



SIGNAL

Stratégie d'Intelligence Artificielle
pour la Guerre Navale

AU SOMMAIRE



L'objectif	6
Acquérir et conserver l'ascendant informationnel	
La voie	9
Par la donnée et la collaboration	
Le moyen	12
Co-construire une Marine centrée sur la donnée	



Stratégie d'Intelligence Artificielle
pour la Guerre Navale

La supériorité opérationnelle, dans le domaine aéromaritime, constitue un tout cohérent articulé autour de la supériorité informationnelle, la supériorité décisionnelle et la supériorité dans l'engagement. Dans le contexte de révolution numérique, de la « dronisation » des capacités aéronavales et de l'émergence de l'intelligence artificielle (IA), les architectures et mécanismes de traitement et de valorisation des données, véritable socles de la prise de décision du combat naval au XXIème siècle, doivent être profondément transformés.

« Mieux comprendre et gagner du préavis pour décider à temps »
c'est l'ambition de la stratégie SIGNAL
de Supériorité Informationnelle, par l'intelligence artificielle,
pour la Guerre Navale.

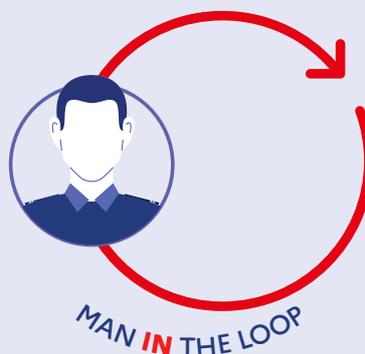
Elle doit permettre aux marins des unités de combat comme des états-majors, de gagner en efficacité opérationnelle et de bénéficier d'outils d'aide à la décision fondée sur les croisements de données grâce à une architecture numérique adaptée et à l'IA. Il s'agit de passer des traitements manuels (man is the loop) à des cycles partiellement

automatisés (man in the loop) avant de basculer dans une approche de supervision des automatismes (man over the loop), afin de conserver la supériorité face à des adversaires désinhibés combinant action dans les zones grises, masse « dronisée » et autonomie des systèmes létaux.

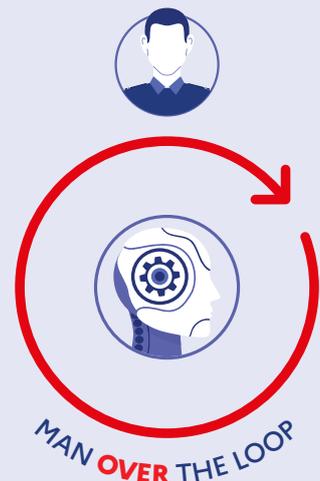
LE CONCEPT HITL : HUMAN-IN-THE-LOOP



Le processus ne peut avoir lieu sans implication humaine directe : traitements manuels



Les machines effectuent une partie du travail: cycle partiellement automatisé. L'humain s'assure que les processus se déroulent normalement et vérifie l'exactitude des données.



L'humain supervise les automatismes. Les machines sont suffisamment précises et autonomes pour continuer à fonctionner de manière indépendante.

Pour cela, la Marine va exploiter les leviers offerts par des champs technologiques particulièrement dynamiques et qui modifient la conduite de la guerre comme l'illustrent les conflits contemporains, de la mer Noire à la mer Rouge, en passant par l'Ukraine: architectures de stockage et de traitement massif de données, algorithmes d'intelligences artificielles et nouvelles formes de connectivité (New Space, radios très haut débit). Au-delà des opportunités pour nos forces, ces technologies embarquent dans les capacités des compétiteurs et contribuent au développement de nouvelles menaces. Cette évolution d'ampleur impose de repenser autant les processus que les systèmes.

La stratégie SIGNAL porte ainsi un projet global de transformation visant à aider les différentes forces maritimes à exploiter pleinement les données structurées (issue des capteurs et des effecteurs notamment) et non structurées. La production agile et réactive d'algorithmes (DEVSECOPS) pour en exploiter tout le potentiel, requiert en outre des modes de co-construction véritablement intégrés entre structures étatiques (CSDIA-M¹, AMIAD²) et l'industrie numérique.

D'ici 2030, il s'agit de prendre résolument le virage de l'IA et d'intégrer sur les unités de combat les capacités permettant d'atteindre les premiers gains en opérations : c'est la démarche Data Hub Embarqué (DHE).

Pour l'horizon 2035, avec le porte-avions de nouvelle génération, le renouvellement de la dissuasion océanique et l'arrivée du PATMAR Futur, les systèmes seront nativement articulés autour d'architectures dites « data centrées », y compris les fonctions critiques « temps réel » des algorithmes de combat. A cet horizon, les architectures des unités en service devront avoir évolué afin de bénéficier, à l'échelle de la force navale, de tout le potentiel du partage de la donnée et de l'intelligence artificielle. Ce mouvement, engagé en interarmées et avec les Marines partenaires, suppose de nouveaux mécanismes d'interopérabilité fondés sur une grammaire de sécurité portée par la donnée.

