



GUIDE DE BONNES PRATIQUES RELATIVES AUX DRONES MARITIMES

ENGINS DE SURFACE
ET SOUS-MARINS

TABLEAU DES EMPLOIS

		NAVIRE AUTONOME	ENGIN AUTONOME IMMATRICULÉ	ENGIN AUTONOME NON IMMATRICULÉ
Caractéristiques	Longueur	Selon catégorie	Selon catégorie	<24m
	Puissance	Selon catégorie	Selon catégorie	Sans limite
Obligations	Immatriculation	Obligatoire	Si immatriculé	Si non immatriculé
	Dispositifs de sauvetage embarqués	Obligatoire	Facultatif	Facultatif
	Marquage DRN	Recommandé	Obligatoire	Obligatoire
Commande/Contrôle	Commandé et contrôlé depuis le bord	Autorisé	N/A	N/A
	Commandé et contrôlé à distance	Autorisé	Autorisé	Autorisé à partir d'un navire contrôlant le drone ou sur autorisation préfectorale
Personnels	Rôle d'équipage	Obligatoire, selon catégorie	Recommandé	Facultatif
	Équipage embarqué	Autorisé	N/A	N/A
	Équipage à distance	Autorisé	Autorisé	Autorisé
	Opérateur à distance sans qualification de la STCW	Interdit	Uniquement si contrôle depuis un navire	Autorisé
	Passagers	Autorisé selon catégorie	N/A	N/A
	Personnel technique d'intervention	Autorisé	Autorisé	Autorisé

INTRODUCTION

Auteur	Sous-groupe synergie « Drones Maritimes » du Cluster Maritime Français
Objet	<p>Ce guide est destiné à l'usage des acteurs du monde maritime concernés par l'introduction des drones de surface et sous-marins dans le milieu marin. Établi par un groupe de professionnels du monde de la mer (organisations professionnelles sectorielles, équipementiers, systémiers, armateurs, avocats et juristes, courtiers maritimes, assureurs maritimes, constructeurs et opérateurs de drones, bureaux d'études, pilotes maritimes, sociétés de classifications, etc.) réunis au sein d'un groupe de travail du Cluster Maritime Français, il a vocation à fixer les recommandations pour la conception, la fabrication, la commercialisation, la mise en œuvre, l'usage, la maintenance et les opérations des drones en mer.</p> <p>Ce guide pourra inspirer le législateur. En particulier, il est destiné à compléter le règlement sur la sécurité des navires de la Direction des Affaires Maritimes, notamment sans exhaustivité, les Divisions 222 et 233, ainsi que l'article 135 de la loi d'Orientation des mobilités.</p> <p>Sont exclus du champ d'application de ce guide les engins de plage et les engins non manœuvrants, tels les pontons fixes ou les bouées dérivantes en usage pour la recherche scientifique.</p> <p>Les engins volants sont concernés uniquement s'ils sont hybrides, c'est-à-dire si, outre leur capacité aéronautique, ils peuvent être utilisés en surface ou sous la mer, sans préjudice de l'application d'autres recommandations liées à leur mobilité aérienne.</p>

Table des matières

Chapitre 1. Préambule	6
1.1 Contexte.....	6
1.2 Motivation.....	7
1.3 Avertissements	7
Chapitre 2. Définitions	8
2.1 Drones maritimes	8
2.2 Navire autonome	8
2.3 Engin autonome ou téléopéré, de surface ou sous-marin.....	8
2.4 Commander un drone maritime	8
2.5 Contrôler un drone maritime	8
2.6 Chef de mission	8
2.7 Opérateur.....	9
2.8 Système programmable	9
2.9 Veille.....	9
2.10 Capitaine d'un navire autonome	9
2.11 Risque	9
2.12 Fabricant ou constructeur	9
2.13 Armateur	10
2.14 Équipage / Passagers / Personnel Technique d'intervention.....	10
2.15 Catégories de navigation d'un drone maritime	10
2.16 Niveau d'autonomie ou d'automation d'un drone maritime.....	11
2.17 Recommandations du constructeur d'un drone maritime	11
2.18 Latence.....	12
Chapitre 3. Champ d'application.....	13
3.1 Application aux drones maritimes.....	13
3.2 Exclusions du champ d'application du présent guide.....	13
3.3 Application aux navires autonomes.....	13
3.4 Application aux engins autonomes.....	14
Chapitre 4. Immatriculation, identification, certification, agrément.....	15
4.1 Immatriculation des engins autonomes	15
4.2 Demande d'immatriculation des engins autonomes en tant que navires	16
4.3 Identification	17
4.4 Certification.....	17

4.5	Agrément	18
Chapitre 5. Mode opératoire.....		19
5.1	Le cycle d'opérations d'un drone	19
5.2	Préparation des opérations.....	20
5.3	Responsabilité du contrôle et du commandement des drones maritimes	20
5.4	Station de contrôle	21
5.5	La chaîne de commandement et de contrôle.....	21
5.6	Le chef de mission	22
5.7	L'Opérateur.....	22
Chapitre 6. Dossier technique.....		23
6.1	Documentation	23
6.2	Normes et standards applicables.....	23
6.3	Documentation de référence	23
6.4	Conformité technique.....	23
Chapitre 7. Signalisation		24
7.1	Marquage.....	25
7.2	Feux et marques.....	26
7.3	Signaux sonores et lumineux en surface.....	26
7.4	Signaux sonores sous-marins	26
Chapitre 8. Dispositif de contrôle et de commandement embarqué.....		27
8.1	Cas général	27
8.2	Cas des navires autonomes	28
Chapitre 9. Dispositif de contrôle et commande à distance		29
9.1	Cas général	29
9.2	Cas des navires autonomes	29
Chapitre 10. Dispositif de communication		30
10.1	Communication en surface	30
10.2	Communication sous-marine.....	31
Chapitre 11. Procédures de test et de vérification		32
11.1	Procédures pour les opérations	32
11.2	Exigences de validation.....	33
Chapitre 12. Formation et qualification des opérateurs		34
12.1	Cas général	34
12.2	Cas des navires autonomes	34

Chapitre 13.	Mesures de sécurité.....	35
13.1	Équipements de sécurité des navires autonomes	35
13.2	Équipements de sécurité des engins autonomes	35
13.3	Système de veille	35
13.4	Protection contre les incendies	36
13.5	Installations électriques	36
13.6	Sécurité de la navigation	36
13.7	Sécurité des systèmes d'information et Cybersécurité.....	37
Chapitre 14.	Mesures de sûreté.....	38
Chapitre 15.	Prévention de la pollution.....	39
Chapitre 16.	Assistance et sauvegarde de la vie en mer	40
16.1	Cas des navires autonomes	40
16.2	Cas des engins autonomes	41
Chapitre 17.	Sauvetage et remorquage.....	42
17.1	Cas général	42
17.2	Cas des navires autonomes	42
Chapitre 18.	Maintenance.....	43
Chapitre 19.	Assurance qualité.....	44
Chapitre 20.	Responsabilités et assurances.....	45
Chapitre 21.	Essais en mer	46
Chapitre 22.	Contrôle des exportations	47
Chapitre 23.	Dispositions particulières aux drones sous-marins.....	48
23.1	Cas des navires autonomes sous-marins	48
23.2	Cas des engins autonomes sous-marins	48
Chapitre 24.	Autres dispositions	49
24.1	Protection des tiers.....	49
Chapitre 25.	Glossaire	50
Chapitre 26.	Gestion documentaire et mises à jour du « guide des bonnes pratiques » ..	51
Chapitre 27.	Annexes	52
27.1	Analyse de risques pour l'utilisation d'engins autonomes.....	52
27.2	Documents applicables	62
27.3	Documents de références.....	63

Chapitre 1. Préambule

1.1 Contexte

1.1.1	Les drones maritimes prennent une place croissante dans l'économie maritime et leur introduction dans le milieu marin pour des usages variés pose de nombreux défis sur les plans économique, juridique et technique.
1.1.2	Dès 2015, le Cluster Maritime Français (CMF), reconnaissant l'importance de l'introduction des drones en mer a mis en place un groupe de travail sur le sujet afin d'alimenter les réflexions et de proposer au législateur des pistes d'amélioration de la réglementation pour soutenir le développement harmonieux et écologique de l'économie de la mer. Ainsi, en 2016, la loi « pour l'économie bleue » introduisait pour la première fois la notion de drone maritime en droit français et cadrerait le régime de responsabilité pour leur usage à partir d'un navire.
1.1.3	Sur le plan international, lors de sa session 99 du 16 au 25 mai 2018 le Comité de la sécurité maritime (MSC) de l'OMI a entamé des travaux visant à déterminer la manière dont l'exploitation sûre, sans danger et écologiquement rationnelle des navires de surface autonomes pourrait être traitée dans les instruments de l'OMI. Le MSC a en effet approuvé un cadre pour la conduite d'un exercice de définition réglementaire, en tant que « travaux en cours », comprenant notamment les définitions provisoires des navires de surface autonomes et des degrés d'autonomie, la méthodologie applicable à l'exercice et le plan de travail.
1.1.4	De son côté, l'agence de défense européenne, au travers du groupe de travail SARUMS, a émis des recommandations, reprises sur le plan national britannique par la <i>Society of Maritime Industries</i> sous la forme d'un guide bonne pratique (<i>Code of Practice</i>).
1.1.5	Les compagnies de certification, telles que Bureau Veritas, ClassNK, DNV GL ou Lloyd's Register ont émis des règles et guides de recommandations pour la conception et la fabrication des drones maritimes (voir 6.3.1 "Documentation de référence").

1.2 Motivation

1.2.1	Poursuivant son action d'animation, le CMF a mis en place, en 2017, un groupe de travail relatif aux drones maritimes comprenant deux sous-groupes synergies, l'un consacré aux « navires autonomes » destiné à soutenir les recommandations françaises à l'OMI, l'autre consacré à l'introduction des « drones maritimes » dans la réglementation française.
1.2.2	Le sous-groupe synergie « drones maritimes » du CMF a reconnu l'importance de disposer rapidement d'un texte de référence national précisant les bonnes pratiques recommandées par l'écosystème maritime des entreprises membres du CMF pour la minimisation des risques, de toute nature, liés à l'usage des drones maritimes.
1.2.3	Le sous-groupe synergie « drones maritimes » recommande l'usage de ce guide comme manuel de référence pour toutes les activités liées aux drones maritimes sur le plan national. Ce guide ne saurait se substituer aux textes réglementaires nationaux ou internationaux et ne peut leur être opposé.
1.2.4	Le sous-groupe synergie « drones maritimes » rappelle le principe de primauté de l'Humain sur la machine qui a guidé la rédaction de ce guide et doit également en guider la lecture.

1.3 Avertissements

1.3.1	Malgré le soin et l'attention apportés à l'élaboration de ce « guide des bonnes pratiques », le sous-groupe synergie « drones maritimes » souligne que la sécurité totale en mer ne saurait être garantie.
1.3.2	La responsabilité civile d'une personne physique ou morale qui possède, met en œuvre ou utilise un drone maritime pourrait être recherchée si le drone provoquait des dommages dont il devrait être fait réparation. Les bonnes pratiques proposées par ce guide définissent un cadre pour limiter au mieux les risques de dommages aux personnes, aux biens et à l'environnement.

Chapitre 2. Définitions

2.1 Drones maritimes

2.1.1	Par « drone maritime », on entend tout engin flottant, de surface ou sous-marin, doté d'une capacité de manœuvre en surface et qui, à divers degrés, peut être utilisé sans interaction humaine, que l'engin ait ou non la qualité de navire au sens de la réglementation.
-------	---

2.2 Navire autonome

2.2.1	Un navire autonome est un drone maritime qui bénéficie du statut administratif de navire au sens de la réglementation.
-------	---

2.3 Engin autonome ou téléopéré, de surface ou sous-marin

2.3.1	Un engin autonome est un drone maritime, sans personne embarquée. Il s'agit d'un drone maritime sans passager, ni équipage embarqué (un engin autonome peut disposer d'un équipage à distance).
-------	--

2.4 Commander un drone maritime

2.4.1	« Commander » un drone maritime consiste à faire fonctionner un dispositif lié à sa navigation ou son exploitation, ou à assurer la responsabilité liée à son commandement s'il s'agit d'un navire autonome.
2.4.2	Les drones maritimes disposent de la capacité d'être commandés par une ou plusieurs des méthodes suivantes : <ul style="list-style-type: none"> • soit depuis leur bord par une personne embarquée avec ou sans l'aide d'un système programmable • soit à distance par une personne non embarquée à leur bord • soit par un système programmable avec ou sans interaction humaine.

2.5 Contrôler un drone maritime

2.5.1	« Contrôler » un drone maritime consiste à vérifier ou surveiller que le drone navigue ou est exploité conformément à l'attendu.
-------	---

2.6 Chef de mission

2.6.1	Le chef de mission est la personne désignée par l'armateur, qui a autorité sur un cycle d'opérations donné du drone et qui autorise les opérations.
-------	--

2.7 Opérateur

2.7.1	L' opérateur d'un drone maritime est la personne, embarquée ou à distance, responsable du drone pendant un cycle d'opérations depuis la phase de pré-lancement jusqu'à la mise en sécurité du drone à la fin du cycle d'opérations. Il contrôle notamment toute la phase de navigation du drone.
-------	---

2.8 Système programmable

2.8.1	Un système programmable est un système basé sur un ou plusieurs dispositifs dont on peut régler à l'avance la mise en œuvre, y compris le cas échéant des dispositifs dont le comportement dépend de facteurs non prévisibles. Le système programmable peut être composé de dispositifs de natures diverses : mécanique, électrique, électronique, magnétique, hydraulique, etc. Un système programmable peut par exemple être utilisé pour des fonctions de commande, de contrôle, de protection, d'enregistrement, de surveillance ou de veille.
-------	--

2.9 Veille

2.9.1	La veille consiste à maintenir une vigilance constante visuelle et auditive, ainsi que par tous les autres moyens appropriés en fonction des circonstances, en ce qui concerne toute modification sensible des conditions d'exploitation et à évaluer pleinement la situation et les risques d'abordage, d'échouement et les autres dangers pour la navigation.
-------	---

2.10 Capitaine d'un navire autonome

2.10.1	Le capitaine d'un navire autonome est la personne qui exerce le commandement du navire autonome.
--------	---

2.11 Risque

2.11.1	Le risque est l'effet de l'incertitude sur l'atteinte des objectifs assignés à l'exploitation du drone maritime, parmi lesquels doit figurer l'objectif d'éviter tout dommage aux biens, aux personnes et à l'environnement.
--------	---

2.12 Fabricant ou constructeur

2.12.1	Le fabricant d'un drone maritime est la personne (physique ou morale) qui en assure la production industrielle ou la fabrication artisanale, qu'il s'agisse d'un professionnel ou non.
2.12.2	Le constructeur d'un drone, amateur ou professionnel, est considéré comme le fabricant.

2.13 Armateur

2.13.1	L' armateur d'un drone maritime est la personne (morale ou physique) qui exploite le drone en son nom, qu'elle en soit propriétaire ou non.
--------	--

2.14 Équipage / Passagers / Personnel Technique d'intervention

2.14.1	L' équipage d'un navire autonome désigne l'ensemble du personnel affecté à la bonne marche du navire autonome, qu'il soit ou non embarqué à son bord.
2.14.2	L'équipage d'un navire autonome peut disposer des moyens d'action à distance pour mener ses activités. Il n'est donc pas nécessairement embarqué pendant sa mission.
2.14.3	Les passagers d'un navire autonome désignent les personnes embarquées à bord du navire autonome à l'exception de l'équipage. Dans le cadre de ce guide des bonnes pratiques, le personnel spécial au sens du code SPS (" <i>Special Purpose Ships</i> ") est assimilé à des passagers.
2.14.4	Du personnel technique peut être embarqué momentanément sur un engin autonome qui n'a pas le statut de navire à des fins de maintenance ou d'intervention technique à durée limitée. Ce personnel, qui doit être formé et équipé pour sa mission, n'a pas le statut de passager ni de membre d'équipage. Il est appelé personnel technique d'intervention .

