techniques.

Plus que jamais acteur de la transition énergétique, GTT s'est engagé dans la voie de l'hydrogène à travers sa filiale Elogen, qui conçoit et assemble des électrolyseurs destinés à la production d'hydrogène vert, et en développant notre tout premier hydrogénier.

Les équipes de GTT sont au cœur de notre mission. Engagés et unis, nous sommes déterminés à contribuer à la construction d'un monde durable.

gtt.fr



EDITORIAL

La maîtrise de l'intelligence artificielle est un enjeu stratégique de souveraineté

Expertise in Artificial Intelligence is a strategic issue of sovereignty

L'intelligence artificielle (IA) constitue une révolution technologique systémique à laquelle les espaces maritimes n'échappent pas. Cette révolution a des impacts en termes économiques, scientifiques, géopolitiques et militaires.

L'IA contribue à une meilleure connaissance des espaces maritimes en facilitant la cartographie des fonds des océans. Pour établir les cartes marines, de grandes quantités d'informations sont nécessaires. Elles sont recueillies par des engins sous-marins et de surface, parfois autonomes, disposant de capacités de collecte et de traitement importantes.

La valorisation de ces données, intégrées dans différents produits ou services, pourra bénéficier tant aux acteurs étatiques que privés, pour l'exploitation, la préservation ou la sécurisation de notre domaine maritime. Des travaux réalisés dans le cadre d'un partenariat entre le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM) et l'Institut de recherche INRIA ont pour objet d'améliorer le travail des hydrographes grâce à des algorithmes d'apprentissage machine adaptés au traitement spécifique des données de mesure en mer.

L'IA innove également la filière maritime, permettant d'améliorer la gestion des flottes, leur maintenance grâce à des outils prédictifs, le suivi des conteneurs. Les *smartships*, navires intelligents, représentent une avancée considérable dans le domaine du transport maritime en termes de productivité, de sécurité et de réduction de l'empreinte carbone.

Dans le domaine naval, l'IA permet d'obtenir un avantage tactique sur les compétiteurs qui ne disposent pas des mêmes moyens d'acquisition et de traitement de grandes quantités de données dans des temps et des environnements contraints, ou de systèmes d'armes performants et véloces appuyés par cette technologie.

L'IA permet en effet de traiter rapidement de grandes quantités de données nécessaires à la fonction « renseignement », d'améliorer le processus de décision et les moyens d'exécution de la mission.

Pour autant, l'utilisation de l'IA dans les systèmes d'armement, et le développement des systèmes d'armes létaux autonomes (SALA) notamment, génèrent des questions d'éthique qu'il ne faut pas sous-estimer, en gardant à l'esprit que l'humain doit rester le décideur final. La France dispose d'un écosystème de recherche, d'enseignement et d'entreprises à la pointe de la recherche et du développement en IA lui permettant de revendiquer une place de premier rang dans certains domaines dont celui de la défense.

Cette place ne pourra être confortée et renforcée que si elle est portée par une politique publique à la mesure des enjeux stratégiques que représente la maîtrise de l'IA et des données qui l'alimentent dans les activités de souveraineté. ■



Par/By
Frédéric Fontaine,
Avocat au Barreau de Paris, Président du Conseil de surveillance de *Marine & Océans*
Member of the Paris Bar, Chairman of the Supervisory Board of *Marine & Oceans*

Artificial intelligence (AI) constitutes a systemic technological revolution in all areas, and maritime spaces are no exception. This revolution has economic, scientific, geopolitical, and military impacts.

By facilitating the mapping of the ocean floor, AI contributes to a better knowledge of maritime spaces. Considerable amounts of information are needed to make nautical charts. It is collected by underwater and surface craft, sometimes autonomous, with significant data collection and processing capabilities.

The valorisation of this data, integrated into different products or services, will benefit both state and private actors, for the exploitation, preservation or securing of our maritime domain. Research work carried out within the framework of a partnership between the French Navy's Hydrographic and Oceanographic Service (SHOM) and the INRIA research institute aims at enhancing hydrographers' work thanks to machine learning algorithms adapted to the specific processing of measurement data at sea.

AI also provides solutions for the maritime sector, allowing for improved fleet management, maintenance through predictive tools, and container tracking.

Smart ships constitute a significant advance in the field of maritime transport in terms of productivity, safety, and carbon footprint reduction.

In the naval domain, AI can provide a tactical advantage over competitors who may not own the same means of acquiring and processing large amounts of data in constrained timeframes and environments, or powerful and high-velocity weapons systems supported by this technology.

Indeed, AI can rapidly process large amounts of data required for the "intelligence" function, improve the decision-making process and the means to carry out the mission.

However, the use of AI in weapons systems, and the development of lethal autonomous weapons (LAWs) in particular, raise ethical concerns that should not be underestimated, bearing in mind that the ultimate decision must rest with man.

France's ecosystem of research, education, and companies are at the cutting edge of AI research and development, enabling it to claim a leading position in various fields, including defence.

The condition to consolidate and strengthen this status is a public policy that is commensurate with the strategic stakes of possessing expertise in AI and in the associated data collection in activities of sovereignty. ■

MARINE & OCÉANS, revue trimestrielle / quarterly review est éditée par / is published by Société Nouvelle des Editions Marine & Océans SAS - 243, Bd Saint-Germain 75007 Paris - Tel : +33 1 44 50 16 50 - Fax : +33 1 44 50 10 28 - marine-oceans@orange.fr.
Directeur de la publication, Président SNEMO SAS / Publication director, CEO SNEMO SAS: **Bertrand de Lesquen** ; Président du Comité éditorial et de la Stratégie / Chairman of the Editorial Board and Strategy: **Francis Vallat** ; Président du Conseil de surveillance / Chairman of the Supervisory Board: **Frédéric Fontaine** ; Secrétaire de rédaction-maquette / Editorial secretariat - layout: **Isabelle Le Corre** ; Relecture des textes en français / Proofreading of texts in French: **CF (H) Pascal Cognet** ; Traductions / Translations: **Patrick Prieur** (Enseigne de vaisseau de 1^{re} classe / Sub-lieutenant French Navy Operational Reserve).
Site internet / Website: www.marine-oceans.com et / and: www.marine-oceans.com/en/
Commission paritaire / Legal commission: n° 1123 D 86639 - ISSN : 2262 - 2012. Impression / Printing : Imprimerie de Compiègne - 2, avenue Berthelot - Zac de Mercières BP 60524 - 60205 Compiègne Cedex.



Intelligence artificielle, genèse et enjeux pour la France et l'Europe

Artificial intelligence, genesis and challenges for France and Europe

Par / By **Isabelle Ryl***, Professeur des Universités, Directrice de PRAIRIE, Inria
Professor of Universities, Directrice de PRAIRIE, Inria

L'usage veut de dater la naissance de l'intelligence artificielle (IA) à 1956 lors d'un congrès à Dartmouth¹ réunissant les pionniers du domaine. Il s'agit plus, en fait, de la naissance du terme que de l'idée que le mathématicien Alan Turing (1912-1954) avait largement anticipée. Que cache le terme ? La poursuite du mimétisme des capacités de raisonnement humain et donc l'apprentissage, la généralisation des concepts, l'optimisation des solutions, mais aussi la perception car pour réagir à un environnement, il faut le percevoir : le « voir » *c'est à dire* analyser visuellement une scène, d'où les recherches en vision artificielle, l'« entendre » *c'est à dire* capturer, analyser et traiter le son et le comprendre d'où les recherches en traitement du signal, analyse de la parole, traitement du langage naturel, et enfin « y agir », d'où la robotique. Tous ces sous-domaines ont progressé indépendamment depuis les années 50, connaissant des succès mais aussi des échecs cuisants.

Depuis une vingtaine d'années, l'IA connaît des avancées majeures du fait de l'essor de l'apprentissage statistique et en particulier de l'apprentissage profond (« deep learning ») en 2012. Les premiers progrès époustouflants obtenus en classification d'images ont ensuite gagné le traitement automatique des langues puis l'ensemble des sous-domaines et surtout ils se sont poursuivis. Il ne s'agissait pas là d'une rupture permettant de franchir un seuil mais bien d'une entrée dans une nouvelle ère à tel point que l'IA

1 - Le Dartmouth College est une université privée située dans la ville de Hanover (Etat du New Hampshire) dans le nord-est des Etats-Unis.

*Isabelle Ryl est l'auteur, avec Jamal Atif et J. Peter Burgess, de *Géopolitique de l'IA : les relations internationales à l'ère de la mise en données du monde* (Editions Le cavalier bleu, août 2022, 152 pages, 19,90 euros).



It is customary to date the birth of Artificial Intelligence (AI) to 1956 during a conference in Dartmouth¹ that brought together the pioneers of the field. In fact, this is more about the birth of the term than about the idea that the mathematician Alan Turing (1912-1954) had largely anticipated. What does the term hide? The pursuit of the mimicry of human reasoning capacities and therefore learning, the generalization of concepts, the optimization of solutions, but also perception, because in order to react to an environment, it is necessary to perceive it: to "see" it, i.e., to visually analyze a scene, hence the research in artificial vision, to "hear" it, i.e., to capture, analyze and process the sound and to understand it, hence the research in signal processing, speech analysis, natural language processing, and finally to "act" on it, hence robotics. All of these subfields have progressed independently since the 1950s, experiencing successes but also bitter failures.

In the last twenty years, AI has seen major advances due in large part to the rise of machine learning and in particular deep learning in 2012. The first great progress obtained in image classification then spread to automatic language processing and then to all sub-domains. This was not a breakthrough that allowed us to cross a threshold, but rather the beginning of a new era, to the point where AI is now driving a large part of innovation, has enormous economic development potential and is changing the way

1 - Dartmouth College is an ivy league university located in the town of Hanover (New Hampshire) in the northeastern United States.

*Isabelle Ryl is the author, with Jamal Atif and J. Peter Burgess, of *Géopolitique de l'IA : les relations internationales à l'ère de la mise en données du monde / Geopolitics of AI: international relations in the era of the data world* (French Edition : Le cavalier bleu, August 2022, 152 pages, 19,90 euros).



Le porte-conteneurs *Kerguelen* de CMA CGM. / The container ship *Kerguelen* of the French company CMA CGM.

« Le potentiel de l'intelligence artificielle dans le domaine maritime est quasi infini : de l'optimisation du chargement et de la consommation des navires marchands à l'accostage autonome des bateaux de plaisance... » / "The potential of Artificial Intelligence in the maritime field is almost infinite: from the optimization of loading and fuel consumption of merchant ships to the autonomous docking of pleasure boats..."
Isabelle Ryl

tracte désormais une grande partie de l'innovation, présente un potentiel de développement économique énorme et induit un bouleversement des usages, conduisant certains économistes à la qualifier de technologie à usage général comme l'électricité en son temps.

Que peut-on imaginer dans le domaine maritime ? Le potentiel est quasi infini : de l'optimisation du chargement et de la consommation des navires marchands à l'accostage autonome des bateaux de plaisance pour ce qui concerne le grand public, du suivi des navires grâce à l'analyse de leur AIS (balise automatique qui transmet l'identifiant et la position du navire en continu), à la surveillance des incivilités dans les marinas dans le domaine de la sécurité, du renseignement à la coordination de flotte en passant par la planification ou la mise en œuvre des opérations au niveau stratégique tactique ou opératif dans le domaine militaire. Par ailleurs, il ne faut pas oublier que l'IA ne permet pas seulement d'analyser des données ou de piloter des engins. Au service des autres sciences, elle permet, par exemple, d'accélérer considérablement la découverte de matériaux innovants répondant à des caractéristiques données qui pourront conduire à de nouveaux équipements potentiellement plus légers, plus furtifs...

Prendre du retard dans la course à la maîtrise de l'IA représente pour un État un risque de décrochage. Depuis 2017, les États de tous les continents et même les organisations supranationales comme l'OCDE ou la Commission européenne se sont engouffrés dans le sillage du Canada qui avait ouvert la marche en annonçant des investissements massifs et ont défini leur

people use technology, leading some economists to describe it as a general-purpose technology, like electricity in its day.

What can we imagine in the maritime domain? The potential is almost infinite: from the optimization of loading and fuel consumption of merchant ships to the autonomous docking of pleasure boats for the general public, from the tracking of ships through the analysis of their AIS (automatic beacon that transmits the identifier and position of the ship continuously), to the monitoring of incivilities in marinas in the field of security, from intelligence to the coordination of the fleet through the planning or implementation of operations at the strategic, tactical or operative level in the military field. Moreover, we must not forget that AI does not only allow to analyze data or to pilot machines. In the service of other sciences, it allows, for example, to considerably accelerate the discovery of innovative materials that meet given characteristics, which could lead to new equipment that is potentially lighter, more stealthy, etc.

Falling behind is a risk for a state to drop out. Since 2017, nations on all continents and even supranational organizations such as the OECD or the European Commission have followed Canada, which had led the way by announcing massive investments, and have defined their own strategy to support the development of AI. President Macron himself launched France's national artificial intelligence strategy in March 2018. The strategy has several components, including one for the Ministry of the Armed Forces, because AI is not "just" a technology. It is a technology that profoundly

propre stratégie d'appui au développement de l'IA. Le Président Macron a lui-même lancé la stratégie nationale en intelligence artificielle de la France en mars 2018. Celle-ci se décline en plusieurs volets dont celui du Ministère des armées car l'IA n'est pas « qu'une » technologie. Il s'agit d'une technologie qui transforme profondément tous les secteurs, dont les usages sont très souvent duaux et dont les temps de transfert entre les laboratoires de recherche et les usagers finaux sont extrêmement courts : le ministère des armées ne s'y trompe pas et met en avant le développement de liens avec la communauté scientifique pour accélérer le développement et le transfert de nouvelles technologies dans son document de référence de l'orientation de l'innovation de défense (DROID21). La compétition est internationale, la maîtrise des flux d'information et de l'IA est un enjeu de souveraineté au même titre que celle de l'énergie.

La place de la France dans le paysage international – il en va de même pour l'Europe – et sa capacité à assurer sa souveraineté dans le domaine sont souvent questionnées en particu-

transforms all sectors, whose uses are very often dual and whose transfer times between research laboratories and end users are extremely short: the Ministry of the Armed Forces is not mistaken and highlights the development of links with the scientific community to accelerate the development and transfer of new technologies in its reference document for the orientation of defense innovation (DROID21). The competition is international, the control of information flows and AI is a sovereignty issue in the same way as energy.

France's place in the international landscape - and the same goes for Europe - and its ability to ensure its sovereignty in the field are often questioned, particularly due to the lack of national tech giants. Mastering "modern" AI requires talent, data, and computing and storage infrastructures, and it is true that the collection of data by the historical tech giants, the American "GAFAMs", as well as the computing capacities they are able to mobilize, gives them a considerable lead that only a state like China has been able to catch up with. These

« La maîtrise des flux d'information et de l'intelligence artificielle est un enjeu de souveraineté au même titre que celle de l'énergie. »

"The control of information flows and artificial intelligence is a sovereignty issue in the same way as energy."

