



**LES JEUNES
IHEDN**

[RECHERCHE]

LES DRONES MARITIMES

**UNE RÉVOLUTION POUR L'EXPLORATION ET LA
SÉCURITÉ DES OCÉANS**



**Par Adrien H., Mehdi H. & Morgan B.
Groupe d'Études Scientifiques et Techniques**

Ce texte n'engage que la responsabilité des auteurs. Les idées ou opinions émises ne peuvent en aucun cas être considérées comme l'expression d'une position officielle de l'association Les Jeunes IHEDN.

SOMMAIRE

Les défis liés au milieu maritimes.....6

Les drones de surface (USV) : une polyvalence opérationnelle au service des enjeux maritimes modernes8

Les drones sous-marins autonomes (AUV/UUV) : une révolution silencieuse pour la maîtrise des profondeurs11

Conclusion.....15



À PROPOS DE L'ARTICLE

Cet article est publié par le groupe d'étude scientifique et technique des Jeunes de l'IHEDN. Créé début 2025, il vise avant tout à rendre accessible les enjeux techniques et scientifiques, tout en les reliant aux enjeux doctrinaux et géopolitiques, afin d'avoir une meilleure compréhension des concepts d'ingénierie de défense.

À PROPOS DES AUTEURS



Adrien H. est ingénieur dans un grand groupe de la BITD, il est engagé en tant que Chargé de Mission des Jeunes-IHEDN au sein du Groupe d'Études Scientifiques et Techniques, où il occupe le poste de chef de projet Drones.



Mehdi H. est ingénieur diplômé de l'ISAE-SUPAERO. Il est membre du Groupe d'Études Scientifiques et Techniques au sein de l'équipe Drone des Jeunes-IHEDN.



Morgan B. est ingénieur diplômé de l'ISAE-SUPAERO Il est membre du Groupe d'Études Scientifiques et Techniques au sein de l'équipe Drone des Jeunes-IHEDN.

Les drones maritimes transforment en profondeur les domaines de l'exploration, de la surveillance, de l'exploitation des océans et sont des acteurs des conflits modernes. Qu'ils soient télécommandés ou autonomes, ces systèmes se divisent en deux grandes familles : **les drones de surface** et **les drones sous-marins**, chacun adapté à des missions spécifiques.

Les drones de surface (ou *USV*, pour *Unmanned Surface Vehicle*) opèrent en surface et se distinguent par leur polyvalence et leur positionnement hybride entre air et mer. Utilisés pour la cartographie côtière, la surveillance environnementale ou la sécurité maritime, ils collectent des données en temps réel grâce à des capteurs et caméras embarqués, sans nécessiter de présence humaine. Certains modèles privilégient la vitesse (pour des missions d'attaque), tandis que d'autres misent sur l'endurance (pour des missions de surveillance).

Les drones sous-marins, conçus pour explorer les profondeurs, interviennent dans des secteurs spécifiques : inspection d'infrastructures, guerre anti-mines, surveillance, ... Parmi eux, les *AUV* (*Autonomous Underwater Vehicles*) agissent de manière autonome, suivant une mission préprogrammée sans lien avec la surface, idéaux pour la cartographie des fonds marins. Les *ROV* (*Remotely Operated Vehicles*), quant à eux, sont pilotés à distance via un câble (souvent appelé « cordon ombilical ») qui alimente en énergie et transmet des images haute définition, permettant des interventions de précision.

Au-delà de leurs applications civiles (protection des écosystèmes, optimisation des opérations industrielles), ces technologies jouent aussi un rôle clé dans des missions stratégiques : **surveillance, reconnaissance, guerre des mines¹, guerre électronique, ou encore saturation et déni d'accès².**

¹« De nouveaux moyens pour la guerre des mines ». *Marine nationale* [en ligne], 15/03/2026. Disponible sur : <https://www.defense.gouv.fr/marine/nouveaux-moyens-guerre-mines>.

² CLAUSEL, Audrey. « Les drones sous-marins : une innovation aux performances opérationnelles exceptionnelles ». *Institut national des affaires stratégiques* [en ligne], 15/03/2026. Disponible sur : <https://inas-france.fr/drones-sous-marins-performances-usages-militaires>.

En combinant innovation technologique et réduction des risques humains, les drones maritimes ouvrent une nouvelle ère pour la maîtrise des milieux aquatiques, de la côte aux profondeurs.

