

## INFRASTRUCTURES, TRANSPORTS ET MER

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT,  
DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER,  
EN CHARGE DES RELATIONS INTERNATIONALES  
SUR LE CLIMAT

*Direction générale des infrastructures,  
des transports et de la mer*

*Direction des affaires maritimes*

*Sous-direction de la sécurité maritime*

### **Note technique du 11 juillet 2016 relative aux mesures de sécurité maritime applicables à la planification d'un champ éolien en mer**

NOR : DEVT1613199N

(Texte non paru au *Journal officiel*)

*Date de mise en application* : immédiate.

*Résumé* : cette note définit les recommandations liées à la sécurité maritime contribuant à la définition des zones propices à l'installation d'éoliennes en mer, et pour l'instruction des projets de champs éoliens en mer.

*Catégorie* : directive adressée par le ministre de l'environnement, de l'énergie et de la mer aux services chargés de leur application.

*Domaine* : écologie, développement durable.

*Type* : instruction aux services déconcentrés.

*Mots clés liste fermée* : Énergie\_Environnement ; Sécurité.

*Mots clés libres* : sécurité maritime – éoliennes – mer.

*Références* :

- Convention des Nations unies sur le droit de la mer (UNCLOS) ;
- Règlement international pour prévenir les abordages en mer de 1972 (COLREG 1972) ;
- Résolution A.572 (14) du 20 novembre 1985 relative aux dispositions générales sur l'organisation du trafic maritime ;
- Résolution A.671(16) du 19 novembre 1988 relatives aux zones de sécurité de la navigation autour des installations et des ouvrages du large ;
- Résolution MSC.137(76) du 4 décembre 2002 sur les normes de manœuvrabilité des navires ;
- Circulaire MSC/Circ.1023-MEPC/Circ.392 du 5 avril 2002 relative aux directives pour l'évaluation formelle de la sécurité ;
- Circulaire MSC/Circ 1053 du 16 décembre 2002 relative aux notes explicatives sur les normes minimales pour la manœuvrabilité des navires ;
- Circulaire SN.1/circ.295 du 7 décembre 2010 portant directive sur les zones de sécurité et la sécurité de la navigation autour des installations et des ouvrages du large ;
- Circulaire SN.1/circ.297 du 7 décembre 2010 relative au système de balisage maritime AISM-IALA ;
- Recommandation AISM-IALA O-139 de décembre 2013 sur la signalisation des structures artificielles en mer ;
- Directive 2014/89/UE du Parlement européen et du Conseil du 23 juillet 2014 établissant un cadre pour la planification de l'espace maritime ;

Décret n° 2004-112 du 6 février 2004 relatif à l'organisation de l'action de l'État en mer ;  
Décret n° 2011-2108 du 30 décembre 2011 portant organisation de la surveillance de la navigation maritime ;  
Circulaire « radar » conjointe MINDEF/MEDDE du 3 mars 2008 relative aux perturbations par les aérogénérateurs du fonctionnement des radars fixes de l'aviation civile, de la défense nationale, de Météo-France et des ports et navigation maritime et fluviale (PNM) ;  
Lettre-cadre n° 1703 SGMER du 23 octobre 2013 relatif au développement de l'éolien en mer en cohérence avec les exigences de la sécurité et de la sûreté maritimes ;  
Étude CEREMA du 18 juin 2015 portant recommandations relatives aux mesures de sécurité maritime à intégrer dans la planification d'un parc éolien en mer.

**Annexes :**

- Annexe 1. – Prescriptions relatives aux distances minimales de sécurité entre routes de navigation maritime et champs éoliens offshore.
- Annexe 2. – Évaluation formelle de sécurité.
- Annexe 3. – Définition des caractères techniques du balisage.
- Annexe 4. – Spécifications techniques d'une station VHF d'appoint déployée dans un parc éolien.

**Publication :** *Bulletin officiel* du ministère ; [circulaires.legifrance.gouv.fr](http://circulaires.legifrance.gouv.fr).