Isabelle Ryl

lier en raison du manque de géants nationaux de la tech. La maîtrise de l'IA « moderne » requiert des talents, des données et des infrastructures de calcul et de stockage, et il est vrai que la collecte de données par les géants historiques de la tech, les GAFAM américains, ainsi que les capacités de calcul qu'ils sont à même de mobiliser leur donne une avance considérable que seul un État comme la Chine a pu rattraper. Ces éléments sont décisifs pour les applications à base de « méga-modèles » qui font la Une des médias en traduction automatique ou en synthèse d'images par exemple, et toutes les applications qui en découlent comme par exemple la lutte informationnelle. La capacité de la France à se positionner sur ce créneau reste limitée. Cependant de nombreux cas d'usage échappent à la logique des « méga-modèles » quand peu de données sont disponibles, quand le comportement du système doit être interprétable, ou quand ils nécessitent l'usage de matériels dotés de peu de capacités de calcul et/ou de batterie qui doivent fonctionner en autonomie voire sans aucune connexion extérieure. La similitude de ces caractéristiques avec celles de nombreuses applications militaires saute aux yeux.

Sur ce créneau, la France se positionne avec des programmes nationaux ambitieux, comme le grand défi « Sécuriser, certifier et fiabiliser les systèmes fondés sur l'intelligence artificielle » financé par le Fonds pour l'innovation et l'industrie ou encore le programme Confiance.ai dont bénéficient l'industrie française

elements are decisive for applications based on "mega-models" that are making the headlines in the media in automatic translation or image synthesis, for example, and all the resulting applications such as information warfare. France's capacity to position itself in this niche remains limited. However, many use escape the logic of "mega-models" when little data is available, the behavior of the system must be interpretable, or they require the use of equipment with little computing capacity and/or battery that must operate autonomously or even without any external connection. The similarity of these characteristics with those of many military applications is obvious.

In this niche, France is positioning itself with ambitious national programs, such as the grand challenge "Securing, certifying and making reliable systems based on artificial intelligence" financed by the "Fonds pour l'innovation et l'industrie", or the Confiance.ai program, which benefits French industry and the Defense Industrial and Technological Base (DITB) in particular. The start-up ecosystem is also very innovative, with players such as Prelegens and Unseenlabs, which produce disruptive and valuable French analysis tools for the defense industry, and Traxens, which tracks containers in real time. In addition, the French scientific ecosystem produces excellent researchers and engineers, even if the ups and downs of mathematics teaching in recent years are cau-

et la Base industrielle et technologique de défense (BITD) en particulier. L'écosystème de start-ups est également très innovant avec des acteurs comme Prelegens ou Unseenlabs qui produisent des outils d'analyses disruptifs et français précieux dans le domaine de la défense ou encore Traxens qui assure le suivi de containers en temps réel. Par ailleurs, l'écosystème scientifique français est performant et produit d'excellents chercheurs et ingénieurs même si les aléas de l'enseignement des mathématiques de ces dernières années provoquent des inquiétudes pour l'avenir. Les laboratoires de recherche nationaux sont visibles dans le paysage mondial et le tissu des dispositifs d'accompagnement au transfert vers les entreprises a été fortement densifié dans les vingt dernières années. La France dispose donc d'atouts indéniables pour se positionner en leader sur des marchés de niche.

La communauté scientifique s'investit pour découvrir de nouveaux modèles plus économiques et moins gourmands, en particulier par soucis d'explicabilité et de réduction de la consommation énergétique. Il ne faut cependant pas commettre l'erreur de mélanger stratégie industrielle et stratégie scientifique : les recherches doivent se poursuivre dans tous les domaines, en premier lieu parce que le propre de la rupture est qu'elle ne peut pas être prédite ou planifiée. Au-delà de cette considération, la possession d'une technologie, même lorsqu'il ne souhaite pas l'employer, met un État en position de force. La dissuasion nucléaire en est le meilleur exemple. Dans le cas de l'IA, il ne s'agit pas seulement d'avoir les moyens de réagir à une potentielle attaque mais simplement de la détecter et de la comprendre : comment détecter et prétendre contrer une attaque informationnelle sans en connaître les mécanismes ? Comment protéger des communications sans savoir contre quoi ? Comment s'assurer d'être furtif – Unseenlabs peut par exemple suivre les mouvements d'un navire qui a coupé sa balise AIS – sans maîtriser les technologies de détection ? L'investissement en recherche doit donc se poursuivre dans tous les pans de l'IA, même ceux qui ne donnent pas lieu à transfert immédiat, indépendamment de l'investissement économique qui, lui, doit être ciblé sur des secteurs à fort impact. Enfin, si l'Europe a acquis une position forte sur la régulation, il faut s'assurer que les discussions en cours sur le cadre réglementaire de l'IA prennent en compte la préservation des capacités d'innovation des entreprises et ne pas oublier qu'au-delà de la réglementation, la bataille de standardisation est essentielle : dicter les standards c'est pour un État donner un avantage concurrentiel à son industrie. ■



© ROCKET LAB

Août 2021, la jeune société française Unseenlabs envoie dans l'espace son 4^{ème} nanosatellite destiné à observer le trafic maritime.

August 2021: the young French company Unseenlabs sends its fourth nanosatellite into orbit to observe maritime traffic.

« L'écosystème français de start-ups est très innovant avec des acteurs comme Prelegens ou Unseenlabs qui produisent des outils d'analyses disruptifs. » /

"The French start-up ecosystem is very innovative, with players such as Prelegens and Unseenlabs, which produce disruptive and valuable analysis tools."

Isabelle Ryl

sing concern for the future. National research laboratories are visible on the world stage, and the network of support mechanisms for transferring research to companies has been greatly expanded over the past twenty years. France therefore has undeniable assets to position itself as a leader in niche markets.

The scientific community is investing in the discovery of new, more economical and less energy-consuming models, in particular for reasons of explicability and reduction of energy consumption. However, we must not make the mistake of mixing industrial strategy and scientific strategy: research must continue in all fields, first and foremost because the very nature of disruption is that it cannot be predicted or planned. Beyond this consideration, the possession of a technology, even when it does not wish to use it, puts a State in a position of strength. Nuclear deterrence is the best example. In the case of AI, it is not only a question of having the means to react to a potential attack, but simply to detect and understand it: how can we detect and claim to counter an informational attack without knowing its mechanisms? How to protect communications without knowing what they are up against? How to be stealthy - for example, Unseenlabs can follow the movements of a ship that has cut off its AIS beacon - without mastering the detection technologies? Investment in research must therefore continue in all areas of AI, even those that do not give rise to immediate transfer, independently of economic investment, which must be targeted at high-impact sectors. Finally, if Europe has acquired a strong position on regulation, we must ensure that the discussions underway on the regulatory framework for AI take into account the preservation of companies' innovation capacities and not forget that, beyond regulation, the standardization battle is essential: for a State, dictating standards means giving its industry a competitive advantage. ■

Entretien avec le contre-amiral (2S) / Interview with rear-admiral (2S) **François Rebour***



« C'est la bonne application des ingrédients fondamentaux de l'intelligence artificielle qui nous permettra de prévaloir sur nos adversaires. »

"This is the right application of the fundamental components of Artificial Intelligence, which will allow us to prevail over our opponents."

Propos recueillis par / Interview by **Bertrand de Lesquen**

En quoi le nouveau contexte international fait-il de la maîtrise des zones maritimes un enjeu primordial ?

La réalité d'un monde menacé sur ses fondamentaux existentiels s'impose à tous. Nous sommes directement au défi de puissances ayant basculé dans une posture «révisionnistes» des règles du jeu international, notamment en mer. Elles mettent en œuvre des politiques offensives de prises de gages sur les ressources et les espaces attenants. Jouant de l'alternance entre coopération (pour un domaine), compétition (pour un autre) et confrontation (sur un troisième), elles déploient des stratégies «hybrides» prenant à contre-pied nos dispositifs de sécurité et de défense. Les offensives sont lancées pour la maîtrise des espaces «fluides» : l'espace extra-atmosphérique, les sphères électromagnétique, cyber et informationnelle, et bien sûr, le monde océanique, de la surface au fond des océans. Dans cet ensemble, le monde océanique est le «*primus inter pares*» des espaces stratégiques car le seul à produire du «physique», les autres milieux (aérien et extra-atmosphérique) et autres champs (électromagnétique et cyber) n'étant que «concurrents» dans la conquête globale des ressources existentielles. Le monde océanique ne peut pas être isolé des autres espaces fluides et nous impose une vision opérationnelle nativement multi-domaines et multi-champs.

*Ancien commandant de la Forces des fusiliers marins et des commandos (ALFUSCO) et des opérations interarmées (COM CPOIA). L'amiral François Rebour a quitté le service actif en 2020. Il conseille aujourd'hui les jeunes pousses de la *New tech* notamment sur le domaine naval et maritime.

In which way does the new international context make the control of maritime zones a crucial issue?

The reality of a world threatened on its existential principles imposes to all. We are directly faced with the challenge of powers that have moved to a "revisionist" posture of the rules of the international game, particularly at sea. They are conducting offensive policies to secure resources and the spaces around them. Alternating between cooperation (in one area), competition (in another) and confrontation (in a third), they implement "hybrid" strategies taking the opposite course from our own security and defence systems. Offensives are launched for the control of "fluid" spaces: extra-atmospheric space, electromagnetic, cyber and informational spheres, and of course the ocean realm, from the surface to the bottom of the oceans. In this combination, the ocean is the "*primus inter pares*" of strategic spaces as it is the only one to provide the "physical", whereas other environments (air and extra atmospheric) and other fields (electromagnetic and cyber) are simply "contributing" to the global conquest of existential resources. The ocean realm cannot be isolated from other fluid spaces and requires a native, multi-domain and multi-field operational vision. Every single day we can see to what extent all maritime

*Former commander of the French Navy's fusiliers and commandos (ALFUSCO), and joint operations (COM CPOIA). Rear-admiral François Rebour retired from active service in 2020. Since then, he has been advising *New Tech* start-ups in the naval and maritime field.



Février 2022, première sortie à la mer de la FREMM DA Lorraine, la huitième et dernière frégate multimissions destinée à la marine nationale française et la deuxième à capacité de défense aérienne renforcée.

February 2022: first sea trial of the FREMM DA Lorraine, the eighth and last multi-mission frigate to be built for the French Navy and the second with enhanced air defence capability.

« Pour prévaloir dans la confrontation, la question n'est plus tant d'avoir des «objets» (bateaux, avions, armes...) allant un peu plus vite, un peu plus loin, un peu plus furtivement. L'enjeu est, avant tout, de voir plus large, de comprendre plus justement et de décider plus vite. »

"To prevail in the confrontation, the question is no longer just to own "objects" (ships, planes, weapons...) moving a little faster, a little further, or a bit stealthier. The challenge is, above all, to see wider, to understand more clearly and to decide faster."

Contre-amiral (2S) / Rear-admiral (2S) **François Rebour**

Nous constatons chaque jour davantage combien toutes les zones maritimes, y compris à nos portes, font l'objet d'agressions dites «sous le seuil» - ou plutôt sous les seuils : ceux de la détection (nous n'avons rien vu ou vu trop tard), de la compréhension (nous voyons mais nous ne comprenons pas ce qui se passe) et de la réaction (nous voyons et nous comprenons mais notre dispositif ne nous permet pas une réponse convenable).

Quelle place l'intelligence artificielle occupe-t-elle pour répondre à cette situation ?

Le constat doit être fait que peu ou prou, à présent, nous avons tous les mêmes «objets» : bateaux, avions, armes... Pour prévaloir dans la confrontation, la question n'est plus tant d'avoir des «objets» allant un peu plus vite, un peu plus loin, un peu plus furtivement. L'enjeu est, avant tout, de voir plus large, de comprendre plus justement et de décider plus vite que l'autre afin de conserver l'initiative et faire en sorte qu'il subisse notre manœuvre. C'est précisément la bonne application des capacités du triptyque «Data - Numérique - Algorithmes», les trois ingrédients fondamentaux de l'intelligence artificielle (IA), qui nous permettra d'être les meilleurs dans ce domaine, et donc de prévaloir sur nos adversaires.

areas, including at our doorstep, are increasingly subject to "sub-threshold" attacks - or rather sub-thresholds: those of detection (we have not seen anything or too late), of understanding (we can see but we can't figure out what is going on) and of reaction (we can see and figure out but we don't have the appropriate response capability).

What role does artificial intelligence play in addressing this situation?

The thing is, that we all possess, more or less, the same "objects": ships, planes, weapons... To prevail in the confrontation, the question is no longer just to own "objects" moving a little faster, a little further, or a bit stealthier. The challenge is, above all, to see wider, to understand more clearly and decide faster than the other to keep the lead and make sure that he undergoes our manoeuvre.

This is precisely the right application of the capabilities of the triptych "Data - Digital - Algorithms", the three fundamental components of Artificial Intelligence (AI), which will allow us to be the best in this domain, and hence to prevail over our opponents.

The AI deployment effort should be carried out simultaneously on three different levels. A first "tactical" level with

L'effort de déploiement de l'IA est à mener simultanément sur trois niveaux. Un premier niveau «tactique» avec une IA dite «embarquée», celle qui permet à chaque «objet» de gagner en autonomie, en rapidité et en performance dans ses attendus tactiques essentiels. Un deuxième niveau, «opératif», où l'IA apporte des éléments d'efficacité en termes de compréhension, de décision et d'action multi-objets, multi-champs, multi-milieux, à l'échelle d'une zone d'action plus ou moins vaste. Enfin un troisième niveau, «stratégique», où l'IA permet immédiatement d'appréhender l'ensemble des tenants et des aboutissants connexes à la confrontation engagée localement.

Sommes-nous dans la course pour l'IA de niveau tactique ?

Pour ce qui est des petits «objets» numérisés, nous sommes, pour l'heure, «dans le match» grâce aux besoins des activités civiles (offshore, énergies renouvelables en mer, pêche, etc.). Nos ingénieurs sont très innovants, principalement au sein des «jeunes pousses» et des PME plus agiles à travailler à des petits «objets» en ligne direct avec les opérationnels que les

«L'effort de déploiement de l'intelligence artificielle est à mener simultanément sur trois niveaux : «tactique», «opératif» et «stratégique.»

"The artificial intelligence deployment effort should be carried out simultaneously on three different levels: "tactical", "operative" and "strategic"."

Contre-amiral (2S) / Rear-admiral (2S) François Rebour

grands groupes. C'est notamment le cas dans le domaine des drones - USV (Surface), UAV (Air) et UUV (Sous-marin). Au-delà des subventions de Recherche & Développement, ces solutions se nourrissent des premiers débouchés commerciaux à l'export, dans un contexte concurrentiel encore peu actif. Mais la question du «passage à l'échelle» rapide et, incidemment, celle de la commande publique à même de prendre et de conserver un avantage significatif, se posent très directement. Le risque reste de voir ces avancées technologiques s'évaporer ou aller prendre leur essor hors de nos frontières.