2.15 Catégories de navigation d'un drone maritime

2.15.1	<p>Sous réserve de dispositions spécifiques dans les divisions de la réglementation maritime applicables aux navires autonomes, la catégorie de navigation d'un drone maritime se définit de façon analogue à la catégorie de navigation des bateaux de plaisance et véhicules nautiques à moteur. Chaque catégorie est définie par la force maximale du vent et la hauteur maximale des vagues pouvant être supportée par le drone (F = Force du vent échelle beaufort, H = Hauteur significative des vagues à considérer $H \frac{1}{3}$, en mètres). Chaque catégorie correspond typiquement à un environnement de navigation.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Catégorie A : F=9 ; H=6m ; Haute mer • Catégorie B : F=8 ; H=4m ; Au large des côtes • Catégorie C : F=6 ; H=2m ; À proximité de la côte (grandes baies, grands estuaires) • Catégorie D : F=4 ; H=0,3 m ; Eaux protégées (étangs, abers, rades) • Catégorie E : Valeurs inférieures à celles de catégorie D (à préciser par le fabricant) ; Eaux calmes <p>Note : $H \frac{1}{3}$ est la moyenne des hauteurs (mesurées entre crête et creux) du tiers des plus fortes vagues.</p>
2.15.2	Pour les drones sous-marins, la catégorie de navigation est relative à leur navigation en surface. Il est recommandé de fournir également les conditions d'utilisation du système de lancement et de récupération sur la base des mêmes catégories ou à défaut d'une classification similaire.

2.16 Niveau d'autonomie ou d'automatisation d'un drone maritime

2.16.1	Le niveau d'autonomie de navigation d'un drone maritime est un paramètre qui indique, dans une échelle de référence arbitrairement choisie, les fonctions de navigation (planification des routes, veille, conduite) qui peuvent être déléguées au système programmable du drone. Le niveau d'autonomie peut aussi être appelé niveau d'automatisation dans certaines références.
2.16.2	<p>Plusieurs organisations proposent des échelles d'autonomie auxquelles le fabricant peut se référer (voir par exemple BV, SARUMS, LR). Afin de faciliter l'exercice réglementaire, les degrés d'autonomie ont été organisés comme suit par l'OMI pour le navire autonome :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Navire doté de processus et d'une aide à la décision automatisés : des navigateurs se trouvent à bord du navire d'où ils exploitent et commandent les systèmes et fonctions de bord. Certaines opérations peuvent être automatisées • Navire commandé à distance avec des gens de mer à bord : le navire est commandé et exploité à partir d'un autre endroit, mais des navigateurs sont à bord • Navire commandé à distance sans gens de mer à bord : le navire est commandé et exploité à partir d'un autre endroit. Il n'y a pas de navigateurs à bord • Navire complètement autonome : le système d'exploitation du navire est en mesure de prendre des décisions et de déterminer de lui-même les mesures à prendre.
2.16.3	Il convient d'explicitier clairement le niveau d'autonomie pour les fonctions de navigation, afin que l'opérateur du drone maritime puisse appréhender les interactions nécessaires entre l'opérateur et le drone, en fonction de la phase de la mission et de l'environnement.
2.16.4	Le niveau d'autonomie d'un drone maritime peut ne pas être limité à des fonctions de navigation (par exemple, pour des interventions ou de l'observation, il peut s'agir de déclenchement d'actionneurs ou de systèmes d'acquisition de données). Il appartient au fabricant de préciser ces fonctions le cas échéant.

2.17 Recommandations du constructeur d'un drone maritime

2.17.1	Les recommandations du constructeur d'un drone maritime sont des paramètres précisés par le fabricant, auxquels l'opérateur doit se référer pour la mise en œuvre du drone, et qui précisent les conditions dans lesquelles le drone peut être utilisé sans risque significatif pour son bon fonctionnement et pour la sécurité de la navigation, des tiers et de l'environnement.
--------	---

2.17.2	<p>Les recommandations du constructeur d'un drone maritime doivent au minimum faire référence aux paramètres suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dimensions (hors tout) • Tirant d'eau • Masse maximale • Masse à vide (sans charge) • Charge : port en lourd (masse) et/ou jauge (volume) • Déplacement maximum • Catégorie de navigation • Niveau d'autonomie de navigation • Capteur(s) de navigation embarqué(s) (e.g. inertiel, loch, loch doppler, GPS, ...) • Dispositif(s) de veille embarqué(s) (e.g. AIS, radar, lidar, sonar...) • Profondeur d'immersion maximale (pour les drones sous-marins) • Températures ambiantes d'utilisation (minimale et maximale) • Températures ambiantes de stockage (minimale et maximale) • Pression minimale ambiante pour le transport • Distance maximale entre l'opérateur et le drone (pour le contrôle et la commande) • Vitesse maximale du courant • Densité de l'eau (eau de mer, eau douce) • Modèle(s) de batteries • Type(s) de carburants • Contenance du réservoir (volume) • Tension et puissance de l'alimentation électrique • Durée limite d'utilisation sans remise en condition (endurance) • Rayon d'action maximum • Fréquences et niveau d'émission des ondes radios utilisées • Fréquences et niveau d'émission des ondes acoustiques utilisées • Dispositif d'alerte en cas de panne ou d'avarie • Mode de secours en cas de panne ou d'avarie • Connecteurs disponibles (étanches ou non) • Accessibilité en urgence à la mer.
--------	---

2.18 Latence

2.18.1	<p>La latence est un paramètre important de la transmission d'information dans le cas de contrôle et de commande d'un drone à distance. Il s'agit de l'intervalle de temps entre le moment où une information est requise par une instruction de contrôle (au niveau d'un actionneur du drone ou de l'opérateur par exemple) et le moment où cette information est disponible (au niveau d'un actionneur du drone ou de l'opérateur). La latence a un impact significatif sur le temps de réaction.</p>
--------	--

Chapitre 3. Champ d'application

3.1 Application aux drones maritimes

3.1.1	Le présent document s'applique aux drones maritimes tels que définis à la section 2.1. exclusions du paragraphe 3.2.
-------	--

3.2 Exclusions du champ d'application du présent guide

3.2.1	Les drones maritimes de plus de 24m de longueur de coque, telle que définie par le décret 84-810, article 1, chapitre 2, alinéa 17.1 du 30 août 1984, sont exclus du champ d'application de ce guide.
3.2.2	Les drones maritimes affectés au transport de marchandises sont exclus du champ d'application de ce guide.
3.2.3	Les drones maritimes affectés au transport de passagers sont exclus du champ d'application de ce guide.
3.2.4	Les drones maritimes utilisés à des fins purement récréatives, ou de loisir, sont exclus du champ d'application de ce guide à condition qu'ils satisfassent à la définition des engins de plage, à savoir : <ul style="list-style-type: none"> • Les embarcations ou engins de moins de 2,50 m de longueur de coque, à l'exception de celles propulsées par une machine d'une puissance supérieure à 4,5 kW • Les embarcations ou engins propulsés par l'énergie humaine dont la longueur de coque est inférieure à 3,50 m ou qui ne satisfont pas aux conditions d'étanchéité, de stabilité et de flottabilité de l'article 245-4.02 de la division 245.

3.3 Application aux navires autonomes

3.3.1	Les dispositions relatives aux navires autonomes s'appliquent à tout drone maritime ayant la capacité d'embarquer des personnes à bord, comme membres d'équipage ou comme passagers (les personnels techniques d'intervention sont exclus et ne sont pas considérés comme des personnes embarquées).
3.3.2	Les dispositions du code des transports s'appliquent aux navires autonomes, en fonction de la catégorie d'immatriculation du navire.

3.4 Application aux engins autonomes

3.4.1	Certains drones maritimes n'ont pas été conçus pour embarquer des personnes à bord, qu'il s'agisse de passagers ou de membres d'équipage, ou n'en ont pas la capacité (ils peuvent toutefois embarquer du personnel technique d'intervention sous réserve du respect des dispositions applicables). De tels drones ne peuvent être commandés qu'à distance ou par des systèmes programmables. Ces engins autonomes peuvent ou non être immatriculés au titre des registres d'immatriculation des navires.
3.4.2	<p>Compte-tenu de la définition des engins de plage (embarcations ou engins possédant les caractéristiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les embarcations ou engins de moins de 2,50 m de longueur de coque, à l'exception de celles propulsées par une machine d'une puissance supérieure à 4,5 kW • Les embarcations ou engins propulsés par l'énergie humaine dont la longueur de coque est inférieure à 3,50 m ou qui ne satisfont pas aux conditions d'étanchéité, de stabilité et de flottabilité de l'article 245-4.02 de la division 245). <p>les drones maritimes de moins de 2,50 m de longueur de coque et propulsés par une machine d'une puissance inférieure à 4,5 kW peuvent être considérés comme des engins de plage s'ils sont utilisés à des fins récréatives ou de loisirs.</p>
3.4.3	<p>Plusieurs paramètres de conception des engins autonomes peuvent influencer leur capacité à naviguer et les risques qu'ils peuvent faire courir aux tiers et à l'environnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La nature de la propulsion : à voile ou à moteur • La puissance de l'appareil propulsif, supérieur ou inférieur à 4,5 kW • La longueur de l'engin • Le déplacement maximum (masse) • La quantité de mouvement maximale de l'engin (produit de la masse par la vitesse) • La quantité d'énergie cinétique maximale de l'engin (produit de la masse par la vitesse au carré) • La navigation en surface ou sous-marine • La précision du système de navigation • Le dispositif de veille • La cargaison • La jauge • Le moyen de stockage de l'énergie embarquée, etc.

Chapitre 4. Immatriculation, identification, certification, agrément

4.1 Immatriculation des engins autonomes

4.1.1	La réglementation sur les drones maritimes reste encore à définir, en particulier en ce qui concerne les modalités d'enregistrement ou d'identification des drones. Ce Guide de Bonnes Pratiques propose une série de recommandations compatibles avec les intérêts des industriels et les impératifs de la sécurité maritime et devant permettre de régir la question de l'immatriculation, de l'enregistrement et de l'identification des engins autonomes.
4.1.2	L'immatriculation d'un engin autonome qui ne peut accueillir des personnes à son bord n'est pas obligatoire.
4.1.3	Il est recommandé qu'en l'absence de toute immatriculation, la navigation et/ou l'exploitation d'un engin autonome ne soit autorisée que si l'analyse de risques du drone a préalablement été acceptée par la Direction des Affaires Maritimes (DAM) conformément au Chapitre 21.
4.1.4	À l'occasion du déploiement d'un drone non-immatriculé, un marquage d'identification devra être indiqué sur le drone conformément aux dispositions du paragraphe 4.3.4 ci-dessous.
4.1.5	<p>Pour chaque déploiement de drones maritimes non immatriculés, il est recommandé de créer un fichier spécifique destiné à enregistrer et identifier les drones déployés en mer grâce à une déclaration de l'armateur.</p> <p>Toute déclaration de l'armateur devrait, <i>a minima</i>, renseigner un bref descriptif du drone (par exemple : dimensions, vitesse, tonnage...) ainsi que le lieu, la durée et l'objet du déploiement.</p> <p>Un tel fichier peut être détenu par les autorités, les capitaineries ou les organisations en charge des essais en mer, en fonction des dispositions locales et des exigences des autorités.</p>
4.1.6	Dans le cas où l'armateur décide d'immatriculer le drone, il lui est recommandé de se rapprocher de la DAM afin de définir d'un commun accord les modalités d'immatriculation les plus adaptées pour le drone concerné.

4.2 Demande d'immatriculation des engins autonomes en tant que navires

4.2.1	L'armateur a la possibilité de demander l'immatriculation de son engin autonome en tant que navire autonome (cette immatriculation n'est pas systématique et peut être refusée par les autorités après examen du dossier technique).
4.2.2	L'immatriculation, au titre d'un registre des navires, d'un drone maritime qui peut embarquer des personnes à son bord (à l'exception des personnels techniques d'intervention) est obligatoire. Cette immatriculation se fait auprès des autorités en charge de l'immatriculation des navires.
4.2.3	Le navire autonome doit, sans préjudice d'autres réglementations, être immatriculé au même titre que les autres navires de sa catégorie. Il peut appartenir à l'une des catégories suivantes : <ul style="list-style-type: none"> • Navires à passagers effectuant des voyages internationaux et navires de charge de jauge brute supérieure à 500 • Navires à passagers effectuant des voyages nationaux et navires de charge de jauge brute inférieure à 500 et navires d'un type particulier • Navires de plaisance • Navires de pêche.
4.2.4	Les engins autonomes peuvent faire l'objet d'une demande d'immatriculation en tant que navire avec dérogation liée à l'absence de personne à bord (à l'exception des personnels techniques d'intervention). Ainsi les dispositions visant à préserver la vie en mer (présence d'embarcation ou de gilets de sauvetage par exemple) pourraient être allégées. Le dossier technique doit toutefois démontrer que le drone ne présente pas, pour la navigation, les tiers et l'environnement, de risque accru par rapport aux navires de sa catégorie.