Cette démarche nécessite une certaine cohérence globale pour le développement des infrastructures stockant les données, la mise en place de systèmes d'infrastructure des données (sur la base de l'architecture d'ARTEMIS.IA notamment) et l'accès aux données pour les métiers et les centres experts (connectivité inshore et offshore).

In fine, cette démarche repose sur un triptyque : valorisation de la donnée, échange de la donnée et sécurisation de la donnée (approche Zero Trust permettant d'envisager une connectivité multi canal, multi niveau).

La réussite de ce projet reposera pour l'essentiel sur de nouveaux métiers : les marins sont d'ores et déjà au poste de combat pour acquérir et développer les compétences nécessaires.



©Maxime Audin/Marine Nationale/Défense

¹ Centre de Service de la Donnée et de l'IA de la Marine

² Agence Ministérielle pour l'IA de Défense

L'OBJECTIF

ACQUÉRIR & CONSERVER L'ASCENDANT INFORMATIONNEL



État final recherché

Permettre aux unités et états-majors d'accroître le niveau d'informations valorisées pour mieux décider à temps sur l'intégralité de leurs champs d'action, du recrutement jusqu'au combat collaboratif

Un besoin impérieux pour la Marine

Face à une menace symétrique de plus en plus exigeante (fulgurance, létalité, masse) et des acteurs asymétriques bénéficiant de l'effet de nivellement des nouvelles technologies (« dronisation », IA), obtenir la supériorité informationnelle et décisionnelle nécessite de valoriser toutes les informations utiles au-delà de celles captées par les senseurs des seules unités tactiques (approche M2MC : Multi champs – Multi milieux).

Cette construction collaborative devient en elle-même un facteur de supériorité opérationnelle :

- la supériorité informationnelle (SUPINFO) repose sur une situation tactique complète, robuste, intelligente, fournie à temps (latence et cadence de rafraichissement), que ce soit dans le temps long ou dans le temps critique du combat. Il s'agit, par le croisement de données et l'usage d'algorithmes d'intelligence artificielle, de rompre avec les cloisonnements antérieurs.

- La supériorité décisionnelle (SUPC2) est celle qui permet la réactivité et surtout qui redonne l'initiative tactique en apportant des outils d'aide à la décision nécessaires pour anticiper et agir en premier. Là aussi, des briques d'IA « sur mesure » sont nécessaires pour accélérer le tempo.

Il s'agira de dépasser les cloisonnements pour permettre le croisement, jusqu'au niveau tactique, de données cloisonnées jusqu'à présent (Cyber, spatial, etc.) et d'apporter des outils adaptés (stockage, capacité de traitement et connectivité) à cette fin. Au-delà du seul volet tactique, les problématiques identifiées de SUPINFO et de SUPC2 se retrouvent dans tous les aspects de la préparation opérationnelle : du recrutement au combat, en passant par le MCO (le paramètre de fonctionnement d'un équipement peut servir tant de seuil d'alerte pour la maintenance prédictive, que d'indice précurseur d'une attaque Cyber en cours, ou encore d'élément croisé avec d'autres pour enrichir la compréhension d'une situation opérationnelle.

En synergie avec l'interarmées

Il est nécessaire d'adapter le système de combat des armées au nouvel environnement de conflictualité multi-milieux multi-champs. Atteindre la supériorité opérationnelle nécessite d'intégrer, c'est-à-dire de mettre en synergie, davantage d'informations, de décisions et d'effets. L'intégration permet d'accélérer le cycle des opérations (OODA³ et SMSA⁴) et de créer des bulles d'hyper-supériorité pour dominer l'adversaire.

Pour cela, les forces doivent être organisées en réseaux de fusion de données de nouvelle génération. Cette intégration doit permettre de mieux partager et valoriser les données des systèmes (rapprochement OT/IT) pour développer le combat collaboratif et synchroniser l'ensemble des effets militaires quelques soient leurs champs ou milieux d'application. C'est l'objectif visé par le Réseau Multi-Senseurs Multi-Effecteurs interarmées (RM2SE) de l'Etat-major des armées dans laquelle s'inscrit pleinement la stratégie SIGNAL.



©Marie Bailly/Marine Nationale/Défense

En cohérence des démarches alliées pour pivoter vers le combat de haute intensité

Disposer d'un haut niveau d'interopérabilité avec nos alliés est un facteur dimensionnant pour la Marine. Les principales marines partenaires développent des stratégies de transformation autour de la donnée et de l'IA. L'interopérabilité ne passera plus par des passerelles inter-réseaux, mais par le partage des mêmes standards de sécurité portée par la donnée (ZT/DCS)⁵. L'interopérabilité reste toutefois un moyen et non pas une fin : conserver un regard critique vis-à-vis des informations transmises, pour garantir – entre autres – une autonomie de décision, demeure un impératif.