Les défis liés au milieu maritimes

Contrairement aux drones aériens ou terrestres, les drones maritimes doivent composer avec un milieu d'une **hostilité unique**, où chaque paramètre physique et chimique influence : conception, opération et résistance. Quatre contraintes majeures définissent ce défi : **l'opacité du milieu, la pression hydrostatique, la salinité** et **les variations thermiques**³, chacune exigeant des solutions techniques poussées.

L'opacité du milieu marin, d'abord, se manifeste à la fois sur les plans **acoustique** et **électromagnétique**. Dans le domaine acoustique, l'eau filtre et déforme les ondes sonores en fonction de leur fréquence : les basses fréquences, bien que capables de traverser de longues distances, offrent une faible résolution, tandis que les hautes fréquences, indispensables aux sonars précis, s'atténuent rapidement. S'y ajoute un **bruit ambiant permanent**, généré par les activités humaines, les vagues ou la vie marine, qui brouille les communications et fausse les mesures. L'**effet Doppler**, lié au mouvement relatif entre le drone et sa cible, aggrave encore ces perturbations. Sur le plan électromagnétique, l'eau bloque presque totalement les ondes radio (GPS, transmissions), forçant les drones sous-marins à dépendre de systèmes acoustiques pour leur localisation et leurs échanges. Quant aux capteurs optiques, leur efficacité décroît avec la profondeur, la lumière visible étant absorbée en quelques mètres, ce qui impose un éclairage artificiel coûteux en énergie.

³ FURGOLLE, Guillaume. « L'automatisation dans le milieu sous-marin : une révolution sans limite ». *Institut français des relations internationales* [en ligne], 15/01/2025. Disponible sur : <https://www.ifri.org/fr/etudes/lautonomisation-dans-le-milieu-sous-marin-une-revolution-sans-limite>.

La pression hydrostatique représente un deuxième obstacle critique. Elle croît linéairement avec la profondeur, atteignant **1 000 bars dans les abysses** (à 10 000 mètres soit 1000 fois plus que la pression à la surface), une force capable d'écraser des structures non renforcées. Pour résister, les drones intègrent des matériaux lourds et onéreux comme le titane ou les composites, tandis que leurs joints étanches et leur électronique doivent être soit pressurisés, soit conçus pour supporter ces conditions extrêmes créant une contrainte qui entrave la miniaturisation des systèmes.

La salinité, variable selon les régions, modifie la densité de l'eau et perturbe ainsi la flottabilité des engins. Pire, le sel accélère la **corrosion** des métaux et des composites, imposant des revêtements protecteurs ou l'emploi d'alliages résistants comme l'acier inoxydable. Les capteurs, notamment ceux mesurant la conductivité ou la composition chimique de l'eau, requièrent des **recalibrages fréquents** pour maintenir leur précision dans un milieu aussi agressif.

Enfin, **la température** introduit une complexité supplémentaire. Les gradients thermiques, particulièrement marqués au niveau de la thermocline, couche océanique subissant des changements importants de température, créent des strates de densités différentes qui perturbent les déplacements. Les écarts de température, allant des eaux polaires jusqu'aux zones tropicales, provoquent aussi des **dilatations ou contractions** des matériaux, menaçant l'étanchéité et la précision des instruments. L'électronique embarquée doit fonctionner dans ces amplitudes extrêmes, tandis que les batteries, sensibles au froid, voient leur autonomie réduite dans les environnements glaciaires.

Face à ces défis, la conception des drones maritimes exige des **matériaux révolutionnaires**, des **systèmes de navigation et de communication adaptés**, ainsi que des **algorithmes robustes** capables d'interpréter des données dans un contexte bruyant et imprévisible. Chaque paramètre (opacité, pression, salinité,

classification en quatre catégories de taille : « *very small* », « *small* », « *medium* » et « *large* », reflète cette adaptabilité, comme le montre le schéma en *Figure 1⁴*, où chaque classe répond à des besoins opérationnels distincts, depuis les patrouilles côtières jusqu'aux opérations de projection de force en haute mer.