*La ministre de l'environnement, de l'énergie et de la mer, chargée des relations internationales sur le climat, au ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer (direction générale des infrastructures, des transports et de la mer [DGITM]; direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature [DGALN]; direction générale de l'énergie et du climat [DGEC]; direction des pêches maritimes et de l'aquaculture [DPMA]; direction des affaires maritimes [DAM]; centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement [CEREMA]); au secrétariat général de la mer; aux préfets de région (direction interrégionale de la mer [DIRM]; direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement [DREAL]; direction de la mer [DM]); aux préfets de département (direction départementale des territoires et de la mer [DDTM]; direction des territoires, de l'alimentation et de la mer [DTAM]); aux préfets maritimes; aux préfets de département, délégués du Gouvernement pour l'action de l'État en mer (DDG AEM) (pour exécution); au secrétariat général du Gouvernement; au secrétariat général du MEEM et du MLHD; au ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer (Conseil général de l'environnement et du développement durable [CGEDD]; inspection générale des affaires maritimes [IGAM]; centre ministériel de veille opérationnelle et d'alerte [CMVOA]); au ministère de la défense (état-major de la marine); au ministère de l'intérieur (direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises [DGSCGC]) (pour information).*

GLOSSAIRE

- AIS : Automatic identification system/Système d'identification automatique ;
- AISM : Association internationale de signalisation maritime ;
- ALARP : As low as reasonably practicable/Aussi faible que cela est raisonnablement possible ;
- AOT : Autorisation d'occupation temporaire ;
- APRA : Aide au pointage radar automatique ;
- ASN : Appel sélectif numérique ;
- AtoN : Aid to navigation/Aide à la navigation ;
- CEREMA : Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement ;
- CETMEF : Centre d'études techniques maritimes et fluviales ;

CROSS	: Centre régional opérationnel de surveillance et de sauvetage;
CMS	: Création, modification et suppression;
CND	: Coordonnateur national délégué;
COM	: Centre des opérations maritimes;
DAM	: Direction des affaires maritimes;
DGPS	: Differential global positioning system/Système mondial de localisation différentiel;
DGAC	: Direction générale de l'aviation civile;
DIRM	: Direction interrégionale de la mer;
DM	: Direction de la mer;
DST	: Dispositif de séparation du trafic;
DTAM	: Direction des territoires, de l'alimentation et de la mer;
GCN	: Grande commission nautique;
GNSS	: Global navigation satellite system;
GPS	: Global positioning system/Système mondial de localisation
MSC	: Maritime safety committee/Comité de la sécurité maritime;
M	: Mille marin;
RIPAM	: Règlement international pour prévenir les abordages en mer;
SDSL	: Symmetric digital subscriber line/Ligne d'abonné numérique à débit symétrique;
SG Mer	: Secrétariat général de la mer;
SHOM	: Service hydrographique et océanographique de la marine;
SMSDM	: Système mondial de détresse et de sécurité en mer;
SPI	: Structure périphérique intermédiaire;
SPS	: Structure périphérique significative;
STM	: Service de trafic maritime;
VHF	: Very high frequency/Très haute fréquence;
VPN	: Virtual private network/Réseau privé virtuel;
ZMFR	: Zone maritime et fluviale de régulation.

## 1. Contexte et objet de la note

### 1.1. Contexte

Les politiques publiques de planification de l'espace maritime et de programmation pluriannuelle de l'énergie exigent une analyse circonstanciée et la définition d'un cadre relatif aux dispositions de sécurité en mer.

L'implantation en mer d'une activité nouvelle, doit impérativement tenir compte des sujétions du transport maritime lorsque cette zone ou ce secteur comporte une route de navigation, que celle-ci soit libre ou inscrite dans des voies de circulation obligatoire. En effet, il convient de connaître les sujétions propres au navire et à son environnement, à savoir en particulier:

- la nécessité de disposer d'un espace de manœuvre suffisant pour éviter les abordages et permettre le respect des règles de navigation imposées par le Règlement international pour prévenir les abordages en mer (RIPAM). La définition de cet espace doit prendre en compte la densité et la nature du trafic maritime, la réduction de la visibilité, la présence de navires de pêches et de plaisance;
- les caractéristiques des navires notamment les distances d'arrêt, le rayon de giration, l'enfoncement dynamique (squat), etc;
- la nécessité, en cas de mauvais temps de pouvoir se mettre à l'abri de la côte dans un mouillage d'attente;