³ OODA : Observe, Orient, Decide, Act.

⁴ SMSE : Sense, Make sense, Act.

⁵ ZT/DCS : Zero Trust/Data Centric Security

Avec le soutien des industriels du secteur

Si par le passé, les technologies de pointe étaient tirées par le domaine militaire (Internet, nucléaire, spatial), la révolution numérique à l'œuvre aujourd'hui est le fruit du formidable effort de recherche fourni par les entreprises privées du secteur (au premier rang desquels les GAMAM). Il est donc plus que jamais essentiel pour la Marine de travailler en synergie très étroite avec les industriels du numérique pour ne pas rater le virage de l'IA et, demain, du quantique. Ces

technologies reposent sur les cas d'usage que seuls les experts métiers (marins embarqués à bord des unités navales et aéronavales) peuvent co-construire de façon agile et avec les développeurs. Il est tout aussi primordial d'œuvrer avec les industriels intégrateurs et équipementiers pour bâtir ensemble les architectures et mécanismes de partage et de croisement de la donnée, indispensables aux algorithmes de traitement massif et d'IA. Il s'agit de sortir des formats « fermés », tout en maîtrisant l'environnement (c'est-à-dire en apportant les légitimes garanties de protection du secret industriel).

MIEUX COMPRENDRE,

2020
MAN IS THE LOOP
ÈRE DU PAPIER
NUMÉRIQUE



DONNÉES

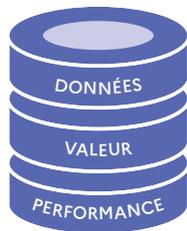
ISOLÉES
NON TRAITÉES
NON CORRÉLÉES

DÉCIDER À TEMPS,

2025
MAN IN THE LOOP
ASSISTANCE
AUTOMATISÉE

» LA PREUVE DU CONCEPT

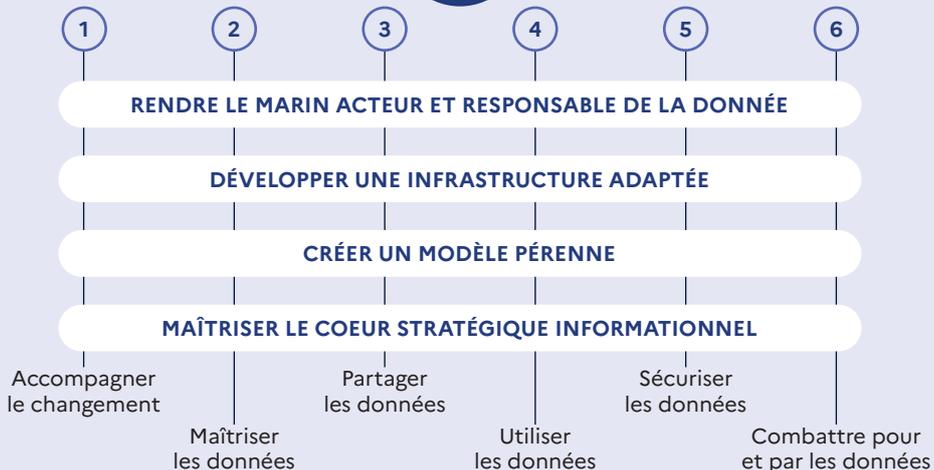
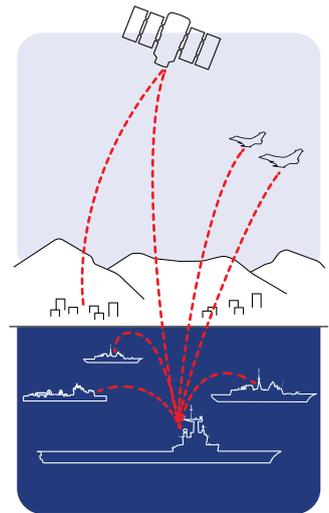
CENTRE DE SERVICE DE LA DONNÉE ET DE L'IA MARINE PROTOTYPE DE DATA HUB EMBARQUÉ CAS D'USAGE PRÉPARATION DES OPÉRATIONS, RH, MCO, RENS



PROJET SIGNAL

POUR LA SUPÉRIORITÉ OPÉRATIONNELLE

HORIZON 2030 - 2035
MAN OVER THE LOOP
OPÉRATIONS
AUGMENTÉES



LA VOIE PAR LA DONNÉE ET LA COLLABORATION



©Clarisse Dupont/Marine Nationale/Défense

Vision

Face au risque de déclassement, une amélioration rapide des capacités impose d'y adjoindre les technologies et méthodes éprouvées dans le civil, adaptées aux contraintes d'une marine de combat : approche centrée-donnée augmentée par l'intelligence artificielle, connectivité, amélioration continue.