Où en est-on concernant l'IA du deuxième niveau, «opératif», que vous évoquez ?

L'ambition dans ce domaine gagnerait à être davantage marquée car c'est là le socle incontournable de maîtrise des zones maritimes, à commencer par nos zones de souveraineté. Pour nos zones économiques exclusives (ZEE), tandis que nous bénéficions de données très complètes, les possibilités logicielles permettent d'aller vers une modélisation géoréférencée 3D globale de la colonne d'eau à l'échelle de la zone, à l'identité de ce dont nous disposons pour notre territoire national.

some sort of "on-board" AI, enabling each "object" to gain in autonomy, speed and performance in its essential tactical expectations. A second "operative" level, where AI provides elements of efficiency in terms of understanding, decision and action in multi-object, multi-field and multi-environment situations, on the scale of a more or less broad area of action. Finally, there is a third, "strategic" level, where AI instantly enables us to assess the ins and outs of a confrontation that is taking place at a given location.

Are we serious candidates for tactical level AI?

As far as small digitised "objects" are concerned, we are, for the moment, "in the game" thanks to the needs of civil activities (offshore, renewable energies at sea, fishing, etc.). We have very innovative engineers, mainly in start-ups and in SMEs, which are more agile than large groups in working on small "objects" in direct line with operational staff. This is particularly true in the field of drones - USV (Surface), UAV (Air) and UUV (Submarine).

In addition to research and development subsidies, these solutions are now supported by the first commercial export outlets, in a competitive and yet relatively quiet context. However, the question of a prompt "scaling up" and, by extension, that of the public order likely to acquire and maintain a significant advantage, is very directly raised. The risk remains that these technological advances could vanish or grow outside our borders.

Where do we stand as regards the second "operative" level of AI that you mentioned?

Our ambition in this area would certainly deserve more attention, as it is the foundation of our ability to control maritime areas, starting with our sovereignty zones. For our exclusive economic zones (EEZs), we benefit from very comprehensive data, and software capabilities would make it possible to create a global 3D geo-referenced model of the water column at the scale of the area concerned, similar to what we have for our national territory. Modelling of the technical and tactical effectiveness of underwater sensors and effectors could then be combined with it, following

«Les services de renseignement indiquent qu'ils ne traitent qu'une part limitée des masses de données «textes» accessibles par différentes sources.»

"Intelligence services explain that they only process a limited part of the mass of "text" data accessible from various sources."

Contre-amiral (2S) / Rear-admiral (2S) François Rebour

Il pourrait alors y être associé la modélisation de l'efficacité technique et tactique des senseurs et effecteurs sous-marins, à l'instar de ce qui se fait déjà à terre pour les radars, les systèmes radioélectriques, les systèmes optroniques, et les différents effecteurs (missiles, brouilleurs, canons...).

Ce faisant, nos «objets» maritimes numérisés, petits ou grands, fixes ou mobiles, ayant vocation à surveiller et à détecter les anomalies sur toute la colonne d'eau - de la surface au fond des océans - trouveront leur juste place pour couvrir de justes besoins de surveillance et d'action dans nos zones maritimes (infrastructures stratégiques immergées, zones prioritaires de circulation...).

Pour aller au-delà de ce socle, l'IA opérative est attendue sur un besoin majeur : celui d'appréhender, à l'échelon locale de la Force navale, des schémas opérationnels «multi-objets large zone» liés à la multiplication des drones agissant en solo ou en essaim à des fins diverses (dispositif avancé, leurre, menace saturante...). Les *Systèmes d'Information et de Commandement* (SIC) embarqués vont nécessairement évoluer en ce sens.

Qu'en est-il du troisième niveau stratégique ?

Pour ce volet, le monde océanique est globalement à la même enseigne que les autres milieux avec des attendus globalement partagés. Les services de renseignement indiquent qu'ils ne traitent qu'une part limitée des masses de données «textes» accessibles par différentes sources. Face au défi de «faire parler la donnée» enfouie sur les serveurs, à temps et de façon pertinente, je ferais deux observations. D'une part, un effet halo important s'exerce autour de l'IA dite «connexionniste» (forme d'IA qui donne une réponse fondée sur un calcul probabiliste) au détriment de l'IA dite «symbolique» (forme d'IA fondée sur une science, par exemple le sens du langage ou de la démarche par laquelle intuitivement un humain va fouiller une base documentaire). Les IA «symboliques» ont des propriétés natives (explicabilité, sobriété, etc.) et une efficacité (pertinence, taux de réponse, etc.) méritant plus d'attention. D'autre part, la valeur des informations extraites par l'IA stratégique intéresse aussi, au premier chef, l'échelon opératif. Les *Systèmes d'information et de commandement* (SIC) embarqués doivent désormais savoir conjuguer le «temps opérationnel immédiat» des IA tactiques et opératives et le «temps opérationnel utile» fruit de l'IA stratégique. ■

the example of what is already done on land for radars, radioelectric systems, optronic systems and the various effectors (missiles, jammers, guns, etc.).

In doing so, our digitised maritime "objects", small or large, fixed or mobile, with a vocation to monitor and detect anomalies throughout the water column - from the surface to the bottom of the oceans - will find their appropriate place in covering proper surveillance and action needs in our maritime zones (strategic underwater infrastructures, priority traffic zones, etc.).

To go beyond this foundation, operational AI is awaited on a major need: that of apprehending, at the local level of the naval force, "multi-object large area" operational schemes, linked to the proliferation of drones operating alone or in swarms for various purposes (advanced device, decoy, saturating threat...). The onboard Information and Command Systems (ICS) will necessarily evolve in this direction.

What about the third strategic level?

In this area, the ocean is roughly comparable to other environments, and the expectations are more or less the same. Intelligence services explain that they only process a limited part of the mass of "text" data accessible from various sources.

Faced with the challenge of exploiting the data buried in the servers, in time and in a relevant way, I would make two observations.

On the one hand, there is a significant halo effect around what is known as "connectionist" AI (a form of AI that gives an answer based on a probabilistic calculation) to the detriment of "symbolic" AI (a form of AI based on a science, for example: the sense of language or of the process through which a human intuitively goes to search a document base). "Symbolic" AIs have native properties (explicability, sobriety, etc.) and efficiency (relevance, response rate, etc.) that deserve more attention.

On the other hand, the value of the information extracted by strategic AI is also of primary interest to the operational level. From now on, the onboard Command and Information Systems (CIS) must be capable of combining the "immediate operational time" of tactical and operational AI and the "useful operational time" that results from strategic AI. ■

Entretien avec / *Interview with* **Arnaud Guérin**,
Cofondateur et président de Preligens / *Co-founder and president of Preligens*



« Nous sommes la plus grande équipe en intelligence artificielle pour la défense et le renseignement en Europe. »

"We are the largest artificial intelligence team in Europe for defense and intelligence in Europe."

Propos recueillis par / *Interview by* Frédéric Fontaine

Quel est l'apport de l'intelligence artificielle (IA) en matière de défense ?

La baisse continue de la taille et du coût des capteurs a conduit à donner progressivement un rôle ISR (Intelligence, Surveillance, Reconnaissance) à toutes les plateformes militaires : satellites, chars, bateaux, avions, hélicoptères, engins blindés, drones de toutes natures, et objets connectés civils. Aujourd'hui, les analystes ne peuvent traiter qu'une infime partie des données disponibles et travaillent la plupart du temps de façon cloisonnée par expertise-métiers, ce qui rend difficile de croiser suffisamment les informations. Or l'IA permet le traitement d'une grande quantité mais aussi d'une grande diversité de données (images satellites et radars, ondes électromagnétiques, acoustiques, flux vidéo, textes, ou autres) en un temps record. Le « désilotage » et la fusion des flux de données sont désormais atteignables. Cette capacité de traitement, potentiellement infinie, ouvre des horizons entièrement nouveaux à notre compréhension des situations stratégiques, pour réduire l'incertitude et percer le brouillard de la guerre. Ainsi, l'IA permet d'avoir une vision considérablement accrue de la situation opérationnelle et rend la prise de décision plus avertie.

Preligens a-t-elle accès en France et en Europe aux ressources financières, humaines ainsi qu'aux données nécessaires à la conception, au développement et à l'entraînement de ses algorithmes ?

Deux levées de fonds ont financé le développement initial de nos solutions, avec un actionariat 100% français, parmi lequel Definvest, le fond de financement du ministère des Armées.

Aujourd'hui, notre mode de financement repose sur la commande publique, comme l'illustre le marché de Défense ou

What is the contribution of Artificial Intelligence (AI) to defense?

The continuous decrease in the size and cost of sensors has led all our military platforms to be turned, to some extent, into ISR (Intelligence, Surveillance, Reconnaissance) devices: satellites, tanks, ships, airplanes, helicopters, armored vehicles, drones of all kinds, as well as civilian connected objects. Today, analysts can only process a small part of the available data and work mostly in a compartmentalized way by expertise, which makes it difficult to cross-reference information. Yet, AI allows the processing of a large quantity and a great diversity of data (satellite and radar imagery, electromagnetic and acoustic waves, video streams, texts, and others) in near realtime. The "de-compartmentalization" and fusion of data flows are now achievable. This potentially infinite processing capacity opens up entirely new horizons in our understanding of strategic situations, to reduce uncertainty and pierce the fog of war. As a result, AI provides an augmented view of the operational situation and gives more comprehensive inputs for decision making.

Does Preligens have access in France and Europe to the financial and human resources as well as the data necessary for the design, development and training of its algorithms?

Two rounds of fundraising financed the initial development of our solutions, with a 100% French shareholder base, including Definvest, the investment fund of the French Ministry of the Armed Forces.

Today, our financing method is based on public orders, as illustrated by the Defense or Security contract¹ that we signed



« L'intelligence artificielle permet le traitement d'une grande quantité mais aussi d'une grande diversité de données (images satellites et radars, ondes électromagnétiques, acoustiques, flux vidéo, textes ou autres) en un temps record. »

"Artificial intelligence allows the processing of a large quantity and a great diversity of data (satellite and radar imagery, electromagnetic and acoustic waves, video streams, texts, and others) in near realtime."

Arnaud Guérin

Sécurité¹ que nous avons signé avec la DGA en octobre 2022². Ce marché pluriannuel pour un montant maximal de 240 millions d'euros sur 7 ans est la preuve de la grande confiance que nous témoigne le ministère des Armées.

Côté ressources humaines, il faut bien comprendre que les sociétés qui proposent d'œuvrer au développement de solutions d'un très haut niveau technologique et pour une mission qui fait sens sont rares sur le marché. Or, c'est exactement ce que Preligens propose à ses collaborateurs. Non seulement nous attirons les talents, mais plus important encore, nous les gardons.

Enfin, pour ce qui relève du développement technique, nous disposons d'une base de données propriétaire de plus de 11 millions d'objets, sur lesquels nous entraînons nos algo-

with the DGA in October 2022². This 7-year contract for a maximum amount of 240 million euros is proof of the great trust we earned from the Ministry of the Armed Forces

As for human resources, we must bear in mind that companies offering to work on the development of cutting edge technological solutions and promising a meaningful mission to their workers are rare on the market. This is exactly what Preligens has to give to its employees. Not only do we attract talents, but more importantly, we keep them.

Finally, in terms of technical development, we have a proprietary database of over 11 million objects on which we train our algorithms and have invested in the creation of a library of off-the-shelf algorithms that allows us to industrialize our production of AI solutions. We have also opened a

1 - Le contrat signé par Preligens avec la DGA est un contrat cadre dont la dénomination juridique exacte est "Marché de Sécurité OU de Défense".

2 - Marché TORNADE pour : "Traitement Optique et Radar par Neurones Artificiels via Détecteurs".

1 - The contract signed by Preligens with the DGA is a framework contract whose exact legal name is "Security OR Defense Contract".

2 - TORNADE contract for: "Optical and Radar Processing by Artificial Neurons via Detectors".

rithmes, et avons investi dans la création d'une bibliothèque d'algorithmes sur étagère qui nous permet d'industrialiser notre production de solutions IA. Nous avons, par ailleurs, ouvert un centre de recherche et développement à Rennes conforme aux exigences de sécurité de nos clients qui nous permet de travailler sur des données sensibles.

Ainsi, dès son origine, Preligens a fait le choix de la France. Que ce soit à travers son financement, le recrutement de talents extrêmement spécialisés qui auraient pu être tentés de partir à l'étranger, les investissements consacrés à la constitution de la base de données propriétaire, ou encore l'implantation de son centre de recherche et de développement dans le pôle d'excellence technologique à Rennes. Preligens s'engage pour la souveraineté IA de la France.

Quel est votre apport dans le domaine spécifiquement maritime ?

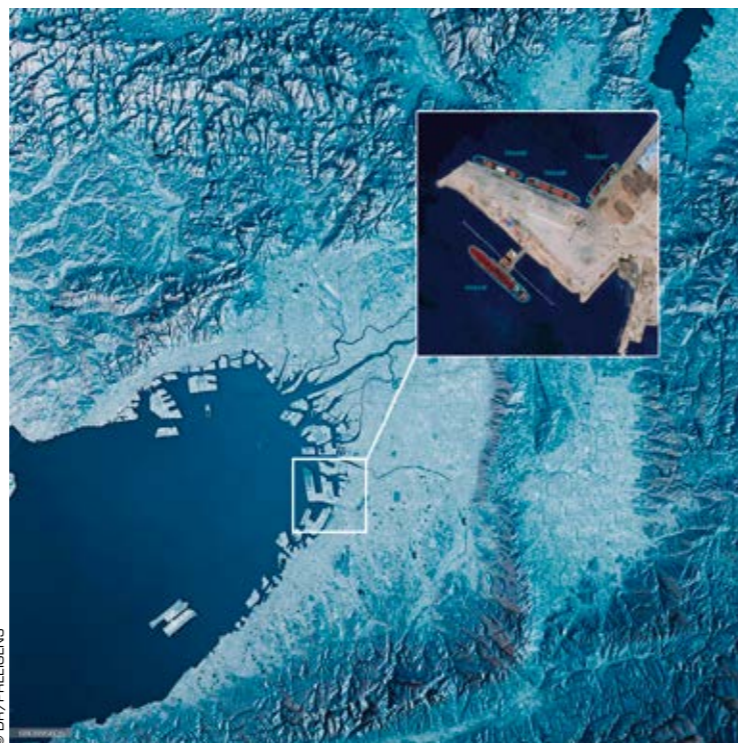
Dans le domaine maritime, nos outils soutiennent l'action de l'Etat en mer, que ce soit à travers la surveillance d'observables d'intérêt militaire ou à travers la surveillance de ports ou bases navales stratégiques. En effet, en monitorant des bases navales, nous arrivons, par exemple, à savoir quels bâtiments sont à quai et à quelles fréquences, et ainsi établir des patterns. Nous pouvons également, grâce à un autre de nos produits, localiser les radars côtiers susceptibles de détecter les bâtiments à la mer.

Avez-vous noué des relations privilégiées ou des partenariats avec l'écosystème de la recherche scientifique en France ?