4.3 Identification

4.3.1	<p>L'ISO 10087:2006 établit un système de codage permettant l'identification de tout bateau, concernant les aspects suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • le code d'identification du pays du constructeur • le code d'identification du constructeur • le numéro de série • le mois et l'année de construction • l'année modèle.
4.3.2	<p>L'ISO 10087:2006 est applicable aux petits navires de tout type et matériau, dont la longueur de coque est inférieure ou égale à 24 m. Elle n'est pas applicable aux engins de plage.</p>
4.3.3	<p>Par extension, l'ISO 10087:2006 est applicable aux drones maritimes immatriculés.</p>
4.3.4	<p>Les drones maritimes non immatriculés portent, d'une manière pouvant être lue par un observateur extérieur, les lettres « DRN », suivies du nom et du port d'immatriculation du navire à partir duquel ils sont commandés. La taille des lettres et signes est adaptée à la taille de l'engin pour être lisible par un observateur extérieur.</p> <p>Le marquage DRN n'est pas obligatoire pour les engins de plage, mais il est recommandé de faire figurer le sigle DRN et les coordonnées de l'exploitant sur les drones, quels qu'ils soient.</p>

4.4 Certification

4.4.1	<p>Sauf dérogation accordée par les autorités, le navire autonome doit disposer des titres de sécurité, de sûreté, certificat de prévention de la pollution et certification sociale des navires de sa catégorie définis au décret n°84-810 du 30 août 1984 relatif à la sauvegarde de la vie humaine en mer, à la prévention de la pollution, à la sûreté et à la certification sociale des navires (version consolidée telle qu'amendée).</p>
4.4.2	<p>Les drones maritimes doivent disposer d'un certificat du fabricant précisant la conformité du drone aux normes et standards appliqués (il appartient au fabricant de vérifier l'applicabilité des standards retenus).</p>

4.5 Agrément

4.5.1	<p>Pour pouvoir naviguer dans les eaux territoriales ou la Zone Économique Exclusive françaises, le drone maritime doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • soit être immatriculé en accord avec les autorités publiques et disposer des titres de navigation valides en conformité avec son exploitation, • soit être commandé ou contrôlé à partir d'un navire battant pavillon français, et la veille du drone en surface doit le cas échéant être assurée de jour comme de nuit à partir du navire, • soit avoir suivi une procédure d'agrément validée par les autorités françaises. <p>À ce titre, le drone peut faire l'objet d'une autorisation de navigation pour une période et dans une zone donnée, délivrée par les autorités maritimes au titre d'un évènement nautique, d'une mission particulière ou d'une zone d'essai de drone maritime par exemple.</p>
4.5.2	<p>Les procédures visant à autoriser la navigation et l'exploitation des drones sous réserve qu'une analyse de risques préalable ait été effectuée par l'armateur et validée par les affaires maritimes sont encouragées.</p> <p>Qu'il soit immatriculé ou non, l'analyse de risques du drone ainsi que son dossier technique doivent démontrer que le drone ne présente pas, pour la navigation, les tiers et l'environnement, de risque accru par rapport aux engins flottants équivalents.</p> <p>Cependant, les dispositions relatives à la sécurité peuvent être adaptées au regard, notamment, de la taille, de la configuration technique et/ou de la finalité opérationnelle du drone.</p> <p>Voir 27.1</p>

Chapitre 5. Mode opératoire

5.1 Le cycle d'opérations d'un drone

5.1.1	<p>Le cycle d'opérations d'un drone peut se décomposer comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La phase de préparation (détermination de l'aire d'opérations, évaluation environnementale, notification et autorisations des autorités maritimes ou ports concernés le cas échéant, avis aux navigateurs, licences radio, préparation de l'itinéraire, etc.) • La phase de pré-déploiement (mobilisation et configuration de l'équipement) • La phase de déploiement (déploiement de l'équipement jusqu'à l'aire d'opérations par route, air, rail, mer) • La phase de pré-lancement (préparation détaillée des opérations, vérification des systèmes et fonctions du drone) • La phase de lancement ou mise à l'eau (depuis la terre ou un navire support, opérations de levage comprises) • La phase de contrôle post-lancement, une fois le drone dans l'eau (vérification des équipements dans l'eau, notamment la propulsion et la direction, les moyens de communication, l'état général du drone, les procédures d'urgence et de la fonction de sécurité intégrée ("fail-safe")) • La phase de transit jusqu'à l'aire d'opérations ou jusqu'au site d'amarrage • La phase opérationnelle active • La conduite (transit par des eaux dans lesquelles un navire aurait l'obligation d'être conduit) • La phase d'approvisionnement ou de rechargement des batteries • L'amarrage (au navire support, sur la côte ou à un quai – peut inclure des opérations de levage) • La phase de cessation contrôlée des activités consistant à mettre le drone à l'arrêt et en sécurité • La phase d'évaluation et d'analyse post-opérationnelles.
-------	---

5.2 Préparation des opérations

5.2.1	Avant la mise en œuvre d'un drone maritime, l'opérateur doit vérifier la catégorie du drone utilisé, l'objet de sa mise en fonction, les différentes phases de l'opération envisagée, les limitations attendues de l'espace de navigation du drone maritime, les moyens de contrôle employés en fonction des différentes phases de l'opération, les moyens d'alerte en cas de défaillance ou d'avarie.
5.2.2	L'opérateur doit tenir à disposition des autorités une analyse des risques pour la navigation, pour la sécurité des personnes et des biens, pour l'environnement liés à l'opération projetée ou en cours. Cette analyse peut être basée sur des documents émanant du constructeur, des documents émanant d'organismes de certification, ou sur des documents techniques établis par des personnes qualifiées pour l'analyse des risques présentés. Cette analyse des risques doit prendre en compte les différents paramètres mentionnés en 3.4.3. Un exemple de méthode d'analyse des risques est donné en annexe 27.1.
5.2.3	Les opérations peuvent comprendre des phases de transport (par exemple transport par voie aérienne, routière ou maritime), de mise à l'eau, de chargement, de transit (déplacement du drone vers sa zone d'opération), de navigation en surface ou en plongée, d'attente (par exemple mise en veille sur le fond de la mer), d'accostage, de déchargement, de récupération, de maintenance, d'entretien, de réparation, ou d'autres phases à identifier lors de la préparation des opérations.
5.2.4	Pour la préparation des opérations d'un drone maritime et l'analyse des risques, l'opérateur est invité à consulter la documentation de référence figurant Chapitre 6, sans se dispenser des règles en vigueur. L'annexe 27.1 donne un exemple de méthode d'analyse des risques.

5.3 Responsabilité du contrôle et du commandement des drones maritimes

5.3.1	L'armateur a l'obligation de prendre toutes mesures nécessaires pour s'assurer de la maîtrise du drone pendant chaque cycle d'opérations (notamment en fournissant et en coordonnant les moyens humains et techniques nécessaires) afin que le drone ne présente pas de menace ou de danger pour les personnes, les biens, la navigation ou l'environnement.
-------	--

5.4 Station de contrôle

5.4.1	Le commandement et le contrôle du drone peuvent s'exercer à distance, depuis une station de contrôle.
5.4.2	La station de contrôle rassemble l'ensemble des moyens techniques et humains nécessaires pour contrôler le drone à distance durant un cycle d'opérations.
5.4.3	La station de contrôle peut être à terre ou embarquée. Elle peut être mobile. La structure de chaque station de contrôle variera d'un armateur à l'autre, mais elle doit toujours permettre que la préparation, le contrôle et l'analyse a posteriori des opérations soient accomplis à un niveau de sécurité correspondant à la mission entreprise, évalué à partir de l'analyse de risque.
5.4.4	Quel que soit le niveau d'autonomie du drone, la station de contrôle doit être conçue pour permettre à l'opérateur de reprendre la main sur le système de commandement du drone en cas de besoin, ce qui inclut la possibilité de changer le niveau d'autonomie ou de pouvoir mettre le drone hors fonction ou en fonction d'attente, ou de prendre toute autre mesure d'urgence appropriée.
5.4.5	Une même station de contrôle peut commander et contrôler simultanément plusieurs drones navigants de manière coordonnée (un tel ensemble de drones est souvent appelé « meute » ou « essaim » dans la pratique).

5.5 La chaîne de commandement et de contrôle

5.5.1	<p>L'armateur a l'obligation d'établir précisément, avant chaque cycle d'opérations, les rôles et fonctions de chacun des intervenants impliqués dans le cycle d'opérations du drone afin d'en garantir le contrôle effectif durant tout le cycle.</p> <p>L'armateur désigne notamment un chef de mission et un opérateur avant chaque cycle d'opérations.</p> <p>Tout transfert de contrôle au cours d'un cycle d'opérations doit être planifié au préalable et les procédures de transfert de contrôle doivent être établies précisément afin que la personne responsable du drone soit toujours clairement identifiée et dispose des moyens nécessaires pour exercer sa mission.</p> <p>À titre d'exemple, le contrôle effectif du drone peut être transféré à un opérateur, à un personnel technique d'intervention, ou à toute autre personne qui prendrait manuellement le contrôle du drone pendant les phases de transit, d'amarrage, ou d'approvisionnement du drone.</p>
-------	--

5.6 Le chef de mission

5.6.1	Le chef de mission exerce une mission de supervision générale du drone pendant un cycle d'opérations donné. Il doit s'assurer que le contrôle effectif du drone est garanti à chacune des phases du cycle d'opérations.
5.6.2	Il autorise et peut faire interrompre les opérations.
5.6.3	Lorsqu'un drone maritime non immatriculé est commandé depuis un navire, le capitaine du navire à partir duquel le drone est opéré est présumé être le chef de mission, sauf accord contraire exprès.

5.7 L'Opérateur

5.7.1	L'opérateur est responsable du drone de la phase de pré-lancement à la phase de cessation de l'activité, ce qui couvre toute la période de navigation du drone maritime.
5.7.2	L'opérateur doit s'assurer que l'opération se déroule en conformité avec les recommandations du constructeur du drone maritime.
5.7.3	Lorsqu'un drone maritime est commandé par un système programmable, la personne ordonnant la mise en fonction du système programmable ou, à défaut, si le système programmable est mis en fonction par un dispositif automatique, la personne ordonnant la mise en fonction du drone maritime (en principe l'opérateur) doit pouvoir contrôler ou faire contrôler le drone maritime pendant la durée de fonctionnement prévue du système programmable.
5.7.4	Lorsqu'un drone maritime est capable d'embarquer des personnes à son bord, il doit pouvoir être commandé depuis son bord. À ce titre, il appartient à une catégorie de navire spécifiée par la réglementation.
5.7.5	Lorsque le drone maritime est un navire autonome, la responsabilité de son contrôle et de son commandement incombe à son capitaine.

Chapitre 6. Dossier technique

6.1 Documentation

6.1.1	Le fabricant doit indiquer dans la documentation les limitations d'emploi du drone maritime et doit tenir à disposition des utilisateurs une documentation à jour de ces limitations d'emploi.
6.1.2	Le fabricant doit fournir à tout acquéreur ou utilisateur un certificat de conformité précisant l'état de conformité du drone maritime au référentiel technique pris en compte pour sa conception.
6.1.3	Tout utilisateur doit tenir disponible pour les autorités le certificat de conformité du drone maritime.
6.1.4	Le fabricant doit fournir un manuel d'utilisation précisant les procédures à suivre et les précautions à prendre pour la mise en œuvre du drone maritime.
6.1.5	Lors de la première mise en service du drone maritime, la documentation la plus à jour doit être mise à disposition de l'acquéreur.

6.2 Normes et standards applicables

6.2.1	Il appartient au concepteur et au fabricant du drone maritime de vérifier les normes et standards en vigueur qui s'appliquent réglementairement à sa conception et à sa fabrication, en fonction de la catégorie de navire choisie s'il s'agit d'un navire autonome et/ou en fonction des caractéristiques du drone maritime, notamment si celui-ci n'a pas le statut de navire.
6.2.2	En particulier, le concepteur et le fabricant doivent déterminer, parmi les documents en annexe 27.2, s'ils sont applicables et dans quelle mesure ils doivent s'y conformer.

6.3 Documentation de référence

6.3.1	Par ailleurs, le fabricant peut également indiquer dans quelle mesure il a pris en compte des recommandations de référence telles que par exemple en annexe 27.3
-------	--

6.4 Conformité technique

6.4.1	<p>Pour pouvoir être immatriculé en tant que navire autonome, le drone maritime en mesure d'accueillir des personnes à bord doit démontrer qu'il satisfait à l'ensemble des exigences de sa catégorie telles que définies dans les divisions de la réglementation maritime dès lors qu'il est commandé depuis son bord.</p> <p>Par ailleurs, l'application des dispositions propres aux engins autonomes, précisées par le présent guide et éventuellement complétées par les autorités, est recommandée.</p> <p>Les autorités sont seules habilitées à apprécier le dossier technique et à délivrer l'immatriculation.</p>
-------	--

6.4.2	<p>Pour pouvoir être immatriculé en tant que navire autonome, l'engin autonome doit, en principe, démontrer qu'il satisfait à l'ensemble des exigences de sa catégorie, telles que définies dans les divisions de la réglementation maritime lorsqu'il est commandé ou contrôlé depuis la terre.</p> <p>Les autorités sont seules habilitées à préciser les exigences nécessaires à l'immatriculation et à apprécier le dossier technique et à délivrer l'immatriculation.</p> <p>Ce guide recommande qu'il puisse être fait exception des exigences relatives à la sauvegarde des personnes embarquées et de celles relatives au commandement et au contrôle depuis le bord. Ces exigences n'ont pas de fondement dès lors qu'aucune personne ne peut être admise à bord du drone maritime en opération normale.</p> <p>Par ailleurs l'application des dispositions propres aux engins autonomes précisées par le présent guide et éventuellement complétées par les autorités est recommandée.</p>
6.4.3	<p>Dans le cadre des bonnes pratiques, le dossier technique pour la conception, la fabrication et l'exploitation d'un drone maritime doit comporter au minimum les données techniques relatives aux éléments suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La structure • La flottabilité et la stabilité • La résistance au feu (non-propagation) • La précision du système de localisation • La manœuvrabilité • La veille • Le système de propulsion • Le contrôle de vitesse • Le système électrique • Le système d'information et le logiciel embarqués incluant les éventuelles mesures relatives à la cybersécurité et la gestion des données embarquées • Le stockage de l'énergie (gaz, fuel, batterie) • La mise en service (suivi de chantier, essais, tests de conformité, procédure et autorité d'approbation) • La prévention de la pollution • La déconstruction • La signalisation • Les capteurs et systèmes de détection embarqués (radar, AIS, sondeur, sonar, loch, centrale inertielle, autres) • L'alerte en cas d'avarie (capacité à signaler un incident de bord) • L'autonomie de navigation et le système programmable associé • Le dispositif de contrôle et de commande à distance • Les recommandations du constructeur • Les moyens de communication • Le système de largage et de récupération • Les éventuelles mesures prises pour l'accessibilité en urgence à la mer.
6.4.4	<p>Le drone maritime qui n'est pas immatriculé doit satisfaire au dossier technique défini par le fabricant, qui doit se conformer à la réglementation et pouvoir justifier de la bonne application des normes et standards dans la mesure où ils sont applicables aux drones maritimes, en particulier aux engins autonomes.</p>

Chapitre 7. Signalisation

7.1 Marquage

7.1.1	En conformité avec l'article L5111-1-1 créé par loi n°2016-816 du 20 juin 2016 - art. 87, un engin flottant de surface ou sous-marin, à bord duquel aucune personne n'est embarquée, commandé à partir d'un navire battant pavillon français, doit porter des marques extérieures d'identification définies par voie réglementaire.
7.1.2	En conformité avec l'article D5111-4 et le décret n° 2016-1893 du 28 décembre 2016 relatif aux dispositions du livre Ier, du livre IV, à l'exception de son titre IV, ainsi que des chapitres Ier et IV des titres Ier à IX du livre VII de la cinquième partie réglementaire du code des transports, et portant diverses mesures d'adaptation relatives à l'outre-mer, les engins flottants de surface ou sous-marins mentionnés à l'article L. 5111-1-1 portent, d'une manière pouvant être lue par un observateur extérieur, les lettres « DRN », suivies du nom et du port d'immatriculation du navire à partir duquel ils sont commandés.
7.1.3	En conformité avec l'arrêté du 21 octobre 2016 relatif à l'immatriculation des navires et autres bâtiments en mer, tout navire ou bâtiment de mer ayant l'obligation de disposer de marques extérieures d'identité doit rendre visible, dans les conditions prévues par la réglementation en vigueur, les deux lettres identifiant son port d'immatriculation définies à l'article 1er suivies du numéro d'immatriculation qui leur aura été attribué par l'autorité compétente.
7.1.4	Par extension, tous les drones maritimes immatriculés portent, d'une manière pouvant être lue par un observateur extérieur, les lettres « DRN », ainsi que leur numéro d'immatriculation et leur port d'immatriculation.
7.1.5	<p>Les navires autonomes immatriculés doivent porter le marquage conforme à la catégorie selon laquelle ils sont immatriculés. Ainsi :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pour les bateaux de plaisance à moteur, le numéro d'immatriculation en lettres capitales, doit être visible sur les deux côtés de la coque ou sur les deux cotés d'une partie verticale de la superstructure ; en fonction de la longueur du bateau, la hauteur des caractères varie de 4 à 12 cm ; l'indicatif radio peut être noté sur les navires d'une certaine taille • Pour les navires de charge de jauge brute inférieure à 500 UMS, les inscriptions doivent être de 200 mm de hauteur autant que faire se peut.
7.1.6	Par ailleurs, en cas de capacité de manœuvre restreinte liée à l'emploi d'un système programmable ou de moyens de conduite à distance dont les capacités sont limitées, le navire autonome doit signaler sa limitation conformément à la réglementation des navires à capacité de manœuvre restreinte. Ainsi, préalablement à l'opération qui prévoit l'utilisation de ce mode dégradé de navigation, l'opérateur doit prévoir la mise en place de la signalétique à bord. Si le mode de navigation dégradé intervient suite à un incident ou à une évolution imprévue de l'environnement et que la mise en place de la signalétique n'est pas rendue possible, l'opérateur doit, si possible, signaler l'avarie par AIS. Les feux de marque de nuit sont les mêmes que pour les autres navires.