Répondre aux cas d'usages d'une marine de combat

En lien avec la montée en puissance de l'IA de défense et dans la philosophie de la démarche RM2SE, la stratégie SIGNAL permettra de donner une impulsion nouvelle à la dynamique de valorisation des données contribuant au combat naval, à la résilience et à la performance des forces à la mer. En intégrant des briques technologiques de la donnée et de l'intelligence artificielle, il s'agit d'optimiser les capacités d'analyse et d'intégration pour regagner du prévis dans l'action en activant deux leviers :

- Sortir de la logique de silos fermés dans les systèmes contribuant aux opérations, par le croisement de données décloisonnées, sur une infrastructure adaptée. C'est le continuum OT/IT, c'est-à-dire le croisement des données issues des environnements temps réels – systèmes de combat – avec des données provenant de systèmes du temps réfléchi voire froid, opérationnels et organiques. L'IA embarquée sera centrale.

- Accroître le niveau d'informations pertinentes de bout en bout, dans une logique de combat au travers de solutions de connectivité plus diverses et adaptées aux contraintes des technologies de la donnée (débits importants et latence faible LEO/MEO, LOS HD, 5G) sans abandonner le socle de connectivité résiliente (capacité de déconnection, liaisons robustes et frugales : gammes de fréquences moyennes et basses, Liaisons de données tactiques, messageries de type ACP 127). Il s'agira de pouvoir échanger des données au sein de la force navale et avec les centres à terre ; et il faudra être en mesure de produire des algorithmes d'IA de façon réactive, les tester et les déployer vers les unités à la mer, dans le tempo du besoin opérationnel.



©Marine Nationale/Défense

Grâce à des opportunités technologiques

Les technologies numériques constituent le principal levier d'exploitation de l'information. A partir d'architectures centrées sur la donnée, les solutions de traitement dépendent du contexte et du cas d'usage envisagé : algorithmes classiques ; business intelligence (BI) ; intelligence artificielle. Pour cette dernière, le champ d'application apparaît aujourd'hui sans limite, porté par des cas d'usages civils ou duaux, voire militaires. Ces technologies doivent donc être mises au service des marins en préparation opérationnelle et en opérations, y compris dans les systèmes d'armes. L'usage de l'IA militaire embarqué repose sur quatre briques complémentaires.

1 L'infrastructure de stockage et de traitement des données

Elle constitue l'épine dorsale indispensable qui doit permettre le développement et l'exploitation des outils d'intelligence artificielle. Il s'agit, à bord comme à terre, de déployer des architectures dites hyperconvergées permettant les technologies Cloud, et, selon les usages, des puces haute performance telles que les GPU et des architectures logicielles de serveur dits barre métal apportant des performances élevées, à haute sécurité et présentant une faible latence (santé, banque, jeux en ligne... et mission critical, systèmes de combat)

3 Les mécanismes d'interopérabilité et de sécurité

Pour le stockage, le traitement et l'échange des données, la technologie émergente est le ZT/DCS, c'est-à-dire une sécurité non plus traitée exclusivement par le réseau, mais par la donnée elle-même, dans une logique de défense en profondeur autorisant l'usage de technologies duales sans renoncer aux fondamentaux de la souveraineté. Dans ce domaine également, ce sont les investissements de recherche des GAMAM qui permettent les avancées les plus rapides. Elles irriguent ensuite les industries de défense et l'OTAN, et s'imposent alors comme norme d'interopérabilité avec laquelle il convient de se conformer rapidement pour rester interopérables.

2 L'infrastructure d'échange et de partage des données

On assiste dans le domaine de la connectivité à une accélération fulgurante notamment avec l'essor des technologies du New Space : facilitation de l'accès à l'espace, miniaturisation des objets spatiaux, explosion de l'usage des orbites moyennes et basses. Le domaine de la radio n'est pas en reste avec le développement des radios logicielles et de la téléphonie 5G. Ces technologies permettent de démultiplier les échanges, mais elles peuvent induire le risque d'augmenter l'exposition aux menaces cyber ou l'indiscrétion électromagnétique d'une force. Ces aspects doivent également être intégrés et maîtrisés notamment en conservant un socle discret et résilient et en s'appuyant sur des algorithmes d'IA d'optimisation de l'emploi du spectre électromagnétique.

4 La capacité de production d'algorithmes

Le DEVSECOPS constitue l'aboutissement des méthodes agiles, intégrant nativement sécurité, culture collaborative, automatisation, feedback continu, méthodes de CI/CD⁶, de low Code/No Code⁷). Il s'agira d'adapter les organisations pour mettre en place une plateforme de DEVSECOPS (interne Marine, recours au « faire faire » et au « faire avec »).