En matière de **surveillance et de renseignement (ISR)**, les USV agissent comme des sentinelles autonomes, équipées de radars, de capteurs optroniques jour/nuit et de systèmes de guerre électronique. Ils excellent dans la détection d'activités illicites, telles que la pêche illégale ou le trafic de drogue, tout en jouant un rôle clé dans la **surveillance environnementale**. En mesurant des paramètres comme la salinité, la température ou les niveaux de pollution, ils fournissent des données essentielles, non seulement pour la recherche scientifique, mais aussi pour affiner les modèles de propagation acoustique, cruciaux dans les opérations anti-sous-marines. Leur discrétion et leur endurance en font des outils idéaux pour des missions de renseignement prolongées, sans éveiller l'attention des acteurs adverses.

Un autre atout majeur des USV réside dans leur fonction de **relais de communication**. L'incapacité des ondes radio à traverser l'eau impose une rupture entre les drones sous-marins et les centres de commandement. Les USV comblent ce vide en servant de **pont de transmission** : ils reçoivent les données acoustiques des drones sous-marins et les retransmettent par satellite, assurant ainsi un **contrôle en temps réel** sur des théâtres d'opérations étendus. Cette capacité est particulièrement précieuse pour coordonner des missions complexes, comme la traque de sous-marins ou la protection d'infrastructures critiques en mer.

⁴ LAGRONE, Sam. « Navy to contract new class of unmanned surface vehicle by year's end ». *USNI News* [en ligne], 06/03/2019. Disponible sur : <https://news.usni.org/2019/03/06/navy-contract-new-class-unmanned-surface-vehicle-years-end>.

Dans le domaine de la **guerre des mines (MCM)**, les USV se révèlent indispensables pour détecter et neutraliser des menaces jusqu'à 100 mètres de profondeur. Leur capacité à embarquer des charges de neutralisation ou des systèmes de contre-mesures leur permet d'agir directement sur les engins explosifs, réduisant ainsi les risques pour les équipages humains. Cette efficacité est encore amplifiée dans les missions de **lutte anti-sous-marine (ASW)**, où des USV, comme le **Sea Hunter** Américain, peuvent traîner des sonars remorqués pendant des semaines, surveillant en continu des zones stratégiques comme les détroits ou les approches portuaires. Leur persistance offre un avantage décisif dans la détection des sous-marins ennemis, là où les navires habités seraient limités par exemple par la fatigue des équipages.

L'émergence des USV a également transformé les **opérations offensives**, comme en témoigne leur emploi dans le conflit ukrainien. Des drones comme le **Magura V5**, produits à raison de 50 unités par mois, ont démontré leur capacité à saturer les défenses ennemies. Utilisés en essaims, ces drones kamikazes sont remplis d'explosifs ou armés de missiles légers, ils peuvent submerger les systèmes de défense adverses par leur nombre. Même avec un taux d'interception élevé, les quelques unités passant à travers peuvent infliger des dégâts significatifs, comme l'ont montré les attaques contre la flotte russe en mer Noire. Cette approche de **guerre par essaim** exploite un rapport coût-efficacité redoutable, où des plateformes peu coûteuses neutralisent des actifs navals valant des centaines de millions de dollars.

Au-delà de leur rôle de combattant, les USV assurent des fonctions **logistiques et de maintenance**. Les modèles de taille "*medium*" et "*large*" peuvent servir de **bases mobiles** pour le déploiement et le ravitaillement. Cette capacité étend la portée opérationnelle des forces navales sans nécessiter l'engagement de navires habités, optimisant ainsi les ressources et réduisant les vulnérabilités. Enfin, dans les missions de **recherche et sauvetage (SAR)**, les USV apportent une **réactivité**

sans précédent. Équipés de radars et de caméras thermiques, ils peuvent rapidement quadriller les zones de sinistre, localiser les naufragés et déployer des moyens de secours, comme des radeaux de survie ou des balises de détresse, tout en guidant les équipes de sauvetage vers les zones critiques.

La **modularité** des USV, illustrée par leur classification en quatre tailles, permet une **progression cohérente des capacités**. Les modèles *“very small”* se concentrent sur des missions ISR côtières ou des relais de communication, tandis que les plateformes *“large”* assument des rôles logistiques ou de déploiement de drones sous-marins. Cette gradation offre aux forces navales une **flexibilité opérationnelle** inégalée, leur permettant de s’adapter à des scénarios variés, depuis la protection des côtes jusqu’à la projection de force en haute mer.