Nous sommes la plus grande équipe en IA pour la défense et le renseignement en Europe. Nos équipes accompagnent des doctorants et, à travers leurs travaux nous établissons des partenariats avec l'écosystème de la recherche scientifique, comme avec l'INRIA de Grenoble ou le Gipsa Lab. Maintenir notre excellence technologique avec des solutions d'IA à l'état de l'art implique un fort investissement dans la recherche. Notre centre de recherche et développement à Rennes répond à cet objectif.

Quelle est la valeur ajoutée de Preligens dans un secteur aujourd'hui très concurrentiel ?

Notre valeur ajoutée, c'est une technologie pionnière, souveraine, garante d'autonomie stratégique. La maîtrise technologique constitue la clef de la puissance de demain. Notre technologie est à l'avant-garde, en ce qu'elle déploie ce qui se fait de mieux aujourd'hui en termes d'IA, comme en témoigne l'attractivité de nos solutions même aux Etats-Unis. Elle ne cesse de se développer et d'évoluer grâce aux retours d'expérience de nos utilisateurs, à l'expertise et à l'engagement de nos équipes. Nos outils donnent ainsi à nos armées une longueur d'avance dans la prise de décision grâce à la supériorité informationnelle qu'ils procurent.



© DR/PRELIGENS

« Dans le domaine maritime, nos outils soutiennent l'action de l'Etat, que ce soit à travers la surveillance d'observables d'intérêt militaire ou à travers la surveillance de ports ou bases navales stratégiques. »

Arnaud Guérin

R&D center in Rennes that complies with our customers' security requirements and allows us to work on sensitive data. Thus, since its origin, Preligens has chosen France. Whether it is through its financing, the recruitment of highly specialized talents who might have been tempted to leave for other countries, the investments made to build up a proprietary database, or the establishment of its R&D center in the technological hub of excellence in Rennes, Preligens is committed to the AI sovereignty of France.

What is your contribution in the specifically maritime domain?

In the maritime domain, our tools support government action at sea, whether through the surveillance of observables of military interest or through the surveillance of ports or strategic naval bases. Indeed, by monitoring naval bases, we can, for example, find out which ships are docked and at what frequency, and thus establish patterns. We can also, thanks to another of our products, locate coastal radars, that are likely to detect ships at sea.

Have you established any special relationships or partnerships with the scientific research ecosystem in France?

We are the largest AI team for defense and intelligence in Europe. Our teams support PhD students and, through their work, we establish partnerships with the scientific research ecosystem, such as with INRIA in Grenoble or the Gipsa



© DR/PRELIGENS

"In the maritime domain, our tools support government action, whether through the surveillance of observables of military interest or through the surveillance of ports or strategic naval bases."

Arnaud Guérin

Les solutions que nous proposons sont « combat proven » (éprouvées sur le terrain Ndlr), issues d'une technologie mature que nous créons intégralement. Outre notre centre de recherche et développement à Rennes, nous avons aussi une « AI Factory » (une « usine d'IA », Ndlr) qui nous permet de maîtriser l'ensemble de la chaîne de valeur. De l'annotation des observables à l'entraînement de nos algorithmes, nous proposons une technologie propriétaire et *made in France*. Nos produits sont déployés dans différentes unités opérationnelles des armées mais également au sein d'organisations internationales comme l'OTAN.

Nos logiciels pour le renseignement confèrent une capacité autonome d'appréciation, de décision et d'action. Grâce à des données mieux valorisées, des analystes dédiés aux tâches à forte valeur ajoutée, des décideurs mieux informés, nous aidons les armées à conserver une pleine compréhension de toutes leurs options.

Quelles sont vos ambitions à l'international ?

Nous exportons déjà nos solutions aux Etats-Unis mais également dans certains pays d'Asie. Les besoins militaires évoluant très rapidement, nous devons avoir un état d'esprit de conquête, afin de nous déployer de manière agressive à l'international. Cependant, si nous proposons nos solutions à d'autres pays, notre éthique reste l'épine dorsale de notre stratégie de développement et le droit français et européen encadrent très strictement toute transaction des technologies disruptives, comme la nôtre.

« Nos solutions sont issues d'une technologie mature que nous créons intégralement. »

"Our solutions are based on mature technology that we have created from scratch."

Arnaud Guérin

Lab. Maintaining our technological excellence with state-of-the-art AI solutions requires a strong investment in research. Our R&D center in Rennes meets this objective.

What is the added value of Preligens in today's highly competitive sector?

Our added value is a pioneering and sovereign technology that guarantees France's strategic autonomy. Technological mastery is the key to tomorrow's power. Our technology is at the forefront, in that it deploys the best of what is currently available in terms of AI, as demonstrated by the attractiveness of our solutions even in the United States. It continues to develop and evolves thanks to the feedback from our users, and the expertise and commitment of our teams. Our tools give our armies a head start in decision making thanks to the information superiority they provide. The solutions we offer are "combat-proven", based on mature technology that we have created from scratch. In addition to our research and development center in Rennes, we also have an "AI Factory" that allows us to control the entire value chain. From the annotation of observables to the training of our algorithms, we offer a proprietary technology made in France. Our products are deployed in various operational units of the armed forces but also within international organizations such as NATO.

Our intelligence software provides an autonomous ability to assess, decide and act. With better valorised data, dedicated analysts for high value-added tasks, and better informed decision makers, we help militaries to maintain a full understanding of all their options.

What are your international ambitions?

We are already exporting our solutions to the United States, but also to certain Asian countries. As military needs are evolving very rapidly, we need to have a conquering mindset in order to deploy aggressively on the international scene. However, if we offer our solutions to other countries, our ethics remain the backbone of our development strategy and French and European law strictly regulates any transaction involving disruptive technologies such as ours.

En savoir + / Learn more:
www.preligens.com



Entretien avec / Interview with **Yonatan Teboul**,
Responsable Groupe Stratégie Digitale / Group Head of Digital Strategy



« L'intelligence artificielle est partout et se diffuse dans tous nos domaines d'expertise. »

"Artificial Intelligence is everywhere and is spreading through all our areas of expertise."

Propos recueillis par / Interview by **Frédéric Fontaine**

Comment le groupe MBDA intègre-t-il l'apport de l'intelligence artificielle (IA) à son métier ?

Un missile est un mobile aérien automatisé, programmé pour aller sur la cible qui lui a été désignée. Pour concevoir nos systèmes, nous nous appuyons sur plus de 40 ans d'innovations dans les technologies de guidage, de pilotage, de navigation et de traitement d'images. À titre d'exemple, le Missile de Croisière Naval (Mdcn, actuellement en service au sein de la Marine) embarque un logiciel de traitement d'images permettant de comparer en temps réel le modèle géométrique d'une cible (préalablement modélisé en amont de la mission) à l'image captée par le capteur infrarouge à bord du missile. Cette innovation préfigure les innovations qui seront permises par l'IA.

C'est pourquoi MBDA, leader européen des systèmes de missiles, a depuis longtemps lancé une réflexion sur l'apport de cette technologie pour la performance de ses produits et l'efficacité de ses processus industriels. Des premières applications ont déjà été testées et démontrées qui pourraient prochainement être intégrées au sein de systèmes opérationnels.

Quels sont les domaines d'application de l'IA pour le Groupe MBDA ?

Aujourd'hui, l'IA est partout et se diffuse dans tous nos domaines d'expertise. Les besoins des forces armées évoluent et l'IA nous permet d'y répondre, en améliorant les capacités de

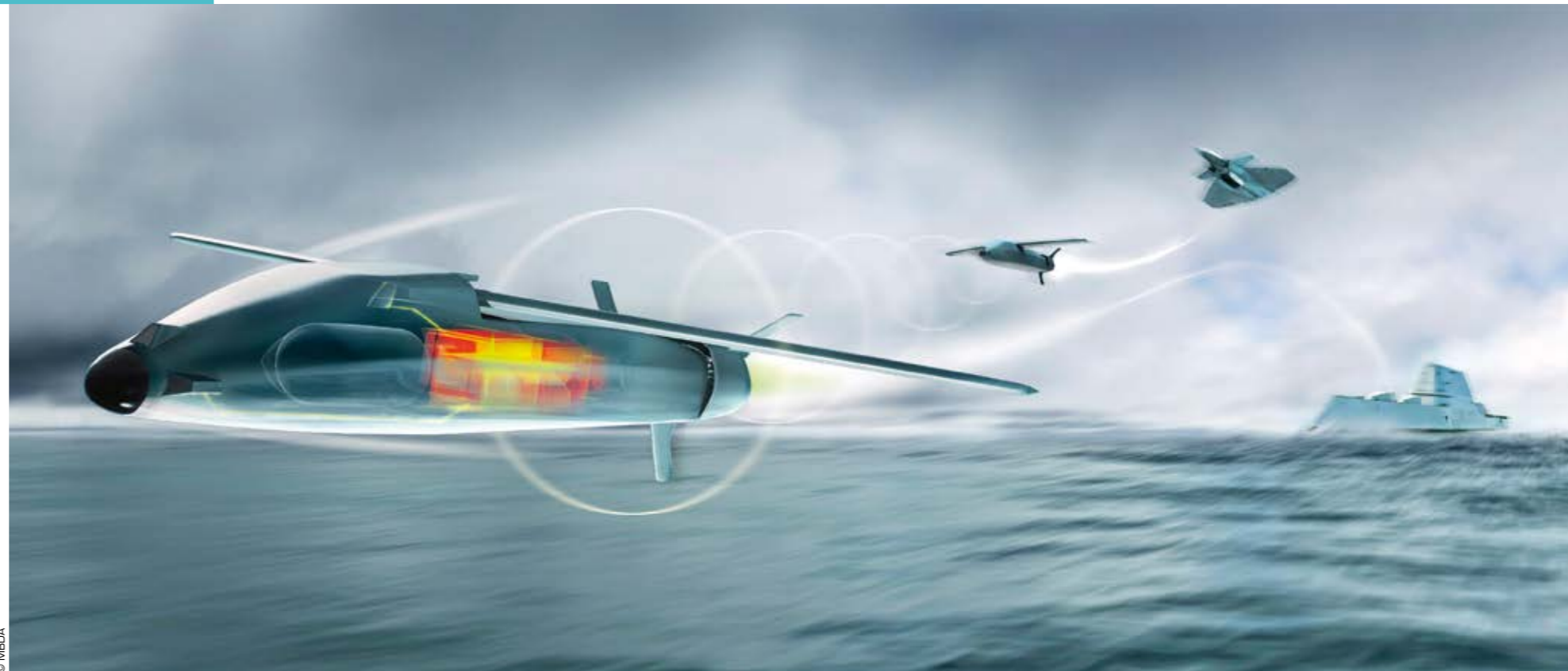
How is the MBDA group integrating artificial intelligence (AI) into its business?

A missile is an automated airborne body that is programmed to hit a designated target. In designing our systems we are relying on over 40 years of innovation in guidance, control, navigation and image processing technologies. For example, Mdcn (Naval Cruise Missile - currently in service with the French Navy) carries image processing software that in real time compares a geometric model of the target (created before the start of the mission) with the image captured by the missile's infrared sensor. And this is just a foretaste of the innovations that will be possible with AI.

That is why MBDA, as Europe's missile systems leader, began thinking long ago about how this technology can help improve the performance of its products and make its industrial processes more efficient. A number of initial applications that have already been tested and demonstrated could soon be integrated into operational systems.

What does the MBDA group see as AI's areas of application?

AI is now everywhere and is spreading through all our areas of expertise. As armed forces' requirements change, AI is helping us meet them by improving the image and signal processing capabilities of our missiles, in effects management and also by improving operational efficiency through test diagnostics and predictive maintenance support.



L'intelligence artificielle aura un rôle de plus en plus important, en particulier pour les *remote carriers*, « effecteurs » déportés du type de ces appareils aériens automatisés (illustration), qui assureront tous types de missions, de la frappe au renseignement en passant par le ciblage ou la confusion des capteurs de l'ennemi. Illustration MBDA. / Artificial intelligence will play an increasingly important role, especially for remote carriers, of the type of these automated aerial vehicles (illustration), which will perform all types of missions, from strikes to intelligence, including targeting and confusing enemy sensors. Illustration by MBDA.

nos missiles pour le traitement de l'image et du signal, dans le domaine du management des effets, mais aussi dans la sphère de l'efficacité opérationnelle : aide au diagnostic de tests, maintenance prédictive.

Quelle est votre stratégie de recherche et développement en matière d'intelligence artificielle ?

MBDA a choisi de former un réseau interne d'experts en IA qui ont cette compétence en plus de leur métier, bénéficiant de formations en interne. Leur expertise en traitement d'images ou dans le domaine du management des effets nous permet de positionner l'IA au plus près de nos métiers.

Nous avons également constitué un réseau international, au sein duquel nos ingénieurs travaillent sur des programmes de recherche et développement menés en commun.

MBDA a la capacité de traiter la grande variété des cas d'usages et de mener une analyse continue des avancées de l'IA pour les différentes utilisations considérées. Dans un premier temps, et grâce à des budgets d'incubation, les équipes « prototypent » des solutions tout en évaluant la valeur ajoutée de l'IA dans le cas d'usage considéré. Dans un second temps, le projet pourra disposer d'un budget plus conséquent, ce qui permettra son développement et son intégration à un produit (ou processus) cible.

What is your R&D strategy for Artificial Intelligence?

MBDA has decided to create an internal network of AI experts who add this skill to their own specialist fields and receive in-house training. Thanks to their expertise in image processing and effects management we are able to position AI within our specialist fields.

We have also created an international network in which our engineers work on joint R&D programmes.

MBDA has the ability to handle the full range of use cases and to maintain a constant analysis of AI advances in the areas of use that concern us. Initially - and thanks to our incubation budgets - our teams prototype solutions while assessing the value AI adds to the particular use case concerned. The project may then be assigned a larger budget for its development and integration into a target product (or process).

To maintain its position at the cutting edge of AI innovation, MBDA continues to expand its ecosystem of partner start-ups/SMEs like Delfox and Probayes, and partner AI laboratories and institutes like GREYC in Caen, CEA, IRT Saint Exupéry and INRIA.

AI research funding comes from our own R&D budgets, various French government support 'vehicles' (MCM-ITP,

Pour rester à la pointe de l'innovation en IA, MBDA développe en continu son écosystème de partenaires composé d'acteurs de type start-ups/PME comme Delfox et Probayes, et des laboratoires ou instituts IA tels que le GREYC de Caen, le CEA, l'IRT Saint Exupéry ou encore l'INRIA.

Les financements de recherche en IA proviennent de nos budgets propres de R&D, du concours de différents «véhicules» de soutien étatiques français (MCM-ITP, ASTRID ou encore RAPID) ou encore du Fond Européen de Défense permettant de lancer des projets de recherche appliquée

Pouvez-vous nous décrire une application à venir pour un système d'armes opérant notamment dans le domaine naval ?