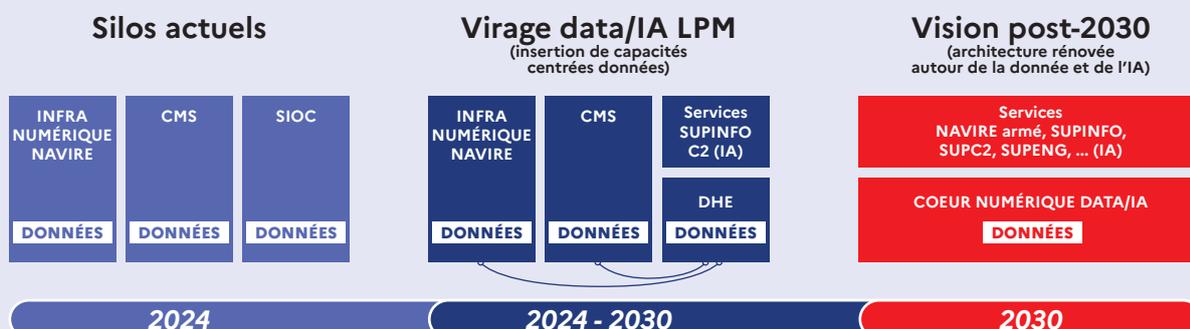


©Thomas Louradour/Marine Nationale/Défense

⁶ CI/CD : Continuous Integration/Continuous Delivery, est la combinaison des pratiques d'intégration continue et de livraison continue ou de déploiement continu

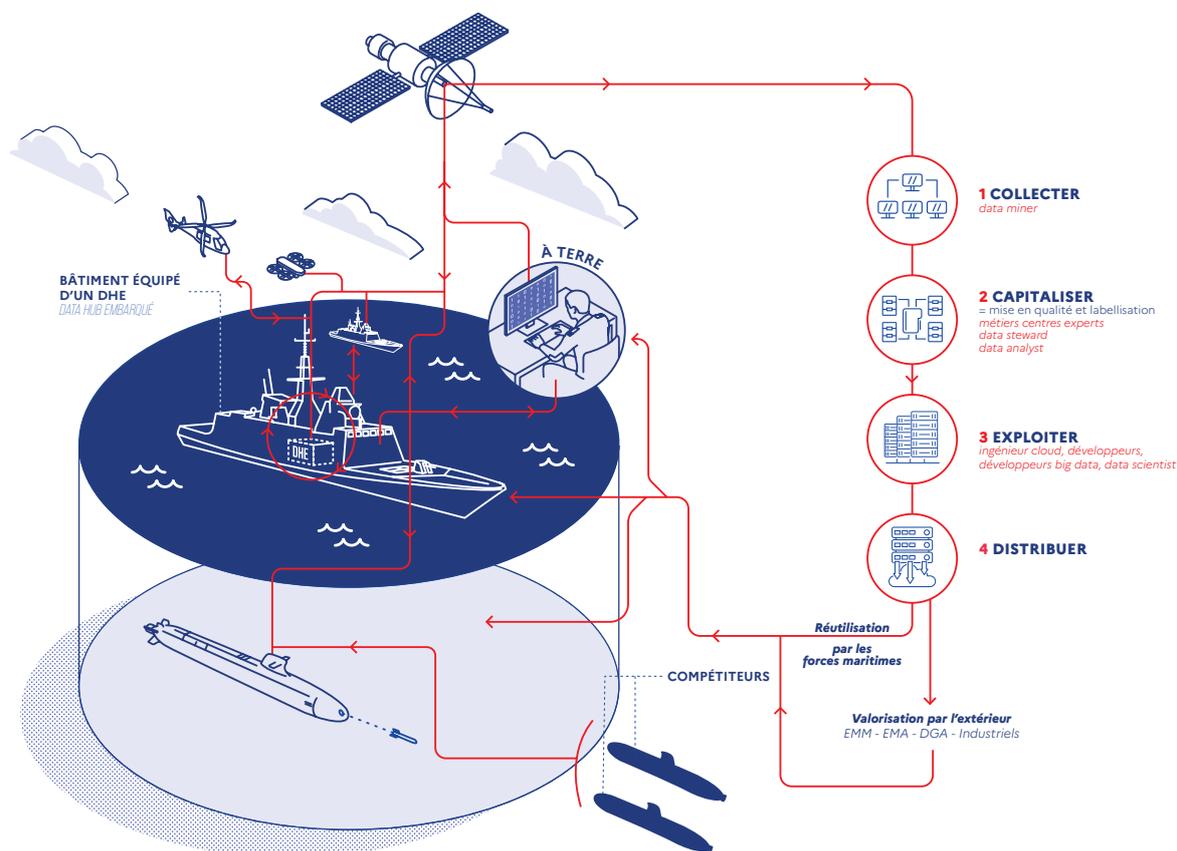
⁷ Low code/No code : méthode de programmation informatique qui ne nécessite que peu ou pas de code du tout.