Les drones sous-marins autonomes (AUV/UUV) : une révolution silencieuse pour la maîtrise des profondeurs

L’autonomie sous-marine marque un tournant dans l’exploration et la projection de puissance en milieu marin, où les **véhicules autonomes (AUV)** et **téléopérés (UUV)** redéfinissent les capacités d’intervention, de surveillance et de dissuasion. Ces systèmes, libérés des contraintes physiologiques des équipages humains, ouvrent des perspectives inédites allant depuis la cartographie haute résolution des abysses jusqu’aux opérations militaires les plus sensibles. Pourtant, leur déploiement soulève des défis technologiques majeurs, comme en témoigne la diversité des plateformes illustrées dans le schéma en *Figure 2⁵*, où la taille des AUV varient des géants comme le **Solus-XR** canadien (destiné aux missions arctiques) à des modèles compacts comme le **Manta XLUUV** britannique, optimisés pour la discrétion et l’endurance. Cette évolution n’est pas seulement

⁵ « World guide to large underwater drones ». Hisutton [en ligne], 25/04/2024. Disponible sur : <https://www.hisutton.com/World-XLUUVs.html>.

technique : elle bouleverse les équilibres stratégiques, en rendant accessible des zones autrefois hors de portée ou trop dangereuses pour les sous-marins habités.



Figure 2 : Exemple de drones **XLUUV** (Extra-Large Unmanned Underwater Vehicles) provenant de différents pays

Au cœur des capacités des AUV/UUV se trouve la **surveillance et le renseignement (ISR)**, domaine où leur supériorité est indiscutable. Équipés de sonars, de lidars sous-marins et de capteurs électromagnétiques, ces drones cartographient les fonds marins avec une précision inégalée, détectant des épaves, des infrastructures ennemies ou des anomalies géologiques. Leur discrétion en fait des outils idéaux pour des missions de **renseignement**

acoustique, capables de traquer les signatures des sous-marins adverses ou d'écouter les communications par câbles sous-marins, un enjeu critique à l'ère de la guerre de l'information. Contrairement aux drones de surface, les AUV opèrent dans l'**opacité des profondeurs**, où les ondes radio ne pénètrent pas, ce qui les rend presque invisibles aux systèmes de détection traditionnels.

Leur rôle dans la **guerre des mines (MCM)** est tout aussi révolutionnaire. Des programmes comme le **SLAMF**⁶ (Système de Lutte Anti-Mines Futur) français ou le **MMCM** (*Maritime Mine Counter Measures*) de l'OTAN illustrent cette transformation : des AUV comme ceux développés par **Exail** scannent méthodiquement les fonds avec des sonars haute résolution, identifiant et classifiant les engins explosifs. Une fois une mine repérée, des drones « jetables » tels que les **MIDS** (*Mine Identification & Destruction Systems*) interviennent pour la neutraliser à distance, évitant ainsi aux chasseurs de mines habités des opérations risquées.

Mais c'est dans le domaine **offensif** que les UUV révèlent leur potentiel le plus disruptif. Certains modèles, comme l'**Orca XLUUV** américain, sont conçus pour emporter des torpilles ou des charges explosives, permettant des **frappes furtives** contre des sous-marins, des ports ou des infrastructures critiques (oléoducs, câbles internet). Leur autonomie leur permet de rester en embuscade pendant des semaines, attendant le moment optimal pour frapper. D'autres, comme le **Cetus XLUUV** britannique, servent de **plateformes de lancement mobiles**, étendant la portée des torpilles lourdes bien au-delà des zones contrôlées par les flottes traditionnelles.

Les applications **civiles et duales** ne sont pas en reste. **L'inspection et la maintenance (MRO)** des infrastructures sous-marines comme par exemples les pipelines, câbles de télécommunications, ou parcs éoliens offshore bénéficient désormais de drones équipés de bras robotisés, capables de nettoyer des vannes,

⁶ « Le système de lutte anti-mines maritimes futur (SLAMF) ». *Direction générale de l'armement* [en ligne], 15/03/2026. Disponible sur : <https://www.defense.gouv.fr/dga/systeme-lutte-anti-mines-marines-futur-slamf>.

réparer des soudures ou poser des patches sur des conduites endommagées. Le **Hugin Endurance**⁷ norvégien, par exemple, inspecte les oléoducs de la mer du Nord avec une autonomie maximum d'une quinzaine de jours et une portée de 2000 km, tandis que des modèles comme le **Marichka** ukrainien permettent de réaliser à la fois des missions d'attaques avec une charge militaire importante, de surveillance et de transport de marchandises. Cette polyvalence en fait des actifs économiques et militaires majeurs, réduisant les coûts et les risques des interventions humaines en eau profonde.