Un exemple d'application de l'IA se trouve du côté des systèmes de préparation de mission, dont le rôle est de planifier en amont l'usage d'un système d'armes pour remplir un objectif de manière optimale. Indispensables à la mise en œuvre d'armes complexes comme les missiles de frappe dans la profondeur SCALP ou MDCN mis en œuvre par la Marine nationale, ils feront partie des premières applications opérationnelles de l'IA dans le secteur des systèmes de missiles. Ainsi, les trajectoires de ces missiles seront automatiquement générées par un système IA, et proposées aux opérateurs. Cette opération nécessite de tenir compte d'informations hétérogènes (modèles de terrain, météo locale, situation tactique afin d'éviter les défenses ennemies...) et de modéliser le comportement du missile (performances, consommation, etc.). Dans ce cas de figure, l'emploi de l'IA permettra à court terme de répondre à des contraintes temporelles croissantes, et de faciliter la réactivité des forces armées face à des menaces de plus en plus mobiles et résilientes. Ces problèmes d'optimisation multi-contraintes, qualifiés de NP-difficiles, font partie des cas d'usages pouvant être résolus grâce aux dernières avancées en matière d'IA.

L'exploitation de la donnée « Marine »¹ fait-elle l'objet de travaux chez MBDA ?

La Marine nationale a pris conscience de l'importance de la collecte et de la capitalisation des données opérationnelles (issues des capteurs connectés aux systèmes de combat, par exemple) et des données de plateformes (relatives aux systèmes de propulsion, moteurs, pompes...).

Ces données permettront d'alimenter et d'entraîner des algorithmes d'IA afin d'optimiser la performance des équipements et des armements, d'aider les opérationnels en croisant des données et d'améliorer la maintenance des matériels.

MBDA France a mené la première expérimentation industrielle de la jeune histoire du *Centre de Service de la Donnée Marine* (CSD-M) en début 2022 qui a permis de tester la capacité du CSD-M à déployer facilement sur ses infrastructures data des

1 - Donnée(s) Marine(s) : données(s) générée(s) par une « Installation Bord ». Il s'agit de données issues des messages échangés entre les systèmes à bord, définis dans des spécifications d'interfaces et circulant sur les réseaux plate-forme et système de combat.

ASTRID and RAPID) and the European Defence Fund and allows us to launch applied research projects.

Could you tell us about an upcoming application for a primarily naval weapons system?

One example of AI application is in mission planning systems. These pre-plan the way in which weapons systems will be used to ensure the optimum achievement of objectives. Mission planning systems are essential when deploying complex weapons like the French Navy's SCALP and MDCN deep-strike missiles and will be among the first operational applications of AI in the missile systems sector. Missile trajectories will be generated automatically by an AI system and then presented to the operators. This is an operation that requires different types of information (terrain models, local weather, tactical position to

« Les trajectoires des missiles de frappe dans la profondeur Scalp et MdCN seront automatiquement générées par un système IA. »

"The trajectories of the Scalp and MdCN deep strike missiles will be automatically generated by an AI system."

Yonatan TEBOUL

avoid enemy defences etc.) and models missile behaviour (performance, consumption etc.). In this particular case, the use of AI will in the short term make it possible to meet ever tighter response times and make armed forces more responsive to increasingly mobile and resilient threats. These NP-hard, multi-constraint optimisation problems are among the use cases that can be resolved using the latest advances in AI.

Is MBDA working on how to exploit marine data¹?

The French Navy understands the importance of collecting and capitalising on operational data (e.g. from combat system sensors) and platform data (on propulsion systems, engines, pumps, etc.).

The data will feed into AI algorithms and train them to enhance equipment and weapon performance, help operators by cross-referencing data and improve equipment maintenance.

1 - Marine data: data generated by an onboard installation. Marine data is data from messages exchanged between onboard systems. It is defined in interface specifications and circulates on the platform and combat system networks.

applications de traitement de la donnée MBDA, construites à partir de notre propre infrastructure de traitement de la donnée appelée Data Fabric.

Cette expérimentation a été un succès, démontrant la capacité de MBDA à traiter la donnée Marine

Quels sont les perspectives d'intégration de l'IA dans les systèmes d'armes futurs de MBDA ?

L'intelligence artificielle aura un rôle de plus en plus important, en particulier pour les *remote carriers*². Les opérations de projection de puissance, dont la Marine nationale est un pilier majeur avec son groupe aérien embarqué, emploieront ces objets qui devront posséder des facultés de traitement d'informations multi-sigaux mais également les doter de systèmes de contrôle de mission multi-agents. Ces systèmes de contrôle de mission seront développés dans une logique collaborative homme-système d'arme (« man-weapon teaming »).

D'une manière générale, on constate que les automatismes, quels qu'ils soient, sont introduits par l'homme pour répondre à des enjeux bien spécifiques et ciblés. Aujourd'hui, nous cherchons à faire confiance à des algorithmes IA pouvant être plus performants que des algorithmes plus conventionnels. Ces fonctionnalités IA viennent donc faciliter l'emploi du système d'armes dans un contexte de plus en plus difficile pour les forces armées, sans pour autant se substituer

aux opérateurs qui devront toujours garder la maîtrise du déclenchement du feu. De plus, nous travaillons actuellement à développer des méthodes destinées à garantir une intégration de ces algorithmes en toute confiance.

En France, nos systèmes sont conçus avec la Direction Générale de l'Armement (DGA) pour les forces et doivent répondre aux critères d'exigence les plus élevés en matière de sécurité et de fiabilité. Nous avons donc une responsabilité avec un domaine d'emploi de l'IA extrêmement bien borné. L'IA ne doit pas être un décideur : l'homme doit toujours rester dans la boucle. ■

2 - Remote carriers : Effecteurs déportés (de type véhicules aériens automatisés) capables d'apporter des effets multiples létaux et non létaux ainsi que des services nouveaux (renseignement, ciblage, confusion des senseurs de l'ennemi).



Le missile de croisière naval français (MdCN) développé par la société MBDA. / The French naval cruise missile developed by MBDA.

« L'intelligence artificielle ne doit pas être un décideur : l'homme doit toujours rester dans la boucle. »

"Artificial intelligence cannot be the decision-maker. Humans must remain in the loop at all times."

Yonatan TEBOUL

MBDA France conducted the first industrial experiments in the so far brief history of the *Marine Data Service Centre* (CSD-M) in early 2022, to test whether CSD-M can easily deploy on its own data infrastructure MBDA data processing applications produced by our Data Fabric data processing infrastructure.

The experiment was a success and demonstrated that MBDA is able to process marine data.

What is the outlook for the integration of AI into future MBDA weapon systems?

AI's role will continue to grow, especially in the case of *remote carriers*². Power projection operations, of which the French Navy is a key pillar thanks to its onboard air group, will use *remote carriers* that must be able to process multi-signal information and will also equip them with multi-agent mission control systems developed using a man-weapon teaming approach.

Generally speaking, we see that humans introduce automation, whatever the type, to meet very specific and targeted challenges.

Today we are working on putting our trust in AI algorithms, which can outperform more conventional algorithms. The AI functionalities are therefore making weapon systems easier to use in what is becoming an increasingly difficult environment

for armed forces, but do not replace the human operators who must always retain control of the decision to fire. We are also developing methods to ensure the reliable integration of these algorithms.

In France, our systems are designed together with our Defence Procurement Agency (DGA) for all the forces and must meet the highest standards of safety and reliability. We therefore have a responsibility and our use of AI is very clearly defined. AI cannot be the decision-maker. Humans must remain in the loop at all times. ■

2 - Remote carriers: (e.g. automated aerial vehicles) are capable of multiple lethal and non-lethal effects and also provide new services (intelligence, targeting, confusion of enemy sensors).



L'intelligence artificielle sera appliquée à l'ensemble du spectre des opérations navales

Artificial intelligence will be applied across the spectrum of naval operations

Par / By **Marc Fontaine***, Président de / President Helsing France

Historiquement, les capacités du domaine naval (armements et équipements) ont connu des révolutions technologiques notables tous les 20-25 ans, du fait de l'admission au service actif de nouveaux bâtiments. La révolution technologique la plus récente a eu lieu dans les années 80-90 avec l'introduction des radars à balayage électronique, de nouveaux systèmes de missiles et l'augmentation spectaculaire de la puissance de calcul disponible à bord des navires permettant le traitement rapide et massif des données. Depuis, au cours de ces vingt dernières années, l'évolution des technologies navales a été graduelle, faite de mise à niveau des systèmes pour traiter l'obsolescence ou en adapter les usages. Cela a permis à nombre de nations de maintenir une supériorité opérationnelle à la mer pour un investissement limité.

La décennie 2020-2030 consacre un nouveau pivot générationnel en termes de technologies navales et ce du fait de deux facteurs principaux. D'une part l'évolution de la menace à la mer via l'apparition de nouvelles armes telles que les missiles hypersoniques, les armements à énergie dirigée ou encore les drones navals autonomes, de surface ou sous-marins, ou encore les munitions téléopérées. D'autre part, les améliorations notables apportées aux senseurs embarqués, optiques, infrarouges, électroniques ou acoustiques, permettent une meilleure appréhension de la situation tactique

Capabilities (armaments and equipment) in the Maritime domain have historically undergone significant technology revolutions every 20-25 years, aligned with new ships and submarines entering service. The last major technology revolution was in the 80s and 90s with the introduction of new powerful Phase Array radars, new missile systems and dramatic increase in the compute power available onboard Naval platforms, enabling faster data processing. Then over the last 20 years Naval technology has been evolving gradually, with incremental updates to systems to manage obsolescence or do the same things in different ways, allowing many nations to maintain operational superiority at sea with limited investment.

This 2020-2030 decade marks the start of a new generational pivot in Naval technology, brought about by two major drivers: Firstly, the changing nature of the threat at sea from new and novel weapons such as hypersonic missiles and directed energy weapons, loitering munitions and Uncrewed Autonomous Vehicles above, on or below the surface; secondly the significant improvements made in naval Sensors such as EO, IR, EW and Sonar, resulting in much richer situational awareness but also dramatically increasing the cognitive load on operators still following old procedures of staring at sensor outputs.

*Marc Fontaine, ancien responsable de la transformation numérique d'Airbus, dirige aujourd'hui Helsing SAS, l'entité française du groupe européen Helsing. Fondée en 2021, Helsing a fait une levée de fonds de 102,5 millions d'euros en novembre 2021 dont 100 millions venus du fonds Prima Materia de Daniel Ek, fondateur de Spotify. Helsing est « une entreprise de défense et d'intelligence artificielle (IA) de nouvelle génération développant des solutions IA responsables, explicables et embarquées pour augmenter les plateformes militaires existantes et futures ».

*Marc Fontaine, former head of Digital Transformation at Airbus, was appointed Director of Helsing SAS in October 2022, the French subsidiary of the European Group Helsing. Founded in 2021, Helsing raised €102.5 million in November 2021, including €100 million from Spotify founder Daniel Ek's Prima Materia fund. Helsing is a "new defence and artificial intelligence company. It delivers responsible, explainable and assured artificial intelligence (AI) products now and for the next generation platforms".

Plus d'information / Learn more: www.helsing.ai



Février 2022, « photex » (« exercice photo ») en Mer Méditerranée : des bâtiments français, norvégiens, italiens, espagnols, grecs et américains escortent le porte-avions américain *Harry S. Truman* (à droite), le porte-aéronefs italien *Cavour* (au centre) et le porte-avions français *Charles de Gaulle* (à gauche). / February 2022, "photex" ("photo exercise") in the Mediterranean Sea: French, Norwegian, Italian, Spanish, Greek and American vessels escort the American aircraft carrier *Harry S. Truman* (on the right), the Italian aircraft carrier *Cavour* (in the centre) and the French aircraft carrier *Charles de Gaulle* (on the left).

« La seule manière pour les marines occidentales de contrer la massification des forces de ses adversaires est de faire mieux avec les plateformes dont elles disposent. »

"The only way western Navies' can compete with increased mass of their adversaries is to do more with the platforms they have."

Marc Fontaine

mais induisent également une augmentation de la charge cognitive des opérateurs dédiés à l'observation des données capteurs, comme le veulent les procédures traditionnelles.

Chaque saut générationnel a été le fait d'une technologie de rupture principale. La révolution dans le domaine maritime sera logicielle pour ce qui concerne la décennie à venir. Elle verra l'application de l'intelligence artificielle (IA) à l'ensemble du spectre des opérations navales afin d'embrasser les défis mentionnés plus haut. En effet, la vitesse de réponse des chaînes fonctionnelles, du senseur à l'effecteur, peut être accrue de manière significative par l'utilisation d'algorithmes d'IA adaptatifs permettant le traitement des données brutes de détection afin de classifier, identifier et suivre des objets à la vitesse de la machine, réduisant au passage la charge dévolue à l'opérateur en lui fournissant automatiquement une situation générale maritime.

Each generational pivot in technology has been driven by a ground breaking technology. In this decade the revolution in capability in the maritime domain will be software defined. And it will be brought about by applying Artificial Intelligence (AI) across the spectrum of naval operations to address the challenges mentioned above. The speed of response of Sensor-decider-effector functional chains can be significantly transformed by using adaptive AI algorithms to process raw sensor data and classify, identify and track objects at machine speeds – all to reduce the load on the operators through an automated Recognised Maritime Picture.

This allows them to focus on tracks of interest or delivering a mission. The Decide function can be significantly augmented through AI, assessing threats and evaluating multiple courses of actions in lightning speed, thus enabling quicker assessment and accelerated decision making. Finally, AI func-

Ce dernier peut alors se concentrer sur les pistes d'intérêt notable ou bien sur la conduite de la mission. La prise de décision peut aussi être considérablement augmentée par l'IA, celle-ci étant à même d'évaluer les menaces et d'analyser de multiples actions possibles en un temps record, permettant ainsi une évaluation de la situation et une prise de décision plus rapides. Enfin, certaines fonctionnalités IA peuvent diriger les effecteurs et guider avec plus de précisions les armes cinétiques ou à énergie dirigée contre un éventail de cibles plus vaste, augmentant ainsi les chances de but.

Ces logiciels d'intelligence artificielle adaptative peuvent s'intégrer aussi bien aux systèmes en service qu'à ceux en développement, ils permettent également l'intégration entre des systèmes de plateformes distribuées et fédérées, comme, par exemple, entre un bâtiment de surface et ses vecteurs autonomes. Cela ouvre la voie à la conduite d'engagements ou de défenses coopératifs au profit par exemple de la protection d'une force à la mer telle qu'un groupe aéronaval.

« Pour tirer le meilleur parti de ces capacités IA novatrices, les démocraties doivent compléter leur base industrielle de défense. »

"To truly deploy these novel AI capabilities, democracies need to complement their existing defense industrial base."

Marc Fontaine

La Chine a récemment dépassé les Etats-Unis en termes de nombre de bâtiments. La seule manière pour les marines occidentales de contrer la massification des forces de ses adversaires est de faire mieux avec les plateformes dont elles disposent. A cet effet, l'IA améliore les capacités des senseurs au-delà de ce qui est possible par le traitement du signal, elle accroît la létalité par la rapidité et la précision de sa réponse, elle améliore la sûreté et l'efficacité opérationnelle des équipages en permettant l'exploitation de vecteurs autonomes à distance.