- les interférences radioélectriques, engendrées par les champs éoliens maritimes qui impactent les systèmes de radionavigation, tel que le radar, et de radiocommunications, en particulier la VHF;
- les écarts de route dus à des circonstances exceptionnelles ou des cas de force majeure (avarie de barre, évacuation médicale, panne moteur);
- les capacités de manœuvre restreintes en raison notamment d'un fort tirant d'eau, du transfert d'un pilote, d'une opération de transbordement ou d'un remorquage;
- la spécificité géographique, la courantologie et l'hydrographie de la zone;
- la nature de la cargaison transportée;
- la nécessité, pour les moyens de sauvetage et les navires d'assistance, d'accéder à la zone considérée en cas de détresse ou d'événement de mer;
- le niveau de vigilance et d'alerte du navire (présence d'un pilote ou dispositions de mouillage prêtes);

### 1.2. *Objet*

La présente note définit les mesures de sécurité maritime à appliquer lors des phases de définition des zones propices à l'installation de champs éoliens en mer ainsi que lors de l'instruction des projets développés par les opérateurs. Elle permet à l'autorité maritime, de définir des dispositions visant à garantir la sécurité de la circulation maritime à proximité des installations d'un champ éolien en mer, flottant ou posé.

La note concerne prioritairement les navires d'une jauge brute supérieure ou égale à 300, au sens du décret n° 2011-2108 portant organisation de la surveillance de la navigation maritime, à l'exclusion du trafic dédié à l'installation, l'exploitation et au démantèlement du champ éolien.

Toutefois, les recommandations relatives à l'usage du radar et de la radio VHF sont également pertinentes pour tous les autres navires.

Les mesures définies par la présente note sont relatives :

- à la distance de sécurité entre les installations et les zones de trafic maritime;
- aux aides à la navigation à travers la signalisation maritime et les dispositifs de surveillance et de sauvetage maritime.

Toutefois, la note n'a pas pour objet de définir les dispositions relatives à l'organisation de la recherche et du sauvetage dans et aux abords du champ éolien, ni encadrer les mesures qui ont trait aux activités à l'intérieur du champ éolien.

## 2. **La navigation maritime: distance de sécurité minimum entre un champ éolien et le trafic maritime**

Au sens de la présente note, l'emprise d'un champ éolien comprend, outre les limites de l'auto-risation d'occupation sur le domaine public maritime, la zone périphérique destinée à la protection du site :

- définie par le préfet maritime dans les eaux territoriales et intérieures;
- conforme à l'article 60 point 5 de la convention des Nations Unies sur le droit de la mer, dans la zone économique exclusive (500 mètres).

### 2.1. *La distance minimale pour arrêter un navire*

La résolution MSC.137(76) et la circulaire MSC/Circ 1053 définissent des normes minimales de manœuvrabilité des navires. Ces normes se fondent sur deux situations :

- le navire est en « route libre » : le navire fait route avec ses machines délivrant une puissance correspondant à environ 80 % de leur puissance maximum;
- le navire est en « route de manœuvre » : dans cette situation qui correspond à une prise de pilote ou d'entrée dans un chenal de navigation portuaire, les distances d'arrêt sont beaucoup plus réduites. En effet, le navire réduit sa vitesse et ses auxiliaires de manœuvre et de mouillage sont disposés pour accélérer l'évolution ou l'arrêt du navire.

Dans l'hypothèse où le champ éolien ne jouxte pas un chenal d'entrée de port et se situe plus au large en zone de libre navigation ou dans l'environnement d'un dispositif de séparation de trafic (DST), il faut considérer que le navire est en « route libre ».