Enfin, le quantique apparait d'ores et déjà comme une prochaine rupture technologique majeure. Les capteurs, les moyens de télécommunications et les capacités de calcul quantiques amorceront une nouvelle étape de la révolution numérique. La contribution du quantique pour la supériorité informationnelle et décisionnelle de la Marine nationale devra être construite de façon tout aussi dynamique : les cas d'usages sont à identifier en parallèle de la maturation technologique.



À intégrer par étapes successives

En un peu plus de deux ans, la Marine a réalisé, avec le CSDIA-M, un prototype de capacité de croisement de données : le DHE – Data Hub Embarqué – a été conçu, réalisé, puis déployé sur une, puis plusieurs unités de combat. Ces DHE ont permis de « faire entrer » le monde centré-donnée et l'IA des opérations sur des unités ne l'étant pas nativement. Des outils d'aides à la décisions (cas d'usages) ont permis d'en démontrer les gains opérationnels. Il est fondamental d'amplifier la démarche capacitaire de traitement de la donnée. À court terme, le passage à l'échelle du DHE permettra de mettre la donnée et l'IA au service de tous les marins des unités de combat. À plus long terme, il est nécessaire de définir l'intégralité des systèmes embarqués des futures plateformes de combat (navires, sous-marins, aéronefs) avec des architectures centrées-données. À moyen terme, il faudra faire évoluer les unités en service vers ces architectures afin de s'affranchir des DHE.



LE MOYEN

CO-CONSTRUIRE UNE MARINE CENTRÉE SUR LA DONNÉE



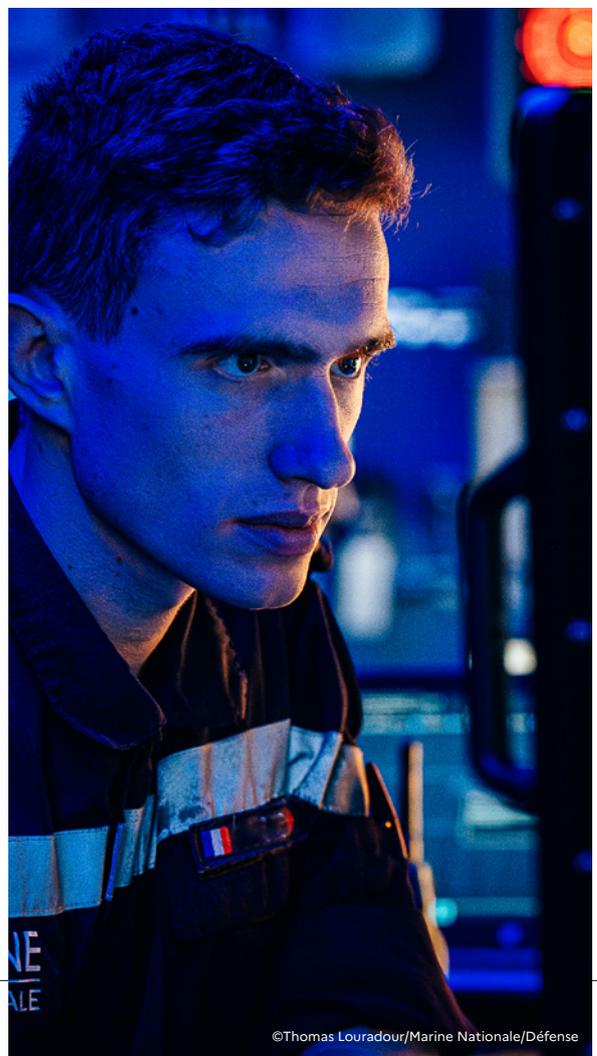
©Charles Wassilieff/Marine Nationale/Défense

Concrétiser

D'ici 2030, une dynamique de rattrapage est nécessaire pour diffuser la culture et les compétences clés, tout en insérant des capacités centrée-données dans les systèmes existants. Pour préparer les capacités post-2030, elle doit être doublée d'une réflexion visant à structurer le développement des compétences et l'aptitude à durablement intégrer les dernières technologies numériques, y compris sur le plan industriel et de la BITD.

Embarquer tous les marins dès maintenant par l'expérience de la donnée

La démarche d'acculturation au numérique est d'ores et déjà enclenchée et dynamique. Les besoins qui remontent des forces au quotidien en témoignent. L'adoption généralisée d'une culture « centrée-donnée » se fera par la mise en place d'un cercle vertueux d'incitation. Elle commence par une prise de conscience des gains potentiels et donc par l'exploitation de premiers outils ayant un impact fort sans pour autant nécessiter de formation poussée (cf. LLM de type ChatGPT, etc.). Pour les opérations, cette première étape a débuté avec la gestion de la situation maritime de théâtre grâce aux traitements du DHE. Elle a suscité l'engouement et les marins concernés ont exprimé des besoins en cas d'usages et veulent apprendre à en générer rapidement par eux-mêmes sur l'écosystème mis à disposition.