Pour tirer le meilleur parti de ces capacités IA novatrices, les démocraties occidentales se doivent de compléter leur base industrielle de défense et d'adapter les processus d'acquisition. Elles doivent soutenir l'émergence d'entreprises spécialisées, des entreprises qui financent leur recherche et développement, qui peuvent attirer les meilleurs talents du logiciel et de l'IA, et mettent en œuvre les pratiques agiles et itératives du développement logiciel. Ces entreprises devront s'associer avec les maîtres d'œuvre établis afin de se compléter l'un l'autre, logiciel et plateformes. La Défense peut encourager efficacement cette évolution en mettant ce défi logiciel au chapitre de ses priorités stratégiques, et en y dédiant les ressources nécessaires ainsi qu'une part bien identifiée de ses budgets. ■



Le bâtiment d'expérimentations et de mesures Dupuy-de-Lôme de la marine nationale française spécialisé dans la collecte de renseignements et la recherche électromagnétique.

The Dupuy-de-Lôme, the French Navy's experimentation and measurement ship specialized in intelligence collection and electromagnetic research.

tions can direct effectors, guiding kinetic and direct energy weapons with greater accuracy against a broader range of threats, increasing the chances of engagement success.

Most dramatically, software driven adaptive AI can be integrated with existing and new systems, and also provide integration between distributed or federated platforms – such as between a warship and its autonomous assets. This will open up ways of undertaking co-operative engagement and countermeasures, which improve the protection of a whole force, such as a carrier strike group.

China recently overtook the USA in terms of numbers of Naval platforms in the PLA Navy. The only way western Navies' can compete with increased mass of their adversaries is to do more with the platforms they have. AI provides a route to enhance sensor capability beyond what is possible with signal processing, increase lethality through speed and accuracy of response, and improve crew safety and operational effectiveness through the exploitation of autonomous assets at range.

To truly leverage and deploy these novel AI capabilities, western democracies need to complement their existing industrial base and procurement approaches. They need to foster software-first companies, which pay for their own R&D, can attract top software and AI talents and employ fast, agile and iterative development practices. These companies shall be partnering with established OEMs to complement each other's capabilities in hardware and software. This evolution can be effectively supported by Defense embracing the software challenge and dedicating resources and flagging a share of its budget for it. ■

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET GUERRE ÉLECTRONIQUE ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND ELECTRONIC WARFARE

Les défis de la guerre électronique sont particulièrement prédestinés à l'usage de l'intelligence artificielle (IA) : les décisions à prendre sont fondées sur la donnée, sont souvent critiques d'un point de vue temporel et de la mission, et demandent de la reconnaissance de formes complexes. Si les algorithmes traditionnels de guerre électronique sont souvent aujourd'hui développés manuellement par des experts et restent figés dans le temps, l'IA a le potentiel d'identifier les paramètres optimaux plus rapidement, plus précisément et de manière plus adaptative.

L'IA est en outre une technologie clé de la guerre électronique cognitive, la cognition faisant ici référence à la capacité des systèmes à percevoir leur environnement, à interagir avec celui-ci, et à apprendre continuellement de leurs expériences. Ce principe se retrouve par exemple dans les radios cognitives qui sont capables de sélectionner et de changer dynamiquement le meilleur canal de communication pour minimiser les interférences et la saturation.

Ce principe existe aussi en guerre électronique, c'est la « Guerre Électronique Cognitive » où l'IA est utilisée pour rendre cognitives les capacités passives et actives de la guerre électronique. L'IA peut ainsi analyser de manière efficace les grands volumes de données au niveau du signal brut afin de détecter les émetteurs connus et inconnus. Cette situation tactique améliorée peut servir à alimenter un opérateur humain ou servir de fondation à un système d'aide à la décision. Elle peut tout aussi bien servir à directement ajuster les contremesures électromagnétiques, en temps réel.

Cet exemple montre que si les capacités passives et actives dans le domaine électromagnétique ont été développées en parallèle, le logiciel et l'IA peuvent les intégrer. Les conséquences sont significatives sur la vitesse et la précision des systèmes. ■

The challenges in the electronic warfare in particular are predestined for the use of artificial intelligence (AI): the decisions to be made are highly data-based, often time- and mission-critical and require complex pattern understanding. While traditional electromagnetic spectrum (EMS) algorithms or their parameter configurations are developed manually by experts and set statically, AI has the potential to identify the ideal parameters faster, more precisely and dynamically adaptable.

Furthermore, AI is the key technology for cognitive electronic warfare. Cognition refers to the ability of systems to perceive their environment, interact with their environment and continuously learn from their experiences. This principle is seen, for example, in cognitive radios, which are able to dynamically select and change the best channels to minimize interference and overcrowding.

This principle also exists in electronic warfare - "Cognitive Electronic Warfare". AI is used to make electronic warfare capabilities such as ESM and ECM cognitive. For example, AI can be used to effectively analyze the large amounts of data at the signal level and detect known as well as unknown emitters. This higher situational awareness can not only be fed to a human operator as information and a basis for decision-making but can also be used to directly manage selected ECM countermeasures situationally, in real time, based on AI.

This example shows that although traditionally ESM/ECM capabilities have been developed separately from each other, AI-based software enables a much closer integration of these areas. As a consequence, this means higher accuracy and speed. ■

Marc Fontaine

Entretien avec / Interview with Yann Vachias*



« L'École navale est pleinement engagée dans le défi de l'intelligence artificielle. »

"The French Naval Academy is fully committed to the challenge of artificial intelligence."

Propos recueillis par / Interview by Frédéric Fontaine

Quels domaines de l'intelligence artificielle (IA) sont-ils étudiés à l'École navale ?

L'IA est une technologie s'appuyant sur les mathématiques, l'informatique et des algorithmes au même titre que d'autres méthodes de résolution de problème, qui permet de proposer une solution (aide à la décision, probabilité, grandeur physique, etc.) là où il n'existe pas à proprement parler de modèles prédictifs, physiques, financiers ou cognitifs. Les travaux réalisés par l'Institut de recherche de l'École navale (IRENAV) s'appuient sur deux approches ou deux domaines d'IA : l'IA « numérique » ou « connexionniste » et l'IA « symbolique ».

L'IA « numérique » ou « connexionniste » consiste à attribuer « un sens » à des données (et non des modèles) au cours d'une phase d'annotation et d'apprentissage, puis par des approches statistiques et/ou mathématiques, de proposer une aide à la décision essentiellement fondée sur une prédiction. L'avantage majeur est la classification des données en dehors (donc sans contrainte) d'un modèle. Toutefois, c'est une sorte de « boîte noire » dont il est difficile d'expliquer le résultat.

L'IA « symbolique » est une approche fondée sur les logiques (informatique et mathématique) qui tente de proposer des modèles capables de raisonner (à l'identique des humains) par déduction. Ces modèles sont conçus à partir de l'humain, de ses connaissances et croyances. Dans ce cas, l'IA va proposer une aide à la décision fondée sur des connaissances et croyances humaines. L'avantage majeur est d'être plus proche de l'humain et donc capable d'expliquer le résultat

What areas of Artificial Intelligence (AI) are studied at the French Naval Academy?

AI is a technology based on mathematics, computer science and algorithms in the same way as other problem-solving methods, which makes it possible to offer a solution (decision support, probability, physical quantity, etc.) where, strictly speaking, there are no predictive, physical, financial or cognitive models. Research activities carried out by the Naval academy's research institute (IRENAV) are based on two approaches or two areas of AI: "digital" or "connectionist" AI and "symbolic" AI.

Digital" or "connectionist" AI consists in assigning "meaning" to data (and not models) during an annotation and learning phase, by statistical and/or mathematical approaches, to offering decision support essentially based on a prediction. The major advantage is the classification of data outside (therefore without constraint) of a model. However, it is a kind of "black box" whose result is difficult to explain.

"Symbolic" AI is an approach based on logic (computer science and mathematics) which attempts to offer models capable of reasoning (like humans) by deduction. These models are designed from humans, their knowledge and beliefs. In this case, the AI will offer decision support based on human knowledge and beliefs. The major advantage to this is to be closer to humans and therefore able to explain the result since the reasoning is based on the logic and on the rules of the models. On the other hand, the limit is lin-

*Yann Vachias est Professeur en Chef de 1^{ère} Classe de l'Enseignement maritime, Directeur de la recherche et de l'innovation de l'École navale.

*Yann Vachias is Chief Professor of 1st Class of Maritime Education, Director of Research and Innovation at the French Naval Academy.



L'École navale à Lanveoc Poulmic dans le Finistère (Bretagne). / The French naval Academy at Lanveoc Poulmic (Finistère, Brittany).

« Les travaux réalisés par l'Institut de recherche de l'École navale (IRENAV) s'appuient sur deux domaines d'intelligence artificielle. »

"Research activities carried out by the Naval academy's research institute (IRENAV) are based on two areas of Artificial Intelligence."

Yann Vachias

puisque le raisonnement se fonde par les logiques et sur les règles des modèles. En revanche, la limite est liée à la connaissance du modèle d'où l'incapacité à découvrir des « nouveautés » non modélisées dans le modèle. La tendance actuelle va vers une combinaison des deux approches appelée « IA Hybride »

L'École navale s'intéresse également aux interactions entre l'opérateur humain et le système en grande partie opéré par l'IA (et de plus en plus). Ainsi, pour assurer un niveau de coopération fonctionnel (notamment la confiance nécessaire qui reste un problème central), nous nous interrogeons sur la manière de concevoir l'information transmise à l'opérateur humain (nature, niveau, granularité, forme sémiotique, temporalité, etc.), sur la délégation de l'autorité de l'opérateur humain envers le système (compétences, niveaux,

ked to the knowledge of the model, hence the inability to discover solution not modeled on the model. The current trend is towards a combination of the two approaches called "Hybrid AI".

The French Naval Academy is also interested in the interactions between the human operator and the system, which is largely operated by AI (and increasingly so). Thus, to ensure a functional level of cooperation (in particular the necessary trust which remains a central problem), we study the way of conceiving the information transmitted to the human operator (nature, level, granularity, semiotic form, temporality, etc.), on the delegation of authority from the human operator to the system (skills, levels, types of decisions, etc.) and finally on its operation in degraded modes (loss of sensors, loss of connectivity, failure of the operator,

types de décisions, etc.), enfin sur le fonctionnement en modes dégradés (perte de capteurs, perte de connectivité, défaillance de l'opérateur, situations ambiguës inédites, etc). L'objectif pratique est de pouvoir modéliser ces interactions hommes / systèmes dans des systèmes déjà existants, en cours de développement ou en cours de conception.

Comment l'Ecole navale mène-t-elle ses travaux en intelligence artificielle ?

Elle s'appuie pour cela en premier lieu sur une plateforme de traitement de l'information maritime dotée de moyens de traitement et de stockage à haute capacité. Elle est associée à des moyens d'acquisition de données via, entre autres, une antenne large bande, un ROV (véhicule sous-marin téléopéré), des drones aériens permettant de collecter de la donnée dite de recherche (AIS, électromagnétique, acoustique sous-marine, flux vidéo). Cette donnée est essentielle en intelligence artificielle et permet de développer et tester, à l'échelle du laboratoire, des algorithmes qui pourront être ensuite transposés vers les forces sur des données dites opérationnelles. Elle met également en œuvre un hexapode permettant l'émulation de mouvements de plateformes navales (appontages automatiques de drones) avec prise de décision. Elle s'appuie, enfin, sur l'expertise d'enseignants chercheurs (informatiques, traitement de l'information), d'ingénieurs de recherche ou de doctorants.

L'Ecole navale travaille-t-elle seule sur ces sujets ?

Pour réaliser ses travaux en IA, l'école s'appuie sur des coopérations académiques et industrielles au travers notamment de projets collaboratifs. A titre d'exemple, la collaboration avec l'Institut de l'Océan a permis de mettre en place le programme GEOINT¹. Ce programme, financé par l'Agence de l'innovation de défense (AID) et réalisé en collaboration avec Sorbonne Université, aborde le GEOINT maritime par une démarche pluridisciplinaire entre ingénierie de l'information, IA et sciences humaines. Un autre exemple est une thèse CIFRE² réalisée en collaboration avec Thales, visant à proposer des solutions de détection des anomalies du champ magnétique par apprentissage automatique.

Quelles sont les applications envisagées pour vos travaux ?

Au niveau naval, nous constatons que la conception des systèmes est réalisée de moins en moins en systèmes d'armes au sens étroit (missile, sonar) et de plus en plus en systèmes au sens large (SCAF, SLAM) intégrant l'humain, conséquence

1 - L'intelligence géospatiale permet de corréler les informations dans l'espace et dans le temps afin d'approfondir la compréhension d'un phénomène, d'un territoire et de ses enjeux. L'exploitation de ces informations géospatiales, toujours plus nombreuses, représente un défi majeur dans la prise de décision. Source www.geo4i.com
2 - Le dispositif des Conventions industrielles de formation par la recherche (Cifre) permet à l'entreprise de bénéficier d'une aide financière pour recruter un jeune doctorant dont les travaux de recherche, encadrés par un laboratoire public de recherche, conduiront à la soutenance d'une thèse.



© STEPHANE MARC / MARINE NATIONALE / ARMEES

new ambiguous situations, etc.). The practical objective is to be able to model these human/system interactions in systems that already exist, are being developed or are being designed.

How does the French Naval Academy carry out its research activities in Artificial Intelligence?

For this, the French Naval Academy relies primarily on a maritime information processing platform equipped with high-capacity processing and storage resources. It is associated with means of data acquisition via, among other things, a broadband antenna, an ROV (remotely operated underwater vehicle) and aerial drones allowing the collection of so-called research data (AIS, electromagnetic, acoustic underwater, video stream). This data is essential in artificial intelligence and makes it possible to develop and test, on a laboratory scale, algorithms which can then be transposed to the forces on so-called operational data. It also implements a hexapod allowing the emulation of naval platform movements (automatic drone landings) with decision-making. Finally, it relies on the expertise of teacher-researchers (computing, information processing), research engineers or doctoral students.

«L'Ecole navale s'intéresse aux interactions entre l'opérateur humain et le système de plus en plus opéré par l'intelligence artificielle.»

"The French Naval Academy is interested in the interactions between the human operator and the system, which is largely operated by Artificial Intelligence."

Yann Vachias

directe de l'automatisation via l'IA. Il est également nécessaire d'être en mesure de comprendre les usages des opérateurs humains, leurs interactions avec les systèmes dans l'environnement d'action spécifique qui est le leur, et de savoir caractériser les logiques et les comportements, ce qui exige d'établir un lien étroit avec les opérationnels.

Ainsi, nos travaux peuvent participer à la conception des systèmes en proposant des solutions pour modéliser les interactions entre les opérateurs humains et non-humains en prenant en compte le degré de complexité propre au domaine naval (systèmes techniques les plus complexes qui soient et dans toutes les dimensions, depuis l'espace jusqu'au fond des mers). Ainsi, les équipes de l'Ecole navale vont débiter un projet (COMAIA), soutenu par l'AID, visant à approfondir les caractéristiques de la collaboration Hu-

Is the French Naval Academy working alone on these subjects?