7.1.7	Il est recommandé que les drones maritimes soient peints de couleur claire, le plus visible possible de loin sur la mer et reconnaissable pour la navigation extérieure.
7.1.8	Les navires autonomes doivent être équipés d'un moyen de signalement AIS, programmé au mieux en fonction de la réglementation locale des eaux dans lesquelles ils naviguent. Cette mesure n'est pas obligatoire pour les engins autonomes non immatriculés mais elle est recommandée.
7.1.9	L'armateur ou l'opérateur qui contrôle le drone maritime est invité à se renseigner auprès des autorités régionales ou locales afin de programmer l'AIS du drone en conformité avec la réglementation. En particulier, les garde-côtes nord-américains ont recommandé l'utilisation du code « 29 » comme identification AIS pour caractériser les engins de type drones maritimes (autonomes ou téléopérés). Au besoin, sur certaines zones, la préfecture maritime pourrait demander l'application de mesures du même ordre. Il est recommandé d'utiliser ce code 29 par défaut en l'absence de réglementation contraire. Note du document "AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM, New AIS Encoding Guidance for U.S. waters disponible à : http://navcen.uscg.gov/pdf/AIS/AIS_Special_Notice_and_AIS_Encoding_Guide_2012.pdf : "AIS Ship Types 20-29, normally used to represent Wing in Ground vessels should be used instead to represent the following vessels when operating in U.S. waters (including the U.S. EEZ): 20-Wing in Ground (WIG) vessels";

7.2 Feux et marques

7.2.1	Les drones maritimes doivent se conformer aux règles 20 à 31 de la COLREG en fonction de leur catégorie.
7.2.2	Sauf dérogation, les navires autonomes submersibles de longueur supérieure à 2,5 m doivent, en outre, être équipés d'un feu jaune scintillant visible sur 360 degrés et ayant une portée de 3 miles nautiques lors de leur navigation en surface.
7.2.3	Pour les drones maritimes submersibles non immatriculés et les navires autonomes submersibles (immatriculés) de longueur inférieure à 2,5 m, la présence d'un feu à éclats en surface visible sur 360 degrés est recommandée.

7.3 Signaux sonores et lumineux en surface

7.3.1	Les drones maritimes doivent se conformer aux règles 32 à 37 de la COLREG en fonction de leur catégorie.
-------	--

7.4 Signaux sonores sous-marins

7.4.1	Il est recommandé d'équiper les drones maritimes sous-marins d'une alarme acoustique sous-marine (<i>pinger</i>) permettant leur localisation sous la mer. La génération de bruit sous-marin doit rester conforme à la réglementation et éviter autant que faire se peut de nuire aux mammifères marins.
-------	--

Chapitre 8. Dispositif de contrôle et de commandement embarqué

8.1 Cas général

8.1.1	Les drones maritimes et leurs opérateurs doivent disposer de moyens de contrôle et de commandement adaptés, permettant de ne pas présenter de menace ou de danger pour les personnes, la navigation ou l'environnement.
8.1.2	Lorsqu'un drone maritime peut être commandé par un système programmable, ce système doit faire l'objet d'une description fonctionnelle dans la documentation fournie à l'utilisateur et ses limites d'utilisation doivent clairement être identifiées par le fabricant.
8.1.3	Lorsqu'un drone maritime est commandé en surface par un système programmable, le drone doit pouvoir être arrêté sur commande de l'opérateur.
8.1.4	En cas d'alerte émise par le dispositif ou la personne assurant la veille, le système programmable ou l'opérateur doivent pouvoir réagir de façon appropriée afin de prévenir les risques d'abordage.
8.1.5	Lorsqu'un drone maritime est commandé en surface par un système programmable, ce système doit pouvoir appliquer les dispositions de la règle 19 de la COLREG, relative à la conduite des navires par visibilité réduite.
8.1.6	<p>Lorsque la veille en surface est assurée par l'opérateur à partir de la terre ou d'un navire support et que la communication entre l'opérateur et le drone maritime est dégradée ou absente, le drone doit être conduit par un système programmable en mesure d'assurer les fonctions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conduite et contrôle de la navigation incluant <ul style="list-style-type: none"> ○ La localisation (estimation de la position) ○ La régulation de la vitesse ○ Le contrôle des manœuvres et de la giration ○ Le contrôle de la flottabilité et de la stabilité ○ Et, pour les drones ayant une capacité sous-marine, le contrôle de l'immersion <p>Par ailleurs, en cas d'avarie affectant sa navigation, le drone doit pouvoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Détecter la défaillance • Alerter l'opérateur (émission d'un signal radio, visuel ou sonore) • Engager une séquence automatique de secours en attente de l'intervention de l'assistance aux biens.
8.1.7	Les systèmes programmables doivent être conçus en conformité avec les exigences de la norme IEC 61508 relative à la sécurité fonctionnelle des systèmes électriques/électroniques programmables relatifs à la sécurité, ou d'une norme équivalente. Il appartient au fabricant de vérifier qu'une étude de sécurité a identifié le niveau de sécurité applicable (de SIL1 à SIL4, SIL = <i>Safety Integrity Level</i>) en fonction de l'analyse des risques encourus.

8.2 Cas des navires autonomes

8.2.1	Lorsqu'un navire autonome est commandé par un système programmable, la mise en fonction du système programmable doit rester sous le commandement du capitaine du navire.
8.2.2	Lorsqu'un navire autonome est commandé par un système programmable, une personne qui se trouverait à bord, autorisée et qualifiée, doit avoir la priorité sur le système programmable pour contrôler et commander le drone.
8.2.3	<p>Lorsque la communication entre l'opérateur et le navire autonome est dégradée ou absente pendant une durée significative identifiée dans l'analyse des risques, le drone doit être conduit par un système programmable en mesure d'assurer les fonctions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conduite et contrôle de la navigation incluant <ul style="list-style-type: none"> ○ La localisation (estimation de la position) ○ La régulation de la vitesse ○ Le contrôle des manœuvres et de la giration ○ Le contrôle de la flottabilité et de la stabilité ○ Et, pour les drones ayant une capacité sous-marine, le contrôle de l'immersion • Veille et prévention des abordages en mer • Signalisation visuelle et sonore • Détection des avaries • Alerte aux personnes éventuellement embarquées en cas d'avarie (capacité à signaler un incident de bord affectant la navigation ou la sécurité des personnes éventuellement embarquées) • Émission et réception des alertes et signaux de radiocommunication en conformité avec la division 219 ou la division 240 du règlement maritime et en conformité avec les exigences de mise en œuvre du système mondial de détresse et de sécurité en mer (SMDSS) qui utilise des moyens de télécommunications pour la recherche et le sauvetage en mer et la prévention des accidents maritimes.

Chapitre 9. Dispositif de contrôle et commande à distance

9.1 Cas général

9.1.1	Lorsqu'un drone maritime est commandé en surface par un opérateur à distance, l'opérateur doit disposer de moyens d'alerte et d'information lui permettant d'assurer la veille au profit du drone maritime. Éventuellement, la veille peut être assurée à partir d'un moyen support, c'est-à-dire par exemple d'un bateau, d'un avion ou d'un autre moyen en mesure d'assurer en permanence la veille au profit du drone maritime.
9.1.2	Lorsqu'un drone maritime est commandé en surface par un opérateur à distance, il doit disposer d'une commande d'arrêt d'urgence à distance ayant un délai de latence de moins de 1 seconde.
9.1.3	Lorsqu'un drone maritime est commandé par un opérateur à distance, celui-ci doit pouvoir réagir à une alerte de veille et éviter un abordage.
9.1.4	Lorsqu'un drone maritime est commandé par un opérateur à distance, l'opérateur doit disposer des moyens et des qualifications lui permettant d'appliquer les dispositions de la règle 19 de la COLREG, relative à la conduite des navires par visibilité réduite, éventuellement avec l'aide d'un système programmable embarqué.
9.1.5	L'opérateur qui commande le drone maritime en surface à distance doit pouvoir à tout moment disposer des informations de veille avec un temps de latence inférieur à 3 secondes et commander le drone à distance avec un temps de latence des commandes inférieur à 1 seconde. Il doit, dans tous les cas, adapter la vitesse du drone en fonction de la situation pour que ces temps de latence puissent permettre l'évitement d'un abordage.

9.2 Cas des navires autonomes

9.2.1	Lorsqu'un navire autonome, en mesure de pouvoir embarquer des personnes à son bord, est commandé depuis une station d'opération déportée, il doit disposer d'un équipage déporté disposant de moyens de commandes et de contrôle et de niveaux de qualification au moins équivalents à ceux d'un équipage embarqué.
9.2.2	Lorsqu'un navire autonome est commandé par un opérateur à distance et qu'une personne autorisée et qualifiée pour le commander est présente à bord, cette personne doit pouvoir prendre le contrôle du drone et en assurer le commandement en priorité sur l'opérateur déporté.

Chapitre 10. Dispositif de communication

10.1 Communication en surface

10.1.1	En surface, le drone maritime doit être équipé d'un moyen de communication ou de signalisation permettant de signaler sa position et ses avaries à la personne assurant son contrôle. Ce moyen peut être filaire, optique, acoustique, électromagnétique (radio) ou autre. Il est acceptable que, dans un mode dégradé ou de secours, la signalisation soit visuelle et/ou sonore.
10.1.2	Dans le cas d'une commande à distance, le drone maritime doit être équipé d'un système de communication descendante (de l'opérateur vers le drone) disposant d'une qualité (bande passante, temps de latence et taux d'erreur) suffisante pour que l'intégralité de la commande soit passée au drone avec une probabilité d'erreur de moins de 10^{-3} et un temps de latence inférieur à 1 seconde.
10.1.3	Dans le cas d'un contrôle à distance en surface, sans possibilité de veille visuelle ou auditive directe par l'opérateur (veille qui est possible par exemple s'il est embarqué sur un bateau support), le drone maritime doit être équipé d'un système de communication montante (du drone vers l'opérateur) disposant d'une qualité (bande passante, temps de latence et taux d'erreur) suffisante pour permettre la veille à distance à partir des capteurs du drone et le contrôle de la navigation (position, stabilité, vitesse et cap instantanés) avec un temps de latence inférieur à 3 secondes et une distance de préavis de risque de collision avec un objet ou une embarcation supérieure à 200 m, ceci pour un objet ou une embarcation croisés de plus de 5 m de dimension totale (somme largeur + hauteur + longueur) .
10.1.4	En surface, l'opérateur du drone maritime doit disposer d'un moyen de communication avec le drone maritime permettant d'interrompre les opérations du drone en cours avec un temps de latence entre l'ordre et l'acquiescement inférieur à 4 secondes. L'interruption peut se faire par le passage à une séquence d'attente prédéterminée (par exemple trajectoire circulaire, arrêt au point fixe, ...).
10.1.5	L'opérateur en charge du contrôle du drone maritime doit s'assurer qu'il reste à portée des moyens de communication avec le drone. Lorsque le drone en surface n'est pas à portée des moyens de communication permettant son contrôle, il doit se mettre en séquence d'attente si la communication n'a pas été rétablie dans le temps qu'il lui faut pour parcourir une distance relative à l'eau de 150 m.
10.1.6	En cas de perte de communication durable avec le drone pouvant représenter un risque pour la navigation, un appel de sécurité doit signaler la perte de communication avec le drone et la zone de présence concernée.
10.1.7	Les navires autonomes doivent disposer d'installations de radiocommunication suffisante, d'une part, pour assurer la veille, l'émission et la réception sur une ou plusieurs fréquences de détresse et, d'autre part, pour entrer en liaison, à tous moments, avec une station côtière ou terrienne de navires, éventuellement par l'intermédiaire de la station de contrôle à distance, compte tenu des conditions normales de propagation des ondes radioélectriques.
10.1.8	En ce qui concerne l'obligation d'assistance en situation de détresse, les navires autonomes de surface opérés depuis la terre doivent pouvoir recevoir des signaux de détresse et relayer les signaux de détresse aux autorités. En outre, le poste opérateur à distance doit être équipé de moyens de retransmission et d'alerte.

10.2 Communication sous-marine

10.2.1	En plongée, lorsqu'il n'existe pas de dispositif de veille en surface, le drone maritime sous-marin doit être équipé d'un moyen de communication descendante (par exemple acoustique) lui permettant de recevoir une commande d'arrêt des opérations. Ceci doit, par exemple, permettre au drone d'éviter de faire surface à l'endroit prévu si celui-ci est devenu inapproprié. Ceci n'est pas nécessaire si un navire de surface assure une veille permanente à proximité du drone.
10.2.2	En plongée, lorsqu'il n'existe pas de dispositif de veille en surface, il est conseillé d'équiper le drone d'un moyen de communication montante lui permettant de signaler sa position en cas d'avarie ou d'un <i>pinger</i> permettant de se signaler.
10.2.3	L'opérateur en charge du contrôle du drone maritime en plongée doit s'assurer qu'il reste en contact régulier avec le drone et que le drone suit le plan de mission prévu. Éventuellement, si le drone n'est pas équipé de modem acoustique, des points réguliers en surface peuvent être convenus si une veille de surface appropriée est mise en œuvre.
10.2.4	En cas de perte de contrôle durable du drone sous-marin pouvant représenter un risque pour la navigation ou de pollution pour l'environnement, un appel de sécurité doit signaler la perte de contact avec le drone et la zone de présence concernée.

Chapitre 11. Procédures de test et de vérification

11.1 Procédures pour les opérations

11.1.1	Avant chaque mise en œuvre d'un drone maritime, le bon fonctionnement du dispositif de contrôle et de commande du drone, soit à distance par un opérateur, soit par un système programmable, doit être vérifié. Ceci comprend l'ensemble de la chaîne de contrôle et de commande incluant les capteurs, les actionneurs, l'électronique, les logiciels et les dispositifs de communication.
11.1.2	Dans le cas de logiciels dotés de capacité d'apprentissage (<i>machine learning</i>), la non-régression fonctionnelle doit faire l'objet de tests réguliers. En particulier il s'agit de s'assurer qu'après une longue période, le comportement du système reste conforme aux attentes.
11.1.3	Lors d'essais en mer ou de vérification de service, le drone maritime doit pouvoir accepter la présence d'un personnel technique d'intervention à bord ou à proximité.