Cette démarche doit à présent être étendue à l'échelle du quotidien de tous les marins et donc sur les systèmes d'information développés ou mis à disposition de la marine. Cela passe par les initiatives portées dans les différents LABNUM existants ou à venir, au plus près des forces, et par des projets tels que l'IA générative « privée » et les outils de BI (de type Qlick Sese ou Dataiku) mis à disposition sur le réseau de travail.

1

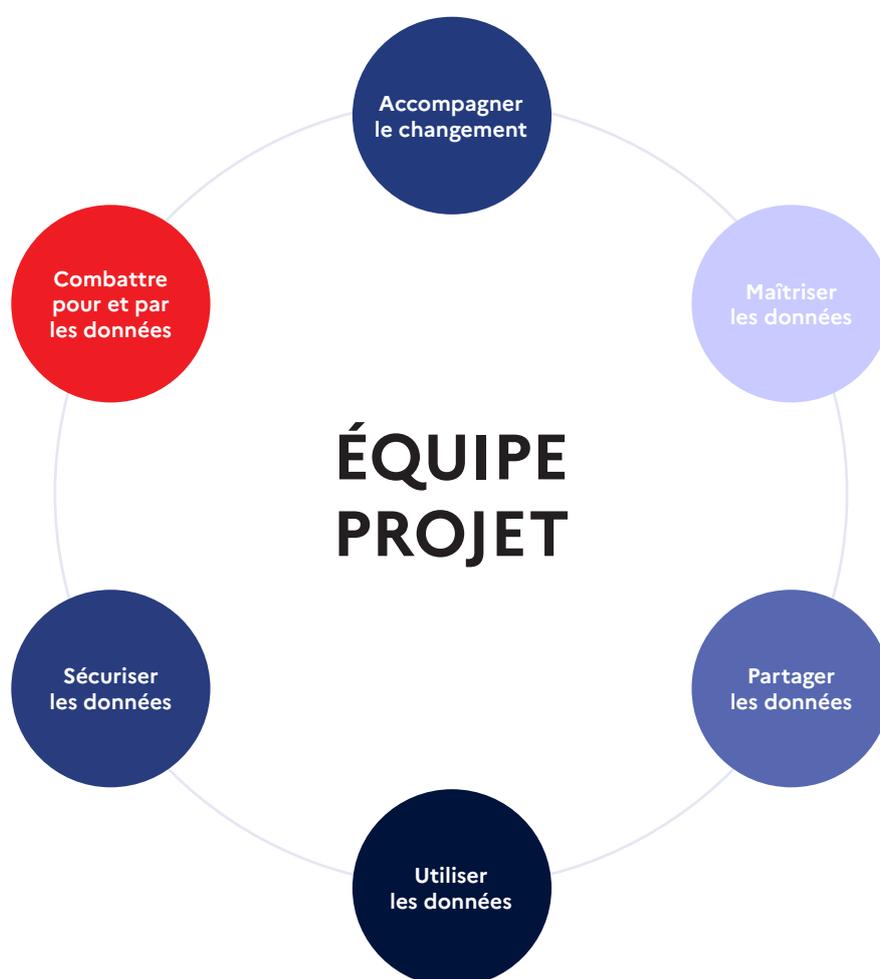
Il s'agira de proposer des outils d'autoformation aux marins (parcours en ligne) et, en parallèle, de faire évoluer les formations pour intégrer dans toutes les spécialités de la Marine une acculturation aux outils numériques et à l'IA.

2

Il faudra aider les forces à adapter leurs organisations pour leur donner les moyens d'appréhender ce nouveau champ d'action.

3

Il conviendra enfin de développer le réseau des LABNUM, pour répondre, en synergie avec le CSDIA-M et les industriels du secteur, aux besoins des forces en algorithmes.



Accélérer et passer à l'échelle avant 2030

Les efforts d'organisation et d'équipement devront avoir porté leurs fruits d'ici 2030. Dans l'intervalle, les missions, prises d'alertes et exercices successifs des unités navales et aéronavales de la Marine devront permettre d'utiliser ou d'expérimenter de nouvelles aides à la décision en opérations, y compris leur adaptation réactive en cours de mission.

Cela nécessite de synchroniser des actions et leviers relevant du développement capacitaire et de la préparation des forces telles que :

- 1)** Généraliser des capacités facilitant la valorisation des données opérationnelles avec le déploiement de capacités embarquées spécifiques : déploiement à l'échelle des DHE et connecteurs associés.
- 2)** Démultiplier les aides à la décision tout en les rendant évolutives dans le temps de la mission. Pour cela une organisation en mesure de transformer en quelques jours un besoin métier en un micro-service numérique fonctionnel est primordiale. Le développement de la culture de la co-construction (DEVSECOPS, travail en plateau) sera nécessaire pour y parvenir ; implication centrale du CSDIA-M et de l'AMIAD, participation des LABNUM des forces, etc.
- 3)** Adapter une connectivité optimisée pour le traitement coopératif des informations aux besoins du traitement collaboratif de données priorisées selon le contexte opérationnel (hybridation par l'usage des constellations MEO/LEO, LOS HD et 5G).