To carry out its work in AI, the Academy relies on academic and industrial cooperation, in particular through collaborative projects. For example, the collaboration with the Institut de l'Océan has made it possible to set up the GEOINT program¹. This program, funded by the French Defense innovation agency (AID) and carried out in collaboration with the Sorbonne University, approaches maritime GEOINT through a multidisciplinary approach between information engineering, AI and human sciences. Another example is a CIFRE² thesis carried out in collaboration with Thales, aimed at offering solutions for detecting anomalies of the magnetic field by automatic learning.

What are the applications envisaged for your research activities?

In the naval field, we note that the design of systems is carried out less and less in weapon systems in the narrow sense (missile, sonar) and more and more in systems in the broad sense (SCAF, SLAM) integrating the human, direct consequence of automation via AI. It is also necessary to be able to understand the uses of human operators, their interactions with the systems in their specific action environment and to know how to characterize the logic and behaviors which requires establishing a close link with the operational staff.

Thus, our research activities can contribute to the design of aforementioned systems by offering solutions to model the interactions between human and non-human operators by taking into account the degree of complexity specific to the naval field (the most complex technical systems there are and in all dimensions, from space to the bottom of the sea). Thus, the French Naval Academy research teams intend to start a project (COMAIA), supported by AID, aimed at im-

1 - Geospatial intelligence is a solution to correlate information in space and time in order to deepen the understanding of a phenomenon, a territory and its issues. The exploitation of this ever-increasing geospatial information represents a major challenge in decision-making. Source www.geo4i.com
2 - The Industrial Research Training Agreements (CIFRE) system allows companies to benefit from financial aid to recruit a young doctoral student whose research work, supervised by a public research laboratory, will lead to the defense of a thesis.

main-IA sous trois angles : l'information transmise à l'opérateur humain (densité, granularité, forme et temporalité), la délégation de l'autorité, de la prise de décision et des compétences de l'humain à l'IA et enfin les fonctionnements en modes dégradés (dysfonctionnements humains et IA : perte de connectivité, reconfigurations possibles en situation, etc.). Un autre exemple est le projet TECTONIC (soutenu par l'AID) qui vise à développer une preuve de concept pour la détection de la perturbation du signal GNSS³ d'un drone, puis à déterminer comment gérer cette perturbation : poursuivre la navigation sans GNSS, changer de trajectoire, abandonner la mission (observation, prise de photos...), etc. Le système doit être capable, sans assistance humaine, de collecter un ensemble de connaissances environnementales dynamiques extraites d'images vidéo (et de données de navigation), de les interpréter et les corréliser aux connaissances environnementales statiques pour gérer la mission. Les travaux menés par l'EN en IA visent ainsi à proposer des solutions techniques mais traitent également le volet humain prenant en compte les besoins de l'opérateur. Cette capacité à traiter conjointement les volets ingénierie et humain est l'une des originalités de la recherche à l'Ecole. ■

3 - Globalisation et Navigation par un Système de Satellite

proving the characteristics of Human-AI collaboration from three angles: the information transmitted to the human operator (density, granularity, form and temporality), the delegation of authority, decision-making and skills from humans to AI and finally operations in degraded modes (human and AI dysfunctions: loss of connectivity, possible reconfigurations in location, etc.). Another example is the TECTONIC project (supported by AID) which aims to develop a proof of concept for the detection of disturbance of the GNSS³ signal of a drone, before determining how to manage this disturbance: continue navigation without GNSS, change trajectory, abandon the mission (observation, taking photos...), etc. The system must be capable, without human assistance, of collecting a set of dynamic environmental knowledge extracted from video images (and navigation data), interpreting it and correlating it with static environmental knowledge to carry out the mission. The work carried out by the French Naval Academy in AI thus aims to suggest technical solutions but also deal with the human aspect, taking into account the needs of the operator. This ability to jointly deal with the engineering and human aspects is one of the originalities of research at the Academy. ■

3 - Globalization and Navigation by Satellite System

« Les systèmes futurs développent de plus en plus de solutions s'appuyant sur l'intelligence artificielle. »

Les travaux menés au sein de l'Ecole navale visent à participer à la formation des futurs officiers appelés à servir au sein des forces et à répondre aux besoins de la Marine nationale. Les systèmes actuellement exploités ou futurs développent de plus en plus de solutions s'appuyant sur l'intelligence artificielle (IA), posant des défis tant dans la conception que dans les usages.

Dès lors, l'école s'implique (formation et recherche) dans ce domaine au travers de modules de formation (voie d'approfondissement proposée en deuxième année) et de travaux de recherche au sein de l'Institut de recherche de l'Ecole navale (IRENAV) – en co-tutelle Ecole navale et Ecole nationale supérieure des arts et métiers –, du département des sciences humaines et sociales, et de la Chaire résilience et leadership. ■



© STEPHANE MARC / MARINE NATIONALE

Contre-amiral
Rear Admiral
Benoît Baudonnière,
Commandant et
Directeur Général de
l'Ecole navale
Commander
and general manager
of the French Naval
Academy

the National Superior School of Arts and Crafts (Ecole nationale supérieure des arts et métiers / ENSAM)–, the Department of Human and Social Sciences and the Resilience and Leadership Chair. ■

"The future systems are increasingly developing solutions based on artificial intelligence."

Research activities carried out within the French Naval Academy aim to participate in the training of future officers called upon to serve within the forces and to meet the needs of the French Navy. Current or future systems are increasingly developing solutions based on AI, posing challenges both in design and in use.

Therefore, the Academy is involved (training and research) in this area through training modules (advanced courses offered in the second year) and research work within the Naval academy's research institute (IRENAV) –jointly supervised by The French Naval Academy and

ABONNEZ-VOUS À / SUBSCRIBE TO

MARINE & Océans

Abonnement et paiement sécurisé en ligne sur :
Subscription and secure online payment on:

www.marine-oceans.com

www.marine-oceans.com/en/

4 NUMÉROS/AN

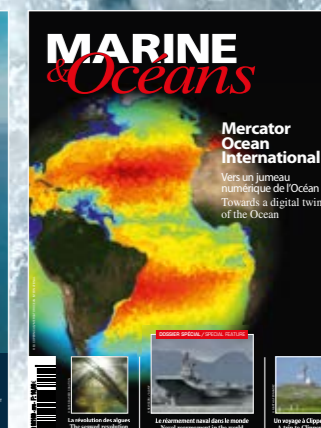
Version papier : 40 euros
(hors frais de port)

Version numérique : 32 euros

4 ISSUES/YEAR

Print version: 40 euros
(excluding postage)

Digital version: 32 euros





L'intelligence artificielle, une chance pour le maritime

Artificial intelligence, an opportunity for the maritime industry

Par / By **François Lambert**, Directeur général de l'Ecole nationale supérieure maritime
Director General of the French National Maritime School

L'intelligence artificielle (IA) est souvent associée au progrès technique. On considère aujourd'hui que toute évolution technologique est du ressort de l'IA, un peu comme on définit toute innovation comme disruptive alors même que l'innovation est en très grande majorité incrémentale, fonctionnant par « grappe », comme l'a théorisé Joseph Aloïs Schumpeter¹ voilà plus d'un siècle. L'IA, telle que je me la représente, s'inscrit dans un environnement informatique et algorithmique inédit, visant à développer un processus d'imitation de l'intelligence humaine.

Il s'agit donc bien d'imiter l'intelligence humaine et, sans vouloir héroïser notre présent, il y a bien ici rupture, quoique la volonté de l'homme d'inventer des machines qui imitent son comportement remonte sans doute au I^{er} siècle avant notre ère. Une rupture pour quoi faire ? Pour mieux connaître et pour gagner du temps.

Mieux connaître d'abord, en particulier l'Océan. L'Océan reste un monde trop peu connu qui laisse place à de nombreuses peurs, autant qu'à des caricatures et à des excès. A ce titre, le débat sur les grands fonds est très symptomatique. Le jumeau numérique décidé par l'Union européenne d'ici à 2024 viendra nous aider à mieux connaître ces écosystèmes par une modélisation sérieuse de données scientifiques et économiques, visant aussi et surtout, à protéger la biodiversité, sans s'inscrire dans une course qui parfois s'auto-entretient.

Gagner du temps, ensuite, avec une possibilité donnée par l'IA d'améliorer le transport maritime. L'imitation de l'intelligence humaine existe depuis de nombreuses années avec le *Global Positioning System*. Imagine-t-on aujourd'hui un navire câblé sans dispositif de *Differential Global Positioning System* ? Non. Pas plus que l'on imagine un routage maritime sans une once de maintenance prédictive ou un déchargement de conteneurs sans un logiciel optimisé qui vient faire gagner un temps précieux à nos compagnies maritimes dans tous les ports du monde.

1 - Joseph Aloïs Schumpeter, 1883-1950, est un économiste et professeur en science politique autrichien, naturalisé américain, connu pour ses théories sur les fluctuations économiques, la destruction créatrice et l'innovation.

Artificial intelligence (AI) is often associated with technical progress. Any technological evolution is now seen as part of an AI process, just like any innovation is rather described as disruptive, even though the vast majority of innovations are incremental, functioning in "swarms", as Joseph Aloïs Schumpeter¹ theorised over a century ago. As I understand it, AI fits into an unprecedented computer and algorithmic environment, that aims at developing a process of imitation of human intelligence.

It is therefore a matter of imitating human intelligence and, without trying to glorify the present, there is indeed a breach here, albeit man's desire to invent machines imitating his behaviour probably dates back to the first century BC. A breach for what purpose? To know better and to save time.

First, to know better, especially the ocean. The ocean is still a world that remains largely unknown, giving room to many fears, caricatures, and excesses. In this respect, the debate on the deep seabed is quite symptomatic. The digital twin decided by the European Union by 2024 will improve our knowledge of these ecosystems through serious modelling of scientific and economic data, also and above all aimed at protecting biodiversity without entering into a sometimes, self-sustaining race.

Then, to save time, with the opportunity that AI offers to improve shipping. The imitation of human intelligence has been a reality for many years with the *Global Positioning System*. Can anyone imagine a cable ship today without a *Differential Global Positioning System* device? Certainly not. Neither would anyone consider maritime routing without an ounce of predictive maintenance or unloading containers without optimised software that saves precious time for our shipping companies in every port worldwide.

The smart ship clearly opens a new promising chapter for the maritime sector. And this trend should not fade away.

1 - Joseph Aloïs Schumpeter, 1883-1950, was an Austrian economist and professor of political science, naturalised in the United States, renowned for his theories on economic fluctuations, creative destruction and innovation.



© GRANDÉMANGE DOMINIQUE - 4 VENTS

Le *smart ship* (navire intelligent) fait résolument grandir le secteur maritime. Cette dynamique ne saurait s'arrêter. Les très nombreuses startups qui se développent dans l'environnement maritime l'illustrent, mues par le programme *SEAstart*², et plus généralement le *CORIMER*³ ou encore *Meet 2050*. Et comment ne pas citer ici les interférences entre le secteur de la défense et le secteur civil, promues d'ailleurs par l'Agence pour l'innovation de la défense, alors que la *Direction générale de l'armement* n'avait pas, pendant plusieurs années, érigé le maritime au rang de ses priorités. L'IA devient alors aussi une question de souveraineté.

Alors l'IA est-elle une bonne chose pour le maritime ? Benjamin Constant refait vivre sa querelle originelle entre les anciens et les modernes au prisme d'une question qui s'inscrit aussi, et on ne le dira jamais assez, dans l'impératif écologique. A ce titre, si l'IA permet de faire plus et mieux en préservant, au-delà du temps, l'espace, il est clair que nous devons poursuivre notre route vers sa promotion. Car si c'est bien l'intelligence humaine qui est imitée, le bon sens étant la « valeur du monde la mieux partagée », l'IA fera donc autorité.

L'IA est une chance et, comme toutes les chances, elle doit être encadrée, normée, brevetée pour ne pas se retourner contre son/ses créateur(s). En réalité, nous n'avons pas le choix et les applicatifs mentionnés plus haut nous invitent à avancer vers une intelligence, qui au-delà de son caractère artificiel, ne saurait être superficielle. Elle vient s'inscrire durablement dans une logique d'autorité et de progrès dans laquelle la France possède des champions et des volontaires pour continuer à faire grandir notre économie maritime. ■

2 - Lancé par le GICAN en 2019, le programme *SEAstart*, unique accélérateur français de startups du naval et du maritime, vise à développer les collaborations entre les adhérents du GICAN (grands groupes, PME, ETI) et les startups dont la technologie peut avoir un débouché maritime. Source : www.gican.asso.fr

3 - Conseil d'Orientation pour la Recherche et l'Innovation des Industriels de la Mer. www.corimer.fr

Le port de Marseille. L'intelligence artificielle concourt à l'émergence des ports du futur avec la gestion optimisée des flux, des stocks et de la maintenance comme l'évoque le Campus mondial de la mer dans un article intitulé « *L'intelligence artificielle s'ancre dans le maritime* ». (www.campusmer.fr).

The port of Marseille. Artificial intelligence contributes to the emergence of tomorrow's ports through optimised management of flows, stocks and maintenance, as mentioned by the World Sea Campus in a paper entitled "Artificial intelligence enters the maritime industry". (www.campusmer.fr).

As illustrated by the many start-ups developing in the maritime environment, driven by the *SEAstart* programme², and more generally by *CORIMER*³ or *Meet 2050*. Not to mention the connections between the defence and civilian sectors, promoted by the French Defence Innovation Agency, even though the French *Direction Générale de l'Armement* (*General Directorate of Armaments*) had not made the maritime sector one of its priorities for several years. AI thus also becomes a question of sovereignty.

So, is AI a good thing for the maritime industry? Benjamin Constant revives his original quarrel between the ancients and the moderns through the prism of a question that is also, and it cannot be said enough, part of the ecological imperative. In this respect, if AI allows to do more and better by preserving space, beyond time, it is clear that we must continue on our way to its promotion.

For if it is indeed human intelligence that is imitated, as common sense is the "best shared value in the world", then AI will prevail.

AI is an opportunity, and, like all opportunities, it should be regulated, standardised, and patented in order not to turn against its creator(s). In reality, we have no choice and the applications mentioned above invite us to move towards an intelligence which, beyond its artificial nature, should not be superficial.