11.2 Exigences de validation

11.2.1	Le développement et le test du logiciel doivent être menés en accord avec un plan de qualité défini par le fournisseur du logiciel et les enregistrements des résultats de tests doivent être conservés.
11.2.2	Le plan qualité doit prévoir la procédure de test du logiciel et les résultats de tests doivent être documentés.
11.2.3	Le logiciel doit être testé avec le matériel informatique en configuration opérationnelle et les résultats de tests et les preuves de conformité doivent pouvoir être produites en accord avec le plan qualité.
11.2.4	Les modules logiciels applicatifs doivent être testés individuellement puis faire l'objet d'un test d'intégration. Il doit être vérifié que : <ul style="list-style-type: none"> • le développement a été mené en accord avec le plan qualité • la documentation comporte la description de la méthode de test, les versions logicielles testées, les simulateurs utilisés, les critères d'acceptation et les résultats obtenus.
11.2.5	Les tests doivent s'assurer que chaque module logiciel réalise les fonctions attendues et ne réalise pas de fonction inattendue.
11.2.6	L'implantation de système de tests automatiques de bon fonctionnement par le constructeur est encouragée.
11.2.7	Au minimum l'utilisateur doit mettre en place une procédure de test de bon fonctionnement conforme aux recommandations du fabricant.
11.2.8	La conception du drone maritime doit prendre en compte les possibilités de pannes des composants constitutifs du drone et les risques induits pour les tiers et l'environnement, et mettre en place des mesures de redondance ou de mitigation de défaillance des fonctions de sécurité prenant en compte les estimations de probabilité de panne.
11.2.9	Les systèmes programmables ayant un impact sur la sécurité et les dispositifs de contrôle et de commande doivent être testés et validés par des procédures conformes aux dispositions de la norme IEC 61508 relative à la sécurité fonctionnelle des systèmes électriques/électroniques programmables relatifs à la sécurité, ou d'une norme équivalente. Il appartient au fabricant de vérifier qu'une étude de sécurité a identifié le niveau de sécurité applicable (de SIL1 à SIL4, SIL = <i>Safety Integrity Level</i>) en fonction de l'analyse des risques encourus.
11.2.10	Les tests du système et des sous-systèmes doivent démontrer que les modules interagissent correctement pour réaliser les fonctions attendues en accord avec ses spécifications et ne mettent pas en évidence de comportement inattendu.
11.2.11	Des tests doivent être répétés afin de s'assurer de la répétabilité du comportement du système dans le temps.
11.2.12	Lors des tests de validation, des fautes, erreurs ou pannes doivent être simulées afin de démontrer que le système, qui peut inclure une fonction de détection des fautes, erreurs ou pannes, réagit de façon appropriée.
11.2.13	Il est recommandé de fournir des moyens de vérification et de test du système, soit inclus dans le système, soit séparés (bancs de tests), afin de faciliter la maintenance du système. Ces moyens ne doivent pas perturber le bon fonctionnement du système en opération (notamment en cas d'autotest).

Chapitre 12. Formation et qualification des opérateurs

12.1 Cas général

12.1.1	L'opérateur d'un drone maritime doit être en possession du manuel d'utilisation de ce drone maritime, doit avoir suivi une formation adaptée à la commande et au contrôle du drone et doit s'assurer qu'il l'utilise en conformité avec les recommandations du constructeur.
12.1.2	La personne en charge de la maintenance et de l'entretien d'un drone maritime doit être en possession du carnet d'entretien requis par le fabricant et doit avoir validé une formation à la maintenance du drone.
12.1.3	Les formations spécifiques à l'utilisation ou la maintenance d'un drone maritime doivent être dispensées par le fabricant, une école spécialisée agréée par les autorités pour dispenser une formation maritime et/ou un organisme de formation agréé par le constructeur. Pour les engins de moins de 2,50 m de longueur de coque et propulsés par une machine d'une puissance inférieure à 4,5 kW, une autoformation peut être suffisante.
12.1.4	Lorsqu'un drone maritime est commandé à distance, l'opérateur doit pouvoir justifier d'une formation ou de qualifications adaptées au contrôle du drone à distance.
12.1.5	L'entraînement et la formation du personnel doivent permettre d'acquérir des compétences pour la compréhension et la maîtrise générale du système et également pour la gestion des situations anormales ou des pannes.

12.2 Cas des navires autonomes

12.2.1	L'opérateur d'un navire autonome doit disposer de la qualification exigée réglementairement pour le type de navire concerné (cf.4.1).
12.2.2	Les équipages des navires autonomes doivent disposer des mêmes qualifications que ceux des navires de même catégorie, complétées par une qualification propre aux opérations du drone.
12.2.3	Les dispositions de la convention STCW (<i>International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers</i>) doivent être prises en compte lors de la définition des formations et des tests de qualification des opérateurs et équipages des navires autonomes, tant pour la définition des rôles d'équipage que pour le niveau de qualification. Des formations complémentaires, adaptées au contrôle-commande et à la veille à distance doivent également être dispensées.
12.2.4	Pour exercer son rôle à distance comme équipage d'un navire autonome, le personnel d'équipage doit disposer d'une expérience embarquée à la mer d'un niveau au moins égal à celle requise pour le personnel d'un navire de même catégorie. Il doit également avoir pratiqué avec succès des séances d'entraînement pour le contrôle et la commande à distance, en simulation ou en situation réelle, au moyen d'équipements techniques de modèles similaires à ceux utilisés en opération.

Chapitre 13. Mesures de sécurité

13.1 Équipements de sécurité des navires autonomes

13.1.1	Les navires autonomes doivent disposer de la drome de sauvetage adaptée à leur catégorie.
--------	---

13.2 Équipements de sécurité des engins autonomes

13.2.1	<p>Certains engins autonomes ne sont pas conçus pour embarquer des personnes (équipage et/ou passagers) à bord, ou n'en ont pas la capacité.</p> <p>Néanmoins, certaines personnes sont susceptibles d'embarquer de façon ponctuelle et limitée sur un engin autonome à flot, sur instructions de l'armateur ou du chef de mission.</p> <p>Il peut s'agir du personnel technique d'intervention chargé d'une mission de maintenance ou d'entretien, ou d'un opérateur.</p>
13.2.2	Lorsque qu'une personne embarque sur un engin autonome alors qu'il est à flot, et sur instructions de l'armateur ou du chef de mission, des mesures de sécurité adéquates doivent être prises pour garantir sa sécurité pendant toute la durée de son intervention, et permettre, le cas échéant, le sauvetage.
13.2.3	Les consignes relatives aux mesures de sécurité et au sauvetage doivent être communiquées aux personnes susceptibles d'embarquer sur l'engin autonome avant leur embarquement.

13.3 Système de veille

13.3.1	La mise en œuvre d'un drone maritime en surface doit s'accompagner d'une veille permanente afin d'éviter les abordages en mer.
13.3.2	<p>La veille doit être assurée :</p> <ul style="list-style-type: none"> • soit par du personnel embarqué disposant des qualifications requises • soit par du personnel à distance disposant des qualifications requises et ayant de façon continue accès à des moyens de surveillance et d'alerte, embarqués ou non, permettant de prévenir les abordages • soit par un système programmable équipé de capteurs d'alerte et d'actionneurs permettant au drone de réagir face à une situation d'abordage en conformité avec les règles internationales (COLREG).

13.4 Protection contre les incendies

13.4.1	<p>La protection contre l'incendie à bord des engins autonomes doit satisfaire aux conditions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tout incendie doit pouvoir être détecté, limité et combattu avant sa propagation à un autre navire, un quai ou toute autre installation, et ce avant la mise en danger du personnel ou de l'environnement • Les installations, matériels et équipements doivent être contrôlés et surveillés afin de s'assurer de leur disponibilité permanente et de leur maintien en condition de bon fonctionnement.
13.4.2	<p>Les extincteurs et les pompes de lutte contre l'incendie doivent pouvoir démarrer automatiquement sur simple requête du système programmable ou de l'opérateur. Des précautions contre le déclenchement inopiné doivent être prises.</p>

13.5 Installations électriques

13.5.1	<p>Les installations électriques des drones maritimes, la nature du courant, les tensions, le système de production et de distribution, l'appareillage de manœuvre et de protection, les matériels et les batteries d'accumulateurs doivent être tels que soient assurés tant les services essentiels au maintien de la sécurité dans toutes les circonstances nécessitant des mesures de secours que la sécurité des passagers éventuels, de l'équipage éventuellement embarqué et du drone à l'égard des accidents d'origine électrique.</p>
--------	--

13.6 Sécurité de la navigation

13.6.1	<p>Toutes les dispositions doivent être prises pour permettre aux drones d'effectuer une navigation sécurisée, quelles que soient les circonstances. À cette fin, les drones maritimes doivent être pourvus :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Des bases de données relatives aux informations et recommandations relatives aux routes et signaux • D'appareils et instruments nautiques • Du matériel de signalisation pour prévenir les abordages en mer.
13.6.2	<p>Le plan du voyage décrivant tout le trajet du départ à l'arrivée, prenant en compte les cartes marines à jour et les prévisions météorologiques, doit être élaboré préalablement et mis à jour en temps utile par l'opérateur.</p>
13.6.3	<p>Le plan du voyage doit être établi si possible en définissant les points de passage, caps, vitesses que le drone doit respecter pour garantir la sécurité. En particulier, l'opérateur peut programmer des points de contrôle (ou de rendez-vous) qui permettent de contrôler la progression du drone (notamment pour des drones sous-marins).</p>

13.6.4	En fonction du niveau d'autonomie, lorsque le drone modifie son plan de voyage, l'opérateur doit en être averti si les modifications affectent les points de contrôle préalablement prévus.
13.6.5	En fonction du niveau d'autonomie, lorsque le drone ne peut entrer en contact avec l'opérateur lors des points de contrôle (en cas de défaillance du système de communication par exemple), il doit déclencher une séquence de secours ou d'attente dans l'objectif de permettre une reprise de contrôle par l'opérateur. Plusieurs séquences sont possibles. Par exemple : ralentir jusqu'au point de contrôle suivant, attendre et rester sur la position, à l'arrêt ou en trajectoire circulaire d'attente, retourner au point de contrôle précédent, ... L'opérateur doit pouvoir programmer les séquences de secours lors de la préparation de mission.
13.6.6	La redondance des capteurs de navigation est encouragée pour permettre l'estimation précise des paramètres cinématiques du drone (roulis, lacet, tangage, vitesse, vitesse du courant, accélérations, ...) et lutter contre les défaillances matérielles.

13.7 Sécurité des systèmes d'information et Cybersécurité

13.7.1	La protection des systèmes d'information impliqués dans les fonctions de sécurité d'un drone maritime doit être assurée autant que possible afin de préserver la confidentialité, l'intégrité et la disponibilité des informations. En particulier, il est recommandé de mener une analyse des risques relatifs à la modification des données (par erreur d'une personne autorisée ou par malveillance d'une personne non autorisée), à leur utilisation abusive ou à l'interdiction involontaire de leur accessibilité.
13.7.2	<p>Même si les dispositions de la Directive NIS ne s'appliquent pas aux navires, les fabricants, exploitants et/ou opérateurs doivent conduire des audits et apporter les mesures correctives nécessaires pour assurer une exploitation en toute sécurité. En particulier, sur la base de l'étude des risques cyber, il s'agit de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifier : préciser les rôles du personnel et les responsabilités pour le management des systèmes d'information, et identifier les risques qui pèsent sur les différents éléments du système et peuvent compromettre la sécurité ou les opérations ; par exemple, le risque qu'un tiers accède par erreur au système de contrôle-commande du drone • Protéger : implanter les mesures de protection et de contingence contre les risques identifiés et permettre la continuité des opérations ; par exemple, disposer de mots de passe d'accès contrôlé au système • Détecter : développer et implanter les moyens de détecter un événement cyber en temps utile ; par exemple repérer une nouvelle connexion au système d'information • Répondre : mettre en place les mesures permettant de réagir à l'événement et maintenir les fonctions essentielles du système ; par exemple, bloquer les accès • Recouvrer : mettre en place les mesures de sauvegarde et de restauration du système ; par exemple, disposer d'une version de référence du logiciel pouvant être réinstallée.

Chapitre 14. Mesures de sûreté

14.1.1	Les drones doivent respecter les prescriptions relatives au système d'alerte de sûreté du navire défini au règlement (CE) n° 725/2004 du Parlement européen et du Conseil du 31 mars 2004 relatif à l'amélioration de la sûreté des navires et des installations portuaires, lorsque ces prescriptions sont pertinentes.
14.1.2	Les drones dont la navigation peut représenter un danger pour les autres usagers doivent être équipés d'un dispositif de sûreté prévenant la prise de contrôle par un tiers non autorisé. Par exemple, un système de chiffrement des communications ou un mot de passe pour accès aux commandes peuvent être jugés nécessaires en fonction de la destination du drone maritime.
14.1.3	Les risques relatifs à la sûreté doivent être évalués dans l'analyse des risques préalable aux opérations du drone.
14.1.4	L'opérateur, le chef de mission et l'armateur doivent se prémunir d'une prise de contrôle du système par une personne non autorisée.
14.1.5	Les mesures de sûreté peuvent être adaptées en fonction de la proximité de zones sensibles et de la situation.
14.1.6	L'analyse de risque doit prendre en compte les risques potentiels relatifs à la sûreté. Des exemples peuvent être trouvés dans le document "BUREAU VERITAS NI 641 <i>"Guidelines for Autonomous Shipping"</i> , tel qu'amendé.

Chapitre 15. Prévention de la pollution

15.1.1	<p>Les drones maritimes doivent respecter, lorsqu'elles sont applicables, les dispositions des articles L218-1 et suivants du Code de l'Environnement ainsi que les dispositions de la Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (MARPOL) et de ses annexes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Annexe I – Règles relatives à la prévention de la pollution par les hydrocarbures (entrée en vigueur le 2 octobre 1983) • Annexe II – Règles relatives à la prévention de la pollution par les substances liquides nocives transportées en vrac (entrée en vigueur le 2 octobre 1983) • Annexe III – Règles relatives à la prévention de la pollution par les substances nuisibles transportées par mer en colis (entrée en vigueur le 1er juillet 1992) • Annexe IV – Règles relatives à la prévention de la pollution par les eaux usées des navires (entrée en vigueur le 27 septembre 2003) • Annexe V – Règles relatives à la prévention de la pollution par les ordures des navires (entrée en vigueur le 31 décembre 1988) • Annexe VI – Règles relatives à la prévention de la pollution de l'atmosphère par les navires (entrée en vigueur le 19 mai 2005).
15.1.2	<p>En vue de prévenir la pollution des eaux de la mer, les drones doivent être construits, équipés et exploités de manière à ne rejeter que les effluents autorisés et à conserver à bord les autres effluents.</p>
15.1.3	<p>L'installation et l'utilisation des matières dangereuses, mentionnées à l'annexe I du règlement (UE) n° 1257/2013 du Parlement européen et du Conseil du 20 novembre 2013 relatif au recyclage des navires et modifiant le règlement n° 1013/2006 et la directive 2009/16/CE sur les navires, font l'objet des interdictions et restrictions d'utilisation prévues à cette annexe.</p>

Chapitre 16. Assistance et sauvegarde de la vie en mer

16.1 Cas des navires autonomes

16.1.1	Pour prendre la mer, un navire autonome, en mesure d'embarquer des passagers ou du personnel d'équipage, doit posséder les engins collectifs ou individuels nécessaires pour le sauvetage de toutes les personnes pouvant être éventuellement présentes à bord, dans la limite de la capacité autorisée, que ces personnes soient ou non présentes à l'appareillage du drone.
16.1.2	Les embarcations et radeaux de sauvetage, ainsi que les engins flottants d'un tel navire autonome, doivent être promptement disponibles en cas d'urgence. À cet effet, les conditions suivantes doivent être remplies : <ul style="list-style-type: none"> • Les embarcations, les radeaux de sauvetage et les engins flottants doivent être installés de manière à pouvoir être sûrement et rapidement mis à la mer dans des conditions défavorables d'assiette et de gîte • Il doit être possible d'embarquer dans les embarcations de sauvetage et à bord des radeaux de sauvetage rapidement et en bon ordre • L'installation de chaque embarcation, radeau de sauvetage et engin flottant doit être telle qu'elle ne gêne pas la manœuvre des autres embarcations, radeaux ou engins flottants • Les embarcations sont, autant que possible, réparties également de chaque bord.
16.1.3	Tous les engins de sauvetage doivent être maintenus en bon état de service et prêts à être immédiatement utilisés avant que le drone ne quitte le port et, si des personnes sont embarquées, à tout moment pendant le voyage.
16.1.4	Des consignes concernant l'utilisation des matériels, l'évacuation et l'abandon du navire doivent être affichées à bord. Ces mesures doivent être communiquées à chaque passager préalablement à l'embarquement.
16.1.5	Le système de gestion des passagers doit être conforme aux exigences et règles applicables de la convention SOLAS, en particulier les dispositions du chapitre 3 relatif aux engins et dispositifs de sauvetage.
16.1.6	Les gilets de sauvetage doivent être accessibles pour chaque passager, simples d'utilisation et adaptés aux différentes morphologies en particulier en cas de présence d'enfants.
16.1.7	En cas d'"homme à la mer" une alarme doit être accessible aux passagers à bord (bouton d'urgence) ou doit pouvoir être activée par le passager tombé à la mer (radio ou auto-déclenchement), afin de maintenir le bateau à sa position et alerter les secours (en conformité avec les mesures définies par le capitaine à distance).
16.1.8	Les capteurs du navire autonome doivent être en mesure de détecter la présence d'un radeau de survie ou d'une personne dans l'eau à proximité du bateau (typiquement 200 m) et cette détection doit être reportée à l'opérateur.
16.1.9	Les enfants de moins de 12 ans embarqués à bord d'un drone maritime doivent être accompagnés par un adulte.