La diversité des missions se reflète dans la **variété des sources d'énergie** et des tailles, voir schéma en *Figure 2*. Les petits AUV (comme le **Blue Whale** israélien) misent sur des batteries lithium-ion pour des missions courtes mais précises, tandis que les géants comme le **Ghost Shark** australien ou le **XLUUV chinois** intègrent des piles à combustible ou des systèmes hybrides diesel-électrique, leur offrant une autonomie de **plusieurs milliers de kilomètres**. Le **Long Endurance UUV** japonais en est un exemple, avec sa forme de torpille géante, pourra probablement patrouiller en Asie du Sud-Est plusieurs semaines.

Cette diversité répond à des impératifs opérationnels distincts :

- Les **AUV légers** (≤ 3 m) privilégient la maniabilité pour les missions côtières (cartographie, contre-mesures).
- Les **UUV moyens** (3–10 m), comme le **Nadir** iranien, combinent endurance et charge utile, idéaux pour la pose de mines ou le renseignement.
- Les **XLUUV** (≥ 10 m), comme l'**Orca**, embarquent des armements lourds et des systèmes de communication longue portée, transformant ces drones en **sous-marins robotisés** capables de projeter une puissance dissimulée.

⁷« HUGIN Endurance ». *Kongsberg* [en ligne], 15/03/2026. Disponible sur : <https://www.kongsberg.com/discovery/autonomous-and-uncrewed-solutions/auv/autonomous-underwater-vehicle-hugin-endurance>.

Malgré ces avancées, des **limites structurelles** subsistent. L'**autonomie énergétique** reste le principal goulot d'étranglement : même les piles à combustible les plus performantes limitent l'endurance des missions à quelques semaines, loin des mois d'immersion d'un sous-marin nucléaire. Les **communications** posent un autre casse-tête : en l'absence d'ondes radio, les AUV dépendent de liens acoustiques lents et vulnérables aux brouillages, ou doivent remonter périodiquement en surface pour transmettre leurs données par satellite les exposant ainsi à une détection. Enfin, la **cybersécurité** des systèmes autonomes est un talon d'Achille, comme l'a montré la capture d'un UUV américain par la Chine en 2016⁸. Une faille dans leur logiciel pourrait permettre à un adversaire de les détourner ou de falsifier leurs données.

L'essor des AUV/UUV redessine la **géopolitique des fonds marins**. Les grandes puissances développent des flottes de drones sous-marins pour sécuriser leurs câbles, surveiller les détroits stratégiques (comme Malacca ou Hormuz) ou dissoudre les défenses ennemies par saturation. La Chine, avec son **XLUUV** ou ses « *drones essaims* », vise à contrer la supériorité sous-marine américaine, tandis que la Russie mise sur des systèmes comme le **Poseidon** (torpille nucléaire autonome) pour dissuader l'OTAN. Dans ce contexte, l'Europe accélère ses programmes (comme le **Solus-XR** ou le **Manta**), mais peine à rivaliser avec les budgets et l'agilité industrielle de ses concurrents.

Conclusion

Les drones maritimes se révèlent être des outils **extrêmement polyvalents**, capables de s'adapter à une multitude de missions, allant de la surveillance environnementale à la sécurité maritime, en passant par des opérations militaires stratégiques. Leur capacité à opérer dans des environnements variés et à remplir

⁸ « China 'seizes US vessel' in S China Sea ». BBC [en ligne], 16/12/2026. Disponible sur : <https://www.bbc.com/news/world-asia-china-38347221>.

des rôles diversifiés en fait des actifs incontournables pour les forces navales modernes.

Cependant, leur efficacité dépend crucialement de leur **connectivité** et de leur **résistance à la guerre électronique (EW)**. Dans un contexte où les conflits modernes sont de plus en plus marqués par des cyberattaques et des perturbations électromagnétiques, la robustesse des systèmes de communication et de contrôle des drones maritimes devient un enjeu majeur.

En outre, leur capacité à **saturer** les zones d'opération offre un avantage tactique significatif, permettant de submerger les défenses adverses et de créer des conditions favorables pour les opérations militaires. Enfin, leur rôle dans le **déni d'accès** est essentiel pour contrer les menaces et protéger les intérêts stratégiques.







publication@jeunes-ihedn.org