It becomes part of a long-term logic of authority and progress in which France has the champions and the volunteers to keep on developing our maritime economy. ■

2 - Launched by GICAN in 2019, the *SEAstart* programme, the only French start-up accelerator in the naval and maritime sector, aims at developing collaborations between GICAN members (large groups, SMEs, ETIs) and start-ups whose technology may offer a maritime outlet. Source : www.gican.asso.fr

3 - Orientation Council for Research and Innovation of the Maritime Industry. www.corimer.fr



L'intelligence artificielle sera toujours plus présente dans l'enseignement maritime

Artificial intelligence will be even more present in maritime education

Par / By **Pedro Merino Laso**, Chargé de recherche à l'École nationale supérieure maritime (ENSM)
Researcher at the French Maritime Academy (ENSM)

Après la machine à vapeur, l'électricité et l'automatisation, la numérisation des usines représente la quatrième révolution industrielle. Le secteur maritime et portuaire n'est pas indifférent à cette évolution et nous parlons aujourd'hui du maritime 4.0. La numérisation des systèmes maritimes se traduit par des composants intelligents et connectés qui partagent des informations en temps réel. Aujourd'hui, certains armateurs sont capables de réaliser un monitoring détaillé de leurs flottes. L'historisation de ces informations (navigation ou fonctionnement d'un équipement) ouvre une grande quantité de possibilités : routage intelligent, maintenance prédictive, optimisation énergétique...

Pour atteindre ces objectifs, il faut gérer énormément de données et de natures différentes : alarmes, machine, navigation, caméras... Pour illustrer ceci, un énergimètre (capteur utilisé pour des mesures électriques) délivre des centaines de mesures toutes les secondes et toutes peuvent être pertinentes pour différents buts. Au bout de plusieurs années d'exploitation et pour un navire, il est facile d'imaginer le volume et la variété de l'historique. Cela peut rendre la compréhension du navire très riche à condition d'avoir la capacité de traiter et d'agréger ces informations. Étant donné le volume, l'hétérogénéité des données et les différents traitements possibles, la tâche devient complexe.

Pour faire face à cette problématique et assister l'humain dans cette tâche, des outils informatiques sont nécessaires. L'intelligence artificielle (IA) se développe sur ce terrain. Des techniques appelées « apprentissage automatique », *Machine Learning* en anglais, se distinguent. Ces outils vont permettre, au fil du temps, à une machine d'apprendre de son propre fonctionnement et d'améliorer ses performances dans la réalisation de sa tâche. Cela permet de donner des réponses automatiques, d'assister un opérateur dans son métier et même de nous faire découvrir des informations qu'on n'avait pas imaginées.

L'IA devient un outil incontournable pour les navigants et le

After the steam engine, electricity and automation, the digitalisation of manufacturing facilities is the fourth industrial revolution. The maritime and port sectors are also concerned by this evolution, and we now talk about Maritime 4.0.

The digitalisation of maritime systems has led to smart and connected components that share information in real time. Today, some shipowners are capable of monitoring their fleets with precision. In this domain, data tracking (navigation or equipment operation) offers a wide range of possibilities: intelligent routing, predictive maintenance, energy optimisation, etc.

A huge quantity of various types of data must be processed to achieve these goals: alarms, machinery, navigation, cameras, etc. To illustrate this, an energy meter (a sensor used for electrical measurements) provides hundreds of measurements every second, all of which being potentially relevant for different purposes. After several years of operation and for a given ship, it is easy to imagine the volume and variety of the data collected. This can make the understanding of the vessel quite extensive, provided there is the capacity to process and aggregate this information. Given the volume, the heterogeneity of the data and the different processing possibilities, the task becomes quite challenging.

To address this issue and assist Humans in this task, IT tools are necessary and Artificial Intelligence (AI) is now developing in this area. Techniques known as Machine Learning are emerging. With time, these tools will enable a machine to learn from its own functioning and to improve its performance in the execution of its task. It could make it possible to deliver automatic responses, assist an operator in his work and even help us discover information that we had not imagined.

AI is becoming an essential tool for crew members and shore-based personnel. At the French Maritime Academy (ENSM), we keep a close eye on all the innovations that can help our students in their careers. They won't have to develop these



Les étudiants en génie maritime du site ENSM de Nantes en formation sur simulateurs.

Maritime engineering students from the ENSM site in Nantes (France) training on simulators.

« Les navigants devront accepter et s'adapter à être assistés par l'intelligence artificielle. »

"Crew members will have to accept and adapt themselves to being assisted by artificial intelligence."

Pedro Merino Laso

« L'intelligence artificielle devient un outil incontournable pour les navigants et le personnel à terre. »

"Artificial intelligence is becoming an essential tool for crew members and shore-based personnel."

Pedro Merino Laso

personnel à terre. À l'École Nationale Supérieure Maritime (ENSM), nous suivons toutes les innovations qui peuvent aider nos élèves dans leurs carrières. Ça ne sera pas à eux de développer ces solutions, mais ils devront les maîtriser, identifier leurs limites, les exploiter et surtout les valider en conditions opérationnelles. Pour cela, les cours évoluent en continu et nous gardons un lien étroit avec les industriels via des conférences et des projets de recherche.

Les navigants devront accepter et s'adapter à être assistés par l'IA. Il sera nécessaire qu'ils gardent un esprit ouvert, mais aussi critique ! Le personnel à terre devra entraîner ces intelligences artificielles pour étudier les données et donner du conseil. La filière Génie Maritime (GM) de l'ENSM dispense des cours dédiés à la donnée : acquisition, stockage, traitement, visualisation avec la finalité de les exploiter. Il ne faut pas négliger que la qualité de l'IA est liée directement à la qualité des données utilisées pour l'entraîner. De nombreux anciens élèves de cette filière GM exercent aujourd'hui des métiers dans l'exploitation de données : armateurs (CMA-CGM), bureaux de conseil (Opsealog), construction maritime... L'IA a encore beaucoup de potentiel à développer et nous verrons de plus en plus d'applications maritimes. Il est certain que l'IA prendra progressivement plus de place dans l'enseignement et la recherche de l'ENSM.

solutions, but they will have to handle them, identify their limits, operate them and, above all, approve them in operational conditions. To this end, our courses are constantly evolving, and we maintain a close link with industry through conferences and research projects.

Crew members will have to accept and adapt themselves to being assisted by AI. A critical but open mind will be essential! Shore-based staff will have to train these artificial intelligences to study the data and provide advice. The ENSM's Marine Engineering (GM) programme provides courses specifically dedicated to data: acquisition, storage, processing, and visualisation with the objective of exploiting them. It is important to remember that the quality of AI is directly dependent upon the quality of the data used to train it. Many former students of this GM course are now working in the field of data exploitation: shipowners (CMA-CGM), consulting firms (Opsealog), shipbuilding...

AI still has much potential for development, and we expect to see more and more maritime applications. Undoubtedly, AI will progressively play a greater part in the ENSM's teaching and research activities.

En savoir + / Learn more:
www.supmaritime.fr



Las Vegas à l'heure de la mer Las Vegas on ocean time

Au grand salon de l'électronique CES (Consumer Electronics show) de Las Vegas qui s'est tenu du 5 au 8 janvier 2023, plusieurs fabricants ont présenté des produits destinés à aider les marins, professionnels ou plaisanciers. L'entreprise suédoise Volvo Penta a développé un système d'aide à l'accostage «laisant au capitaine un certain niveau de contrôle» dans une situation «qui reste l'une des plus stressantes dans la navigation», avec pour objectif d'améliorer «la sécurité, le confort et la détente», et éventuellement de rendre la plaisance plus accessible.

De son côté, la société américaine Brunswick a présenté un système permettant au bateau de prendre la meilleure trajectoire pour entrer dans un port, d'éviter les collisions, de détecter les places disponibles à quai et de se ranger tout seul, en avant ou en arrière. Avikus, filiale du conglomérat sud-coréen HD Hyundai, propose également des aides à la navigation dont l'objectif est de procurer «de la tranquillité d'esprit», tout en permettant des réductions d'énergie et une meilleure sécurité. La firme sud-coréenne offre aussi des options plus ludiques comme celles permettant de toujours idéalement positionner le bateau pour la bronzette ou de trouver le meilleur endroit pour profiter du coucher du soleil.

«Il y aura toujours un humain quelque part»

Du côté de la marine marchande, si l'on avance vers l'autonomie, l'on en est encore aujourd'hui au stade des tests pour des navires bénéficiant de précieuses aides mais toujours dotés d'équipage. En Norvège, un cargo électrique transporte ainsi depuis l'an dernier des engrais de l'usine jusqu'au port d'exportation pour réduire leur transport par la route. Un bateau guidé par un programme informatique «est beaucoup plus fiable», assure John Cross, spécialiste du sujet à la Memorial University au Canada. Pour HD Hyundai, qui a dévoilé au CES une solution visant à collecter et analyser des données sur le trafic maritime, un logiciel peut adapter la vitesse d'un bateau si le port où il se rend est engorgé, réduisant ainsi son temps d'attente sur place et sa consommation de carburant. Dans les salles des machines, ce sont des capteurs qui aident à la maintenance des moteurs.

Les travaux sur la navigation autonome ont été favorisés par la décision de l'Organisation maritime internationale (OMI) de se consacrer au sujet, explique Rudy Negenborn, spécialiste de ces technologies autonomes à l'université Delft aux Pays-Bas. «Il y aura toutefois toujours un humain quelque part», explique-t-il : un marin qui suivra les indications d'un ordinateur à bord ou un superviseur à terre qui gèrera plusieurs bateaux en même temps, comme un contrôleur aérien. ■

On the occasion of the big electronics show CES (Consumer Electronics show) in Las Vegas, which took place from January 5 to 8, 2023, several manufacturers unveiled products designed to assist sailors, both professionals and yachtsmen. The Swedish company Volvo Penta has developed a docking aid system that "gives the boat's captain a certain level of control" in a situation that "remains one of the most stressful in navigation", with the aim of improving "safety, comfort and relaxation", and possibly making boating more accessible.

For its part, the US company Brunswick unveiled a system allowing the boat to take the best trajectory to enter a port, avoid collisions, detect available docking places and park without any assistance, forwards or backwards. Avikus, a subsidiary of the South Korean conglomerate HD Hyundai, also proposes navigational aids that aim at providing "peace of mind", while allowing energy savings and better safety. The South Korean company also offers more fun options, such as the possibility of always positioning the boat in the ideal position for sunbathing or finding the best spot to enjoy the sunset.

"There will always be a human presence somewhere".

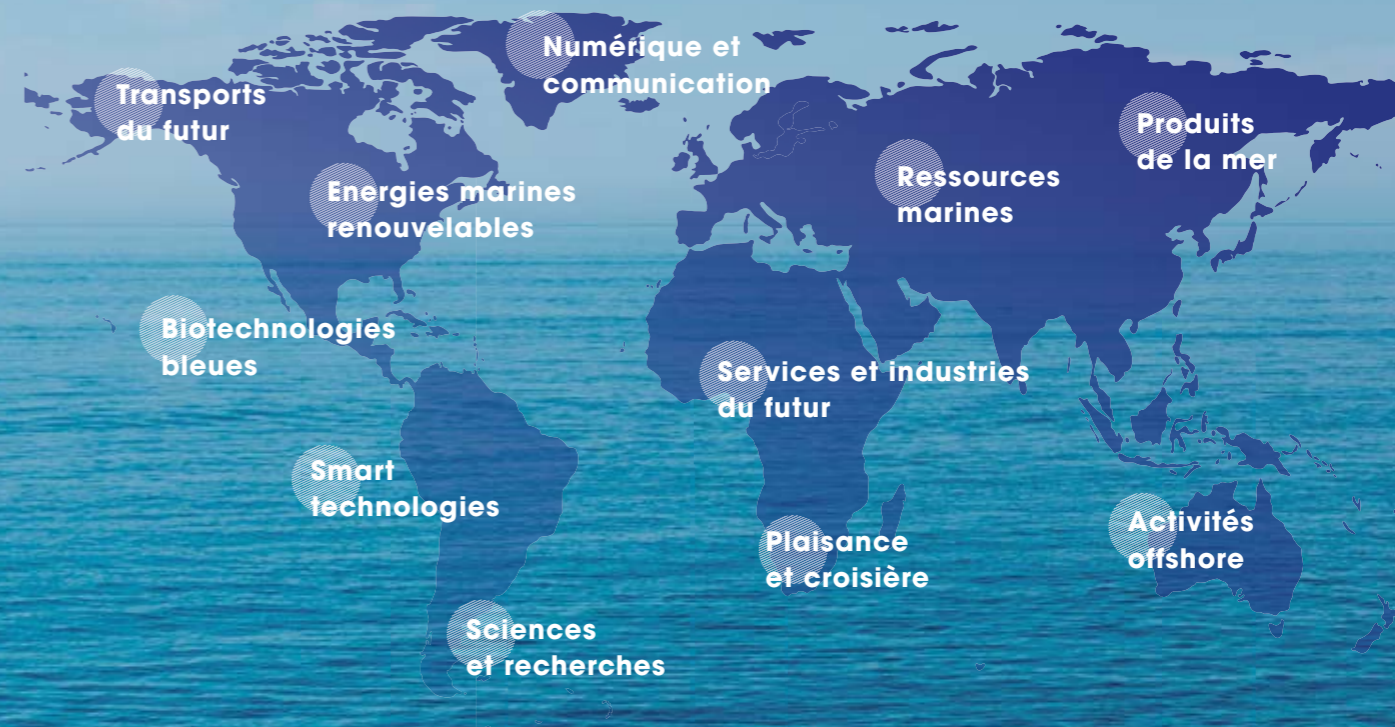
As far as the merchant navy is concerned, though efforts are being made to move towards autonomy, we are still at the testing stage for ships equipped with precious aids but still operated by a crew. In Norway, for example, since last year an electric cargo ship has been operated to transport fertiliser from the production plant to the export harbour thus shortening road transport. According to John Cross, an expert on the issue at Memorial University in Canada, a ship guided by a computer programme "is much more reliable".

According to HD Hyundai, which unveiled a solution at CES to collect and analyse data on maritime traffic, software can adjust the speed of a ship if the destination port is congested, thus reducing its waiting time on site and fuel consumption. In the engine rooms, sensors are used to facilitate engine maintenance.

Work on autonomous navigation has been encouraged by the decision of the International Maritime Organisation (IMO) to focus on the subject, says Rudy Negenborn, an expert on autonomous technologies at Delft University in the Netherlands. "But there will always be a human presence somewhere," he explains: a sailor following the instructions of a computer on board, or a shore-based supervisor managing several ships at the same time, like an air traffic controller. ■

AVEC / WITH AFP

Cap sur la croissance bleue



Notre ambition :

accompagner les acteurs du maritime dans leur relance économique et leur transition éco-énergétique, pour une croissance bleue durable



GTT, technology for a sustainable world

GTT

For over 60 years, GTT has been developing cutting-edge technological solutions for greater energy efficiency. We bring our passion for innovation and technical excellence to the service of our customers, to meet their transformation challenges of today and tomorrow.

We design cryogenic membrane containment systems for the transport and storage of liquefied gas, digital solutions to improve the ship performance, consulting services, training, maintenance assistance and technical studies.

More than ever engaged in the energy transition, GTT is committed to the development of hydrogen through its subsidiary Elogen, which designs and assembles electrolysers for the production of green hydrogen, and by developing our very first liquefied hydrogen carrier.

The GTT teams are at the heart of our mission. Committed and united, we are determined to contribute to the construction of a sustainable world.

gtt.fr