16.2 Cas des engins autonomes

16.2.1	Si les capteurs de l'engin autonome sont en mesure de détecter la présence d'un radeau de survie ou d'une personne dans l'eau à proximité de l'engin (typiquement 200 m), cette détection doit être rapportée à l'opérateur qui doit prendre toutes les mesures nécessaires pour leur prêter assistance, dans la mesure des moyens techniques à sa disposition (notamment relayer aux autorités compétentes les informations en sa possession, utiles à la sauvegarde de la vie en mer dans les plus brefs délais).
--------	---

Chapitre 17. Sauvetage et remorquage

17.1 Cas général

17.1.1	Lorsqu'un drone n'est pas en mesure de manœuvrer, l'opérateur doit pouvoir signaler cette limitation, soit par un avis urgent aux navigateurs, soit par un signalement visuel ou sonore approprié.
17.1.2	Tout drone doit disposer d'un dispositif permettant de le remorquer (au minimum un point d'accroche) : <ul style="list-style-type: none">• conçu de façon à réduire au maximum les risques pour le personnel au cours des opérations de remorquage• adapté à l'unité remorquée et ayant une résistance suffisante• adapté aux conditions normales et aux situations d'urgence.

17.2 Cas des navires autonomes

17.2.1	Les navires autonomes doivent disposer au minimum des mêmes équipements de sauvetage et de remorquage que les navires de leur catégorie.
--------	--

Chapitre 18. Maintenance

18.1.1	L'armateur d'un drone maritime doit s'assurer, à tout moment, que les opérations d'entretien et de maintenance sont à jour des préconisations requises par la réglementation et le constructeur.
18.1.2	L'armateur d'un drone maritime impliqué dans un accident de navigation ou cause d'une pollution doit pouvoir justifier de l'entretien régulier et conforme des équipements de navigation et éléments du drone éventuellement mis en cause. En particulier, cette justification peut être établie sur la base du carnet d'entretien et de maintenance du drone maritime.
18.1.3	Un navire autonome est susceptible de n'avoir qu'un personnel d'équipage très limité à bord, voire pas d'équipage embarqué, en particulier pas de personnel pour la maintenance et l'entretien. En conséquence, il doit être conçu pour être robuste aux pannes d'équipements et la redondance est encouragée. L'analyse des risques peut contribuer à une meilleure définition des redondances nécessaires.
18.1.4	La fiabilité du système peut être accrue en introduisant des algorithmes de prédiction et de diagnostic de panne afin d'adapter les opérations de maintenance préventive lors des escales au port. Une maintenance préventive systématique peut aussi être mise en place.
18.1.5	La maintenance du système d'information et les mises à jour du logiciel doivent être mises en place avec du personnel qualifié et autorisé, afin d'éviter toute défaillance. Les mises à jour des bases de données d'environnement (ports, marées, données océaniques, météo, ...) doivent être vérifiées avant chaque voyage si possible.

Chapitre 19. Assurance qualité

19.1.1	<p>Les entreprises concernées par les drones maritimes doivent mettre en place un système de management de la qualité pour l'assurance qualité en conception, développement, production, installation et exploitation des drones maritimes en conformité avec leurs activités. En particulier, il est recommandé de faire référence à la norme EN9100 ou à la norme ISO 9001.</p>
19.1.2	<p>La mise en place d'une assurance qualité logiciel doit garantir les bonnes pratiques en matière de développement, de gestion de configuration et de test des logiciels. Elle peut se baser sur des standards connus et accessibles, tels que, par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>IMO MSC.1/CIRC.1512 " Guidelines on Software Quality Assurance and Human-Centred Design for E-Navigation " - July 2015</i> • <i>ISO 10007:2017 " Quality management systems – Guidelines for Configuration Management " - March 2017</i> • <i>ISO/IEC 90003:2014 " Software engineering - Guidelines for the application of ISO 9001:2008 to computer software " - December 2014</i> • <i>BUREAU VERITAS BV SW 100 " Software Guidelines Development & Assessment " - January 2016.</i>
19.1.3	<p>La mise en place d'une assurance qualité des données doit garantir les bonnes pratiques en matière d'acquisition, d'enregistrement, de mise à jour, d'authentification, d'intégrité et de confidentialité des données. Elle peut se baser sur des standards connus et accessibles, tels que, par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>ISO 8000 " Data quality "</i> • <i>ISO/IEC 10181 " Information technology - Open Systems Interconnection - Security frameworks for open systems ".</i>

Chapitre 20. Responsabilités et assurances

20.1.1	<p>Tout propriétaire ou armateur de drone maritime est encouragé à contracter une police d'assurance adaptée à la couverture de ses risques propres et à tenir son certificat d'assurance disponible pour inspection par les autorités maritimes.</p> <p>En particulier, il doit être en conformité avec la Convention de Nairobi sur l'enlèvement des épaves (2007) qui vise à rendre obligatoire la souscription d'assurances ou de garanties financières par les propriétaires de navires afin de couvrir leur responsabilité au titre de la Convention.</p>
20.1.2	<p>En conformité avec la loi n°2016-816 du 20 juin 2016 - art. 87 et 88, les dommages causés par un engin flottant de surface ou sous-marin, à bord duquel aucune personne n'est embarquée, commandé à partir d'un navire, sont réputés être en relation directe avec la navigation ou l'utilisation du navire si l'engin a été embarqué sur le navire ou remorqué par celui-ci.</p>
20.1.3	<p>L'opérateur ou l'armateur d'un drone maritime immatriculé peut se prévaloir des dispositions de l'article L5121-3 du Code des transports qui prévoit, entre autres choses, que l'armateur et le capitaine d'un navire sont en droit de limiter leur responsabilité si les dommages se sont produits à bord du navire ou s'ils sont en relation directe avec la navigation ou l'utilisation du navire.</p>
20.1.4	<p>Dès lors qu'ils sont immatriculés comme navire, en fonction de leur catégorie d'immatriculation, les navires autonomes sont susceptibles des mêmes dispositions commerciales et assurantielles, et des mêmes contraintes fiscales relatives à la jauge que les navires non autonomes.</p>

Chapitre 21. Essais en mer

21.1.1	<p>De façon générale, dans les phases d'essais et de tests du drone en mer, la personne en charge des essais doit prendre les mesures nécessaires pour assurer la sécurité de la navigation, en particulier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Délimiter la zone d'essais • Informer les navigateurs • Assurer une veille en surface à partir d'un navire et/ou depuis la terre.
21.1.2	<p>Dans les phases d'essais et de tests, en particulier en cas d'occurrence inhabituelle, l'utilisation d'un drone en mer doit faire l'objet d'un avis aux navigateurs invitant les navigateurs à naviguer avec prudence et à s'écarter de la zone durant cette période.</p>
21.1.3	<p>Préalablement à la mise sur le marché ou à la mise en service d'un nouveau modèle de drone maritime, un exemplaire de ce drone maritime doit faire l'objet d'essais et de tests en mer permettant de vérifier sa conformité aux exigences de conception. La préfecture maritime doit être informée de ces essais et la personne en charge des essais doit prendre les mesures nécessaires pour assurer la sécurité de la navigation, en particulier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Délimiter la zone d'essai • Informer les navigateurs • Assurer une veille en surface à partir d'un navire.
21.1.4	<p>Préalablement à la mise sur le marché ou à la mise en service d'un nouveau modèle de drone maritime, un exemplaire de ce drone maritime doit faire l'objet d'essais et de tests en mer devant des représentants de la DAM, afin de s'assurer de la conformité de l'analyse de risques réalisée par le fabricant et/ou l'exploitant. Ces essais doivent intervenir dans une zone autorisée par l'Etat conformément au Chapitre 21.</p>
21.1.5	<p>Pour tout nouveau modèle de drone, ou pour tout drone déjà inspecté par la DAM mais qui aurait subi des modifications substantielles, il est recommandé au fabricant et/ou à l'exploitant de procéder à de nouveaux essais en présence de la DAM, conformément à l'alinéa précédent.</p>
21.1.6	<p>L'utilisateur d'un drone maritime est invité à consulter les organismes et associations spécialisées (par exemple www.seatestbase.com) dans la mise en œuvre des drones maritimes pour sécuriser ses essais et délimiter une zone d'essai. Certaines zones peuvent avoir été préalablement définies par les autorités.</p>
21.1.7	<p>Il est recommandé que soient établies, le long du littoral français, plusieurs zones d'essais officielles (ci-après les « Zones d'Essais Autorisés ») pour les drones.</p>
21.1.8	<p>Pour les drones déjà inspectés par la DAM conformément au Chapitre 21, toute nouvelle sortie d'essais en mer dans les Zones d'Essais Autorisés sera soumise à une déclaration aux autorités publiques compétentes.</p>
21.1.9	<p>En dehors des Zones d'Essais Autorisés, toute sortie d'essais en mer d'un drone est soumise à autorisation des autorités publiques compétentes.</p>
21.1.10	<p>Lors d'essais en mer ou de vérification de service, un personnel technique d'intervention doit pouvoir être à bord ou à proximité du drone.</p>

Chapitre 22. Contrôle des exportations

22.1.1	Avant toute exportation ou transfert temporaire ou définitif à l'étranger d'un drone maritime, il est recommandé au fabricant et/ou à l'exploitant de vérifier auprès des autorités compétentes l'existence de possibles restrictions à l'exportation.
22.1.2	Dans le cas où l'exportation du drone serait soumise à autorisation, le fabricant et/ou à l'exploitant devra faire une demande de licence d'exportation auprès des autorités compétentes et devra se conformer à l'ensemble des conditions figurant sur la licence qui lui sera délivrée.
22.1.3	En cas d'exportation ou de transfert de drone maritime, la personne en charge doit s'assurer que le drone maritime ne comporte pas de composants soumis à restrictions, tels que définis par l'arrêté du 27 juin 2012 (modifié par arrêté du 20 mars 2018) relatif à la liste des matériels de guerre et matériels assimilés soumis à une autorisation préalable d'exportation et des produits liés à la défense soumis à une autorisation préalable de transfert. Le fabricant du drone est tenu de fournir un certificat sur demande.
22.1.4	<p>En particulier, même si le drone maritime est pour usage civil, son transfert ou son exportation peut être soumis à autorisation préalable de l'état si le drone comporte des composants ou technologies soumis à restriction tels que ceux figurant aux catégories :</p> <ul style="list-style-type: none"> • ML9 Navires de guerre (de surface ou sous-marins), matériel naval spécialisé, accessoires, composants et autres navires de surface • ML11 Matériel électronique, « véhicules spatiaux » et composants non visés par ailleurs dans la liste commune des équipements militaires de l'Union européenne, en particulier incluant le matériel de guidage et de navigation, et le matériel de sécurité du traitement des données • ML21 Logiciels spécifiques • ML22 Technologie et documentation technique particulières.
22.1.5	En cas de doute, la personne en charge peut se renseigner auprès du fabricant pour obtenir les certificats nécessaires, en particulier le CECC (<i>Commodity Export Classification Certificate</i>) qui fournit le statut au regard du contrôle des exportations d'un article acheté.
22.1.6	En cas d'exportation, l'attention est attirée sur la nécessité de respecter la législation de certains pays si des technologies employées à bord des drones sont d'origine de ces pays (en particulier pour les technologies en provenance des États-Unis qui peuvent être soumises aux réglementations ITAR ou EAR et interdites de transfert vers certaines destinations).

Chapitre 23. Dispositions particulières aux drones sous-marins

23.1 Cas des navires autonomes sous-marins

23.1.1	Les navires autonomes sous-marins sont soumis aux dispositions relatives aux navires sous-marins de la division 233 de la réglementation maritime française.
--------	--

23.2 Cas des engins autonomes sous-marins

23.2.1	Les mesures pour la mise en œuvre opérationnelle des engins autonomes sous-marins doivent être déterminées en fonction de l'analyse de risque appropriée.
--------	---

Chapitre 24. **Autres dispositions**

24.1 Protection des tiers

24.1.1	Une attention particulière doit être accordée, dans le cadre de l'analyse des risques, à la protection des tiers qui pourraient être confrontés à un drone en cas d'échouage ou de fortune de mer. Il est recommandé de protéger les parties mobiles des hélices et d'équiper le drone d'un coupe-circuit automatique qui permet de couper l'alimentation électrique en cas de sortie de l'eau ou de tentative d'ouverture du compartiment électrique par exemple.
24.1.2	Un marquage approprié indiquant le niveau de danger encouru en cas de tentative de démontage (dégazage, surpression, tension électrique, etc.) ainsi que les coordonnées du propriétaire ou de la personne à contacter est également recommandé.

Chapitre 25. **Glossaire**

25.1.1	<p><i>CECC: Commodity Export Classification Certificate</i></p> <p><i>CMF: Cluster Maritime Français</i></p> <p><i>COLREG: COLLision REGulation, convention on the international regulation for preventing collision at sea</i></p> <p><i>EAR: Export Administration Regulations</i></p> <p><i>EMR: Energies Marines Renouvelables</i></p> <p><i>ITAR: International Traffic in Arms Regulations</i></p> <p><i>MAS: Maritime Autonomous System</i></p> <p><i>MSC: Maritime Safety Committee</i></p> <p><i>MTBF: Mean Time Between Failures</i></p> <p><i>MTBM: Mean Time Between Maintenances</i></p> <p><i>O&G: Oil and Gas</i></p> <p><i>OMI: Organisation Maritime Internationale</i></p> <p><i>REACH: Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals</i></p> <p><i>SARUMS: Safety and Regulations for European Unmanned Maritime Systems</i></p> <p><i>UMS: Universal Measurement System</i></p>
--------	--

Chapitre 26. **Gestion documentaire et mises à jour du « guide des bonnes pratiques »**

26.1.1	Le présent guide de bonnes pratiques est publié par le CMF.
26.1.2	Ce guide est amené à évoluer. La version la plus à jour est disponible sur le site du CMF www.cluster-maritime.fr
26.1.3	Les remarques et suggestions de modifications peuvent être adressées par courrier postal ou par courriel au contact indiqué sur le site web du CMF.

Chapitre 27. Annexes

27.1 Analyse de risques pour l'utilisation d'engins autonomes

27.1.1 Objectifs

L'objectif de la méthode présentée est de permettre une évaluation systématique des risques présentés par l'utilisation des drones maritimes.

Le but de cette évaluation est de permettre un choix éclairé des autorités maritimes de la zone considérée pour autoriser ou non la conduite des opérations.

Les éléments présentés ici ne doivent pas être considérés comme exhaustifs mais comme une base minimale de travail.