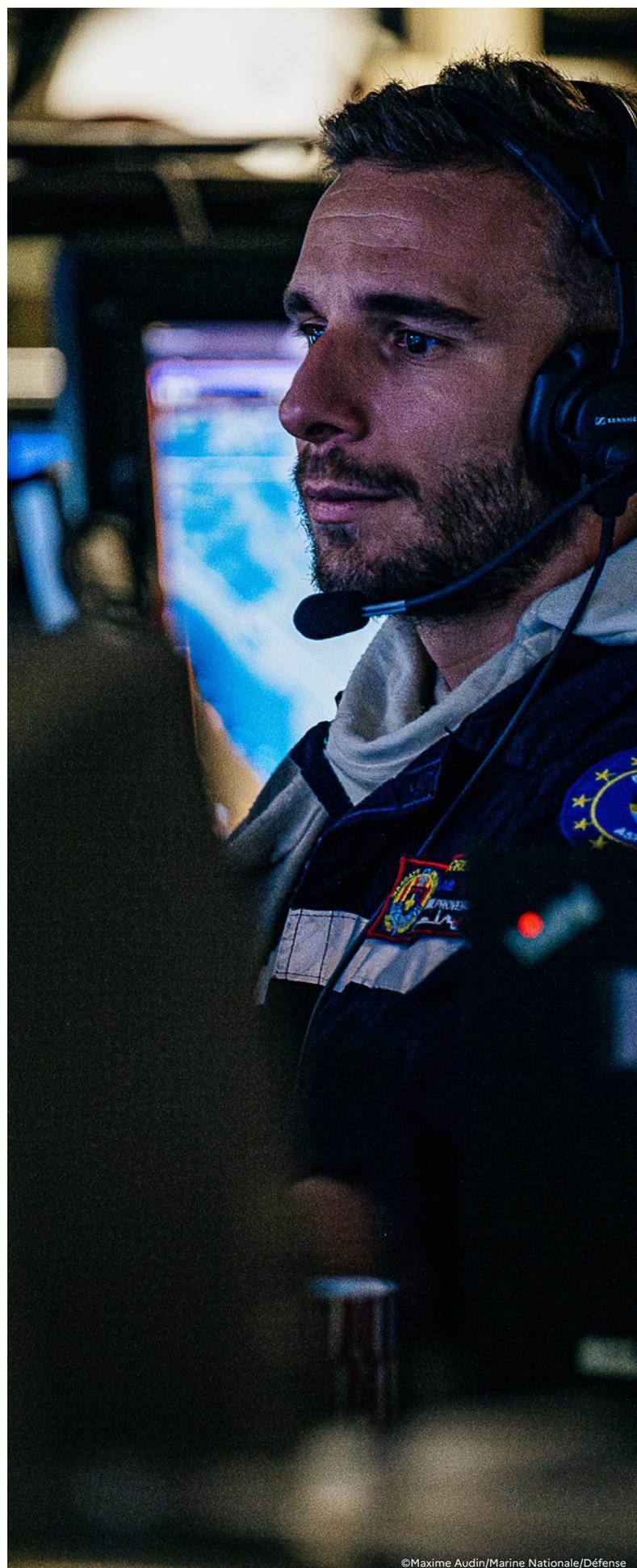


Innover, expérimenter et s'adapter en continu

L'une des singularités du domaine naval et de devoir allier en permanence des dynamiques capacitaires du temps immédiat avec des cycles inscrits sur le temps long. Ainsi les programmes structurant de la Marine de la seconde moitié du XXIème siècle sont déjà en cours de préparation (porte-avions de nouvelle génération, avion de patrouille maritime futur, SNLE de 3ème génération). Ils se déroulent en parallèle des révolutions de la donnée et de l'IA et aboutiront dans un environnement où ces ruptures existeront depuis plusieurs décennies.

L'accélération de renouvellement des puces à haute performances, les télécommunications laser, le quantique, la « dronisation » et l'autonomisation, le stockage ADN synthétique, sont autant de ruptures à venir susceptibles de modifier considérablement les capacités informationnelles de armées, dans un nouvel équilibre « high/low mix ».

Il s'agit donc de penser les programmes navals en les dotant de toutes les capacités qui leur permettront d'évoluer et de s'adapter à la poursuite de la révolution en cours. Plus largement, il faudra se doter des capacités organisationnelles et techniques pour tester et modifier l'architecture numérique et la chaîne applicative des unités de Marine afin qu'elle conserve l'avantage dans la durée. Cela passe notamment par une logique d'expérimentation et d'innovation encore plus dynamique.



©Maxime Audin/Marine Nationale/Défense