27.1.2 Méthode

Les risques que peuvent présenter les drones maritimes sont finalement en nombre relativement limité :

- Le détournement, ou la prise de contrôle intentionnelle du/des drone(s) par un tiers à des fins de vol du système et/ou des données
- Une perte de contrôle, une diminution ou une perte complète de manœuvrabilité, ou encore un non-respect des règles de navigation
- Le risque de pollution (chimique, mécanique, électromagnétique ou sonore) de l'environnement et/ou de système(s) tiers
- Le risque de perte du drone par voie d'eau et/ou échouement (naufrage).

L'analyse des **causes** de ces risques, en considérant le drone dans son environnement de mission, permet de mettre en évidence une notion de **probabilité** d'occurrence du risque (le risque de collision est plus probable dans un chenal d'approche de port qu'en exploration en haute mer). Les risques listés ci-dessus peuvent résulter d'une ou plusieurs des causes suivantes :

- La défaillance du logiciel et/ou des communications. Cette défaillance pouvant être intentionnelle (risque cyber) ou accidentelle
- La panne d'énergie, électronique ou mécanique (défaillance actionneurs, commandes)
- La défaillance structurelle du système (corrosion, rupture structurelle)
- L'incapacité à faire face à son environnement (courant, état de la mer).

L'analyse des causes est détaillée ci-dessous.

L'analyse des **conséquences** des risques, en considérant le type de drone et son environnement, renseigne sur le type de risque maximum et sur la **sévérité** qui peut y être associée (la sévérité d'une collision entre un drone de deux tonnes à 10 nœuds est différente de celle d'un drone de 50 kg à 3 nœuds). Les conséquences identifiées sont :

- Détournement/vol du drone
- Vol des données
- Collision avec un nageur ou une embarcation légère
- Collision avec un navire

- Collision avec une infrastructure/allision
- Détérioration de matériel tiers (appareaux de pêche, mouillages...)
- Gène pour le trafic
- Échouement énergisé (fluide sous pression, électricité)
- Pollution par les hydrocarbures
- Pollution par les constituants des batteries
- Incendie (batteries, hydrocarbures)
- Épave.

27.1.3 Documentation

L'analyse des risques sera résumée dans un tableau comme défini ci-dessous. La notation relative à la probabilité et à la sévérité de chaque conséquence et risque sera traitée dans un document annexe reprenant, a minima les éléments du tableau en annexe 1.

27.1.3.1 Analyse de la zone, des moyens et des opérations

27.1.3.1.1 Analyse de la zone de travail

En se basant sur la cartographie existante ou sur une analyse spécifique de la zone de travail, l'on présentera, sans que cela soit exhaustif :

- La zone des opérations, en la considérant comme suffisamment large pour couvrir tout endroit où le drone pourrait se retrouver du fait d'une mauvaise navigation ou des conditions de mer
- Les conditions météorologiques et océanologiques attendues (courants, vent, vagues, vie marine...)
- Tout danger, obstruction, activité en mer (trafic, pêche, aquaculture, EMR...) ou à terre pouvant interférer avec le fonctionnement ou la mission du drone, en particulier en fonction de l'analyse de risques
- Les zones sensibles, en particulier les espaces à l'environnement fragile ou à forte activité touristique.

À partir de cette base et en fonction de l'analyse de risque, 4 types de zones seront définis :

- La zone de travail prévue (zone de navigation sûre), comportant éventuellement les trajectoires envisagées par le drone
- Une zone de navigation à risques limités dans laquelle le drone pourrait se retrouver suite à une défaillance ou à de mauvaises conditions environnementales, zone ne nécessitant pas d'action immédiate autre qu'une reprogrammation de mission ou prise de contrôle à distance
- Une ou plusieurs zones de récupération immédiate, à risque élevé, où le drone devra être récupéré par des moyens maritimes. Ces zones devront être définies en fonction de la présence ou non de zones interdites pour permettre une récupération manuelle avant l'arrivée du drone en leur sein
- Des zones interdites dans lesquelles le drone ne devra en aucun cas se trouver.

27.1.3.1.2 Analyse des systèmes déployés

Les systèmes déployés seront présentés brièvement en mettant l'accent sur leurs caractéristiques techniques, entre autres :

- Dimension, masse
- Vitesse de croisière, vitesse maximum
- Manœuvrabilité, erre
- Énergie
- Capacité à respecter les règles de navigation, à faire face à des obstacles imprévus
- Tenue à la mer
- Communication.

27.1.3.1.3 Analyse des opérations

Les opérations prévues seront décrites, en précisant les éléments suivants :

- Durée
- Moyens mis en œuvre
- Veille et surveillance humaine
- Capacité de réaction
- Responsabilités et contacts.

27.1.3.2 Analyse des causes :

Ce chapitre présente des pistes pour la documentation et la justification de l'analyse des causes pouvant mener aux risques :

27.1.3.2.1 Défaillance logicielle et communication

27.1.3.2.1.1 Intentionnelle

Le cas de la prise de contrôle intentionnelle par un tiers relève de la sécurité informatique et de celle des télécommunications.

Dans le cas de la sécurité informatique (malware, brèche de mots de passe...), l'opérateur s'assurera de respecter les règles et bonnes pratiques préconisées par les organismes de prévention en cybersécurité : ANSSI (<https://www.ssi.gouv.fr/>) , SISSE (<https://sisse.entreprises.gouv.fr/>).

Dans le cas de la prise de contrôle via le système de communication, les données étant transmises sous forme numérique, le problème relève de la sécurité informatique. Dans ce cas, seront aussi prises en compte les notions de bande de fréquence, de puissance et de contrôle de l'environnement (par exemple : possibilité ou non que des intrus puissent émettre/recevoir dans la zone).

27.1.3.2.1.2 Accidentelle

Les défaillances accidentelles peuvent avoir des causes multiples. Pour évaluer leur probabilité, les éléments suivants pourront être pris en compte :

- Nombre d'heures de navigation du système avant utilisation (incluant les essais)
- Expérience de l'opérateur et du constructeur du système
- Complexité de l'environnement en regard des capteurs sur le drone (possibilité de situation inattendue)
- Présence ou non de perturbateurs locaux ou de masques (en particulier électromagnétiques).

27.1.3.2.2 Panne d'énergie, électronique ou mécanique

Une panne technique peut, elle aussi, avoir des causes multiples. Une justification de la probabilité choisie pourra être proposée en considérant les éléments suivants :

- Nombre d'heures de navigation du système avant utilisation (incluant les essais)
- Expérience de l'opérateur et du constructeur du système
- Caractéristiques de la zone (solicitation du système, biofooling...)
- Caractéristiques des opérations en regard des performances du drone (en particulier autonomie / durée-vitesse)
- Données sur la maintenance du système
- Données techniques du constructeur de drone, en particulier MTBF et MTBM.

27.1.3.2.3 Défaillance structurelle

Une défaillance structurelle peut résulter d'une faiblesse de la structure (fatigue, surcharge, chocs...) ou de problèmes de matériaux (température, corrosion, reprise d'humidité).

La discussion portera alors sur le contrôle et la maintenance du système et sur les limitations formulées par le fabricant, comprenant entre autres :

- Rapport d'inspection de début/fin de mission
- Historique du drone (zone de déploiement, réparations...)
- Caractéristiques climatiques attendues (températures, état de mer...)
- Moyens de manutentions et de stockages prévus
- Données techniques du fabricant (en particulier limites de fonctionnement).

27.1.3.2.4 Incapacité à faire face à l'environnement

Dans certains cas, le drone peut rencontrer des conditions naturelles dépassant ou limitant ses capacités d'action. La probabilité de rencontre de ces conditions peut être discutée, entre autres à partir des éléments suivants :

- « Pilot chart » ou prévisions climatiques et océanographiques de la zone
- Modèles de courants, marées
- Présence de flore (algues...) ou de faune (crustacés...) pouvant perturber le fonctionnement du système.

27.1.3.3 Analyses des conséquences

Les conséquences des risques dépendent des systèmes mis en œuvre et de l'environnement dans lequel ceux-ci évoluent. L'évaluation de ces risques sera discutée en s'appuyant sur des éléments factuels. La liste ci-dessous n'est bien sûr pas exhaustive.

27.1.3.3.1 Détournement / vol du drone

Les drones peuvent être ciblés par des actes de malveillance visant à gêner ou arrêter les opérations, s'emparer de la technologie ou des données du drone. Les conséquences d'un tel détournement peuvent être évaluées à partir de :

- L'analyse de la situation géopolitique et économique de la région d'opération
- L'analyse de l'exposition de l'opérateur, du client ou d'un acteur dans la zone d'opération à des risques cybers, d'interception (terrorisme, activisme, concurrence...)
- Les capacités techniques du drone (chiffrement, arrêt d'urgence...)
- La veille du drone et les moyens de réaction associés.

27.1.3.3.2 Vol des données

Les drones peuvent être utilisés pour le recueil de données, parfois extrêmement sensibles (détection d'objets enfouis, exploration pétrolière, gazière et minière...). Le vol des données acquises peut être extrêmement préjudiciable à la compagnie opératrice et à son client. Les conséquences de ces vols peuvent être estimés à partir de :

- L'analyse de la situation géopolitique et économique de la région d'opération
- L'analyse de l'exposition de l'opérateur, du client ou d'un acteur dans la zone d'opération à des risques cybers et d'interception (terrorisme, activisme, concurrence...)
- Les capacités techniques du drone (chiffrement des données, transmission temps réel, arrêt d'urgence...).

27.1.3.3.3 Collision avec un nageur

L'un des avantages des drones est de pouvoir opérer dans des zones à risque, sans risquer de perdre ou d'endommager un navire. De telles zones peuvent se trouver proches du rivage et donc de potentiels nageurs ou embarcations légères : il est donc important de se renseigner sur :

- L'activité touristique, de pêche et de plongée et la localisation des zones critiques
- Les performances du drone (masse, vitesse, capacité de détection)
- La veille du drone et les moyens de réaction associés.

27.1.3.3.4 Collision avec un navire

Le drone pouvant entrer en collision avec un navire et lui causer des avaries, le trafic et le type de navire fréquentant la zone devront être pris en compte. Les paramètres pertinents seraient :

- Cartographie du trafic maritime, présence de chenaux d'accès, de mouillage, d'activités portuaire, de pêche, de plaisance ou liées à une exploitation des ressources marines (O&G, EMR, aquaculture), etc.
- Conditions climatiques et météorologiques, en particulier vents et courants attendus dans la zone
- Performances du drone (masse, vitesse, détectabilité et capacité de détection)
- La veille du drone et les moyens de réaction associés.

27.1.3.3.5 Collision avec une infrastructure / allision

Certains drones ont une masse et peuvent atteindre une vitesse suffisante pour causer des dommages aux infrastructures en mer. Dans ces cas de figure, on évaluera le risque en fonction des éléments suivants :

- Performances du drone (masse, vitesse, détectabilité et capacité de détection)
- Présence et types d'obstructions dans la zone d'évolution et dans la zone de navigation possible
- La veille du drone et les moyens de réaction associés.

27.1.3.3.6 Dommage aux installations temporaires de tiers (appareaux de pêche, mouillages...)

Certaines installations temporaires en mer, comme par exemple les appareaux de pêche, peuvent être difficiles à détecter et à prévoir en tant qu'obstructions potentielles. L'analyse de risque et la discussion devront donc au moins considérer :

- L'analyse de l'activité temporaire sur la zone (pêche, aquaculture, mouillages...)
- Une prise de contact avec les tiers concernés (pêcheurs, communes...)
- Les caractéristiques techniques du drone (tirant d'eau, protection d'hélice...).

27.1.3.3.7 Gêne pour le trafic

Un drone en déplacement ou à l'arrêt peut présenter une gêne pour le trafic maritime, en particulier si celui-ci est dense ou si le drone est peu visible. Les éléments suivants devront être considérés :

- Cartographie du trafic maritime, présence de chenaux d'accès, de mouillage, d'activités portuaire, de pêche, de plaisance ou liées à une exploitation des ressources marines (O&G, EMR, aquaculture, etc.)
- Conditions météorologiques et océanologiques attendues (vent, vagues, courant)
- Caractéristiques du drone : tirant d'air, couleur, vitesse, capacité de manœuvre, etc.
- La veille du drone et les moyens de réaction associés.

27.1.3.3.8 Échouement énergisé, avec fluides sous pression, batteries

Un drone échoué ou à la dérive peut présenter un risque important pour les personnes qui chercheraient à le déplacer ou à l'ouvrir. Il faudra donc étudier le risque en considérant :

- Le type et la quantité d'énergie restant stockée dans le drone, la durée du stockage en cas de panne
- Les moyens permettant de signaler la présence de cette énergie, d'éviter l'activation inattendue des actionneurs ou de relâcher cette énergie
- La veille du drone et les moyens de réaction associés.

27.1.3.3.9 Pollution gasoil/liquide hydraulique

En cas de défaillance structurelle, par exemple, le drone peut libérer des hydrocarbures à la mer. Pour évaluer la sévérité de ce risque, les points suivants devront être examinés :

- Type et quantité d'hydrocarbures embarqués
- Mesures prises pour le stockage, le transfert et l'utilisation de ces fluides
- Sensibilité de l'environnement autour de la zone de travail
- Capacité de réaction en cas de libération d'hydrocarbures (ou autres polluants).

27.1.3.3.10 Pollution liée à la composition des batteries

De l'eau en contact avec les batteries peut mener à une dispersion d'éléments chimiques divers en mer, dont certains présentent une toxicité importante. Devront donc être considérés :

- Types et quantités de batteries embarquées
- Mesures structurelles prises pour éviter la mise en contact de l'eau de mer avec ces éléments
- Sensibilité de l'environnement autour de la zone de travail
- Capacité de récupération rapide des éléments perdus.

27.1.3.3.11 Incendie (batteries + gasoil)

La combinaison du risque électrique lié aux batteries et de la présence de carburant (par exemple du gasoil, présent dans le drone ou sur la zone de travail) peut mener à des incendies importants. Ce risque sera évalué en regard des éléments suivants :

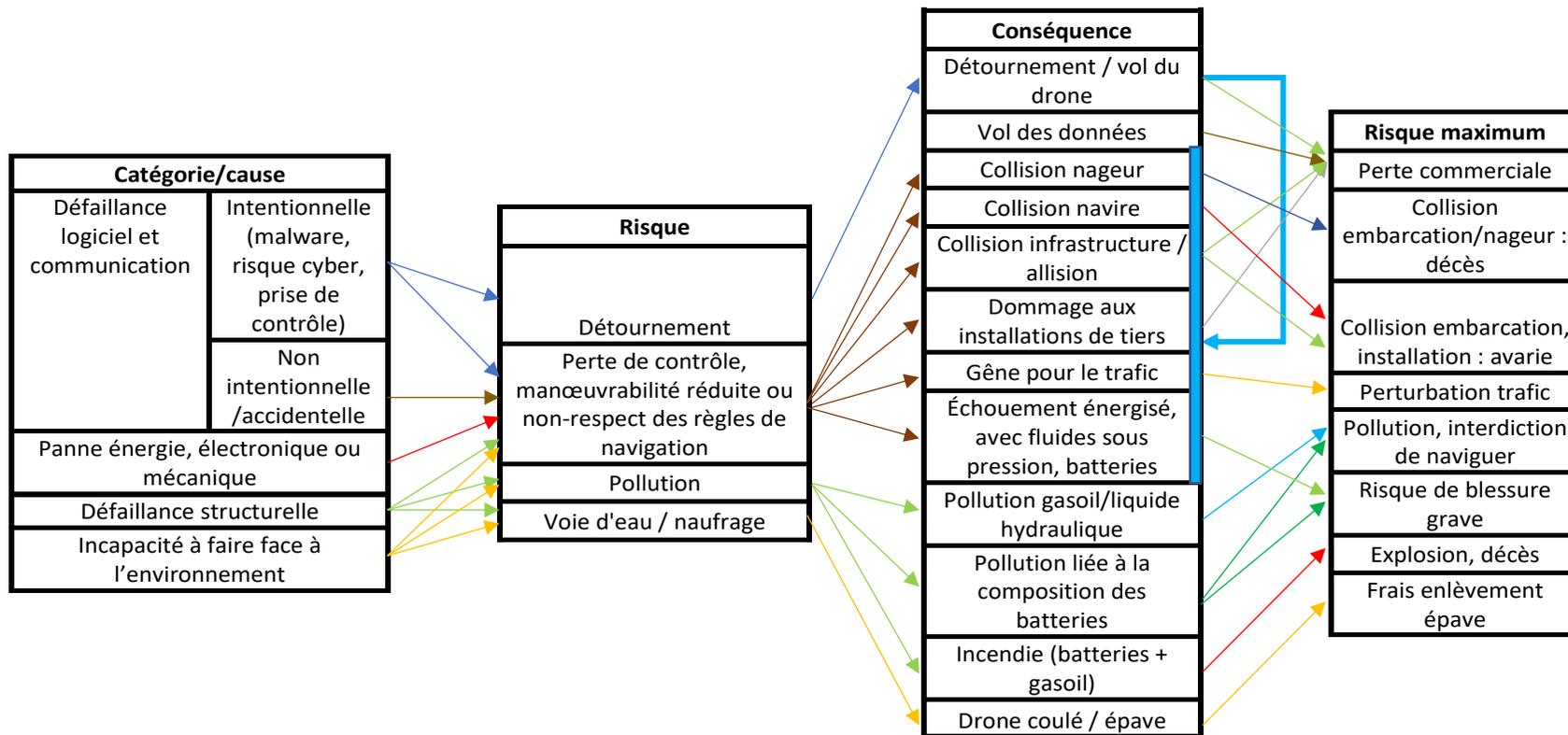
- Quantités de batteries dans le drone, solutions techniques envisagées en cas de court-circuit ou de feu de batteries (li-Ion)
- Quantité de gasoil dans le drone et dans la zone (dépôts à la surface de l'eau, stockage sur la berge...) ; confinement de celui-ci (si moyen existant)
- Sensibilité de l'environnement à l'incendie
- Capacité de réaction en cas de démarrage de feu.

27.1.3.3.12 Drone coulé / épave

Un drone coulé et considéré comme une épave peut présenter des risques à plus ou moins long terme. On évaluera donc la capacité à éviter l'apparition d'épave ou à récupérer le drone en considérant les éléments suivants :

- Solutions techniques mises en œuvre pour maintenir le drone à la surface (insubmersibilité), masses largables, parachutes/bouées gonflables
- Bathymétrie de la zone (courants, vagues, etc.)
- Trafic maritime.

27.1.4 Diagramme d'enchaînement Cause/Risque/Conséquence



27.1.5 Analyse des risques

Risque maximum	Analyse des causes	Analyse des conséquences	Sévérité maximum (S)	Probabilité (P)	Risque (SxP)	Proposition de correction
Perte commerciale	<ul style="list-style-type: none"> Défaillance logicielle et communication Panne d'énergie, électronique ou mécanique Défaillance structurelle Incapacité à faire face à l'environnement 	<ul style="list-style-type: none"> Détournement, vol drone ou données Collision infrastructure/navire Dompage aux installations de tiers 			0	
Collision embarcation/nageur : décès	<ul style="list-style-type: none"> Panne d'énergie, électronique ou mécanique Défaillance structurelle Incapacité à faire face à l'environnement 	<ul style="list-style-type: none"> Collision nageur, embarcation légère 			0	
Collision embarcation, installation : avarie	<ul style="list-style-type: none"> Défaillance logicielle et communication Panne d'énergie, électronique ou mécanique Défaillance structurelle Incapacité à faire face à l'environnement 	<ul style="list-style-type: none"> Collision infrastructure/navire 			0	
Perturbation trafic	<ul style="list-style-type: none"> Défaillance logicielle et communication Panne d'énergie, électronique ou mécanique Défaillance structurelle Incapacité à faire face à l'environnement 	<ul style="list-style-type: none"> Gêne pour le trafic 			0	
Pollution, interdiction de naviguer	<ul style="list-style-type: none"> Défaillance structurelle Incapacité à faire face à l'environnement 	<ul style="list-style-type: none"> Pollution gasoil/batteries 			0	
Risque de blessure grave	<ul style="list-style-type: none"> Défaillance logicielle et communication Panne d'énergie, électronique ou mécanique Défaillance structurelle Incapacité à faire face à l'environnement 	<ul style="list-style-type: none"> Échouement énergisé sous pression Pollution batteries 			0	
Explosion, décès	<ul style="list-style-type: none"> Défaillance structurelle Incapacité à faire face à l'environnement 	<ul style="list-style-type: none"> Incendie 			0	
Frais enlèvement épave		<ul style="list-style-type: none"> Drone coulé/épave 			0	

27.1.6 Matrice des risques (exemple)

Insignifiant	Pas d'action requise	Probabilité		1	2	3	4	5
		Globale	Historique	Très peu probable	Peu probable	Possible	Probable	Très probable
Jaune	Surveillance locale et amélioration continue	Descriptive	Jamais arrivé dans l'histoire de l'industrie	Est déjà survenu dans l'histoire de l'industrie	Est survenu lors d'opérations similaires	Survient à peu près une fois par an dans des opérations similaires	Survient à peu près une fois par mois dans des opérations similaires	
Orange	Surveillance permanente et mesure de limitation des risques		Une conjonction anormale de facteur doit se produire	Une conjonction peu probable doit se produire	Peut arriver quand des facteurs spécifiques interviennent mais autrement peu probable	Peut survenir régulièrement mais en cas de facteur aggravant, peut mener à un accident	Il est quasiment inévitable qu'un accident arrive	
Rouge	Considérer des alternatives, sinon, mesures lourdes de réduction des risques							
Sévérité	Personne	Environnement	Matériel					
0	Pas d'impact sur la santé/ pas de blessure	Pas d'effet notable	Pas de dommage notable					
1	Léger impact sur la santé / blessure sans arrêt de travail	Léger impact	Léger dommage					
2	Faible impact sur la santé, blessure légère (arrêt de travail)	Faible impact	Dommage mineur					
3	Impact important sur la santé, blessure grave (arrêt de plusieurs jours)	Impact local	Dommage local					
4	Décès d'une personne, incapacité permanente	Impact majeur	Dommage majeur					
5	Décès multiples	Impact massif	Dommage étendu					

27.2 Documents applicables

DIRECTIVE 2016/1148 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 6 juillet 2016 concernant les mesures destinées à assurer un niveau élevé commun de sécurité des réseaux et des systèmes d'information de l'Union
DIRECTIVE 2014/90/UE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 23 juillet 2014 relative aux équipements marins et abrogeant la directive 96/98/CE du Conseil
DIRECTIVE 2014/35/UE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 26 février 2014 relative à l'harmonisation des législations des États membres concernant la mise à disposition sur le marché du matériel électrique destiné à être employé dans certaines limites de tension
DIRECTIVE 2014/30/UE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 26 février 2014 relative à l'harmonisation des législations des États membres concernant la compatibilité électromagnétique (refonte)
DIRECTIVE 2006/42/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 17 mai 2006 relative aux machines et modifiant la directive 95/16/CE (refonte)
DIRECTIVE 2013/53/UE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 20 novembre 2013 relative aux bateaux de plaisance et aux véhicules nautiques à moteur et abrogeant la directive 94/25/CE
DIRECTIVE 1999/5/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 9 mars 1999 concernant les équipements hertziens et les équipements terminaux de télécommunications et la reconnaissance mutuelle de leur conformité
DIRECTIVE 2014/53/UE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 16 avril 2014 relative à l'harmonisation des législations des États membres concernant la mise à disposition sur le marché d'équipements radioélectriques et abrogeant la directive 1999/5/CE
RÈGLEMENT (CE) No 1907/2006 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH).
RÈGLEMENT (UE) N o 1257/2013 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 20 novembre 2013 relatif au recyclage des navires et modifiant le règlement (CE) n o 1013/2006 et la directive 2009/16/CE
RÈGLEMENT (CE) No 725/2004 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 31 mars 2004 relatif à l'amélioration de la sûreté des navires et des installations portuaires
DIRECTIVE 2011/65/UE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 8 juin 2011 relative à la limitation de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques (RoHS2)
<i>Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea (COLREGs 1972 telle qu'amendée)</i>
<i>International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS 01/01/2012 1974 + protocoles 1978 & 1988 tels qu'amendés)</i>
<i>International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL 2011 1973 + protocoles 1978 & 1997 tels qu'amendés)</i>
<i>ISO/IEC 61508 Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety-Related systems</i>

La réglementation maritime française :

- Loi n°2019-1428 du 24 décembre 2019 d'Orientation des mobilités – article 135
- Loi n°2016-816 du 20 juin 2016 pour l'économie bleue – article 87
- Les différentes divisions telles qu'amendées du règlement sur la sécurité des navires réparti en 7 volumes suivants :

Volume 1 : Dispositions générales comprenant :

- Livre 1er - Dispositions générales (incluant les divisions 110 à 180)
- Livre 2e - Dispositions techniques relatives aux navires (incluant les divisions 190 à 219)

Volume 2 : Navires à passagers effectuant des voyages internationaux et navires de charge de jauge brute supérieure à 500

Comportant les divisions 221 et 230

Volume 3 : Navires à passagers effectuant des voyages nationaux et navires de charge de jauge brute inférieure à 500 et navires d'un type particulier

Comportant :

- Division 222 - Navires de charge de jauge brute inférieure à 500
- Divisions 223 223B et 223C - Navires à passagers effectuant des voyages nationaux
- Navires d'un type particulier qui se détaillent dans les divisions suivantes :
- Division 231 - Engins de dragage et engins porteurs de déblais
- Division 232 - Unités mobiles de forage au large
- Division 233 - Navires sous-marins
- Division 234 - Navires spéciaux
- Division 235 - Navires ravitailleurs et de servitude au large

Volume 4 : Navires de plaisance

Comportant :

- Division 240 - Règles de sécurité applicables à la navigation de plaisance en mer sur des embarcations de longueur inférieure ou égale à 24 m
- Division 241 - Navires de plaisance à utilisation commerciale de longueur de coque inférieure ou égale à 24 mètres.
- Division 242 - Navires de longueur de coque supérieure à 24 mètres et de jauge brute inférieure à 3000 (grande plaisance ou grands yachts)
- Division 243 - Navires de plaisance destinés à la compétition ou expérimentaux
- Division 244 - Navires de plaisance traditionnels
- Division 245 - Référentiel technique des navires de plaisance exclus du marquage CE de longueur de coque inférieure ou égale à 24 m

Volume 5 : Navires de pêche

Comportant les divisions 226, 227, 228 et 230

Volume 6 : Équipements marins - cargaisons

- Livre 3e - Règles d'approbation des équipements marins (incluant les divisions 310 à 361)
- Livre 4e - Dispositions relatives à la cargaison (incluant les divisions 410 à 431)

Volume 7 : Compléments

Comprenant la division 500 relative aux équivalences et interprétations.

27.3 Documents de références

ANSSI " Best Practices for CyberSecurity On-board Ships " - October 2016

BUREAU VERITAS BV SW 100 " Software Guidelines Development & Assessment " - January 2016

BUREAU VERITAS BV SW 200 " Cybersecurity Guidelines for Software Development & Assessment " - June 2017

<i>BUREAU VERITAS NI 525 DT R01 E " Risk Based Qualification of New Technology - Methodological Guidelines " - 2020</i>
<i>BUREAU VERITAS NI 641 DT R01 E " Guidelines for Autonomous Shipping " - October 2019</i>
<i>BUREAU VERITAS NR 467 " Rules for the Classification of Steel Ships " - January 2020</i>
<i>BUREAU VERITAS NR 483 " Rules for the Classification of Naval Ships " - June 2017</i>
<i>BUREAU VERITAS NR 535 DT R00 E " Rules for the Classification of Naval Submarines " - September 2016</i>
<i>BUREAU VERITAS NR 566 DT R02 E " Hull Arrangement, Stability and Systems for Ships less than 500 GT " - July 2018</i>
<i>BUREAU VERITAS NR 600 DT R03 E " Hull Structure and Arrangement for the Classification of Cargo Ships less than 65 m and Non Cargo Ships less than 90 m " - November 2018</i>
<i>BUREAU VERITAS NR 642 DT R00 E " Cybersecurity Requirements for Products to be Installed On-Board Naval Ships " - July 2018</i>
<i>BUREAU VERITAS NR 659 DT R00 E " Rules on Cyber Security " - December 2018 + errata December 2019</i>
<i>CLASSNK " Guidelines for Automated/Autonomous Operation on ships (Ver.1.0) " - January 2020</i>
<i>CONSEIL GÉNÉRAL DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE INSPECTION GÉNÉRALE DES AFFAIRES MARITIMES Rapport n° 007953-01 " La protection des mammifères marins des eaux sous compétences juridictionnelles françaises " - Août 2013</i>
<i>DEF STAN 00-56 " Safety Management Requirements for Defence Systems "</i>
<i>DNV GL Class Guideline DNVGL-CG-0264 " Autonomous and remotely operated ships " - September 2018</i>
<i>IMO A.1021(26) " Code on Alerts and Indicators " - December 2009</i>
<i>IMO MSC.1/CIRC.1512 " Guidelines on Software Quality Assurance and Human-Centred Design for E-Navigation " - July 2015</i>
<i>IMO MSC.1/CIRC.1604 " Interim Guidelines for Mass Trials " - June 2019</i>
<i>IMO MSC-FAL.1/CIRC.3 " Guidelines on Maritime Cyber Risk Management " - July 2017</i>
<i>ISO 10007:2017 " Quality management systems – Guidelines for Configuration Management " - March 2017</i>
<i>ISO 2412:1982 " Shipbuilding - Colours of indicator lights " - November 1982</i>
<i>ISO 8000 " Data quality "</i>
<i>ISO 8468:2007 " Ships and marine technology - Ship's bridge layout and associated equipment – Requirements and guidelines " - July 2007</i>
<i>ISO 9241-210:2010 " Ergonomics of human-system interaction - Part 210: Human-centred design for interactive systems " - March 2010</i>
<i>ISO/IEC 10181 " Information technology - Open Systems Interconnection - Security frameworks for open systems "</i>
<i>ISO/IEC 15408 " Information technology - Security techniques - Evaluation criteria for IT security "</i>
<i>ISO/IEC 27001:2013 " Information technology - Security techniques - Information security management systems - Requirements " - October 2013</i>
<i>ISO/IEC 90003:2014 " Software engineering - Guidelines for the application of ISO 9001:2008 to computer software " - December 2014</i>
<i>ISO/IEC/IEEE 12207:2017 " Systems and software engineering - Software life cycle processes " - November 2017</i>
<i>ISO/IEC/IEEE 15288:2015 " Systems and software engineering - System life cycle processes " - May 2015</i>
<i>LLOYD'S REGISTER " LR Code for Unmanned Marine Systems " - February 2017</i>

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY (NIST) Version 1.1 " Framework for Improving Critical Infrastructure Cybersecurity " - April 2018

SARUMS " Best Practice Guide for Unmanned Maritime Systems Handling, Operations, Design and Regulations " - 2015

UK MARINE Voluntary Code Version 3 " Maritime Autonomous Surface Ships (MASS) UK Industry Conduct Principles and Code of Practice " - November 2019

Ou tout autre document qu'il peut tenir disponible.



GUIDE DE BONNES PRATIQUES RELATIVES AUX DRONES MARITIMES