### 2.1.1. L'arrêt d'urgence d'un navire (« crash stop »)

Selon la réglementation internationale, la distance préconisée pour l'essai « arrêt d'urgence d'un navire » ne doit pas excéder 15 fois la longueur du navire ; pour les navires à grand tirant d'eau, cette distance peut être plus grande, mais ne doit pas excéder 20 fois leur longueur. Cet essai consiste pour un navire lancé à 90 % de sa vitesse maximale à donner l'ordre de faire « marche arrière toute », à inverser le sens de poussée de l'hélice afin d'arrêter le navire. Cette distance totale d'arrêt pour un grand navire est d'environ 3 milles.

### 2.1.2. La giration du navire

Outre l'arrêt d'urgence (« crash-stop ») un navire peut effectuer un demi-tour en réalisant une giration pour éviter un obstacle.

L'avance est la distance parcourue entre le moment où l'ordre de barre est donné et celui où le navire est au cap initial + 90°. Cette distance est au minimum de 0,3 milles tandis que le diamètre de giration correspond à 5 fois la longueur du navire.

Toutefois, ces valeurs sont variables car plusieurs paramètres propres au navire interviennent, à savoir : la largeur du navire, sa vitesse initiale, son tirant d'eau, la profondeur d'eau sous la quille pour tenir compte des petits fonds qui augmentent notablement le rayon de giration, les conditions météorologiques, la force et la direction du courant. Il convient de considérer également l'élément humain (le délai de décision). En conséquence, il est raisonnable d'ajouter une longueur de navire supplémentaire.

S'il est souvent préférable de se dérober en effectuant une giration, qui s'avère plus efficace que l'arrêt d'urgence pour un navire en route libre, cette manœuvre n'est pas toujours possible dans les zones à fort trafic (présence de nombreux navires) ou dans les zones de danger (hauts fonds).

À titre indicatif, l'espace de manœuvre d'un navire de 300 mètres de long en route libre, sera un cercle de giration d'un diamètre de 1 mille.

## 2.2. L'espace suffisant pour évaluer le risque d'abordage

Compte tenu de l'obstacle visuel que représente un champ éolien, un espace suffisant doit être respecté afin de permettre au navire de déterminer les risques d'abordage, conformément à la règle 7 du RIPAM. Le navire doit pouvoir évaluer la possibilité de croisement de trafic venant de tribord devant le champ éolien, de croisement de trafic venant du champ éolien ou encore de croisement de tribord derrière le champ éolien quelle que soit la taille et le type des navires.

Cette évaluation prend en compte la distance disponible devant le navire et sur les côtés du navire, ces distances pouvant varier en fonction de l'espace de manœuvre nécessaire à un navire.

Il faut également laisser aux navires un champ de vision suffisant pour évaluer le risque d'abordage des navires venant du même côté qu'un champ éolien (devant, dedans ou derrière ce champ).

La distance parcourue pendant le temps nécessaire à l'évaluation du risque d'abordage est estimée à 0,5 mille.

### 2.3. La distance nécessaire pour minimiser les perturbations sur les radars des navires

La présence de champs d'éoliennes en mer entraînent des perturbations sur les réceptions des signaux radars des navires qui naviguent dans ou à proximité de ces champs. Un effet miroir des ondes radars sur les éoliennes génère des faux échos qui peuvent être confondus avec des échos d'autres navires. L'accumulation de ces faux échos avec les échos réels, complique l'analyse cinématique des routes des navires transitant à proximité du champ. Ces faux échos constituent une gêne, voire un risque dans les situations de route de collision, particulièrement la nuit et en cas de mauvaise visibilité. Par ailleurs les petits navires à faible signature radar ne sont plus systématiquement détectés lorsqu'ils naviguent à proximité de ces champs éoliens.

La distance préconisée pour minimiser les perturbations sur les radars des navires est de 1,5 milles.

### 2.4. La distance nécessaire pour minimiser les perturbations sur les systèmes de radionavigation

Selon l'importance de l'information fournie par un système de positionnement par satellite (GNSS) ou un système de radionavigation local disponible, il est suggéré qu'une étude sur l'impact potentiel sur le GNSS et le système local de radionavigation et sa couverture soit effectuée au cours de la période de levée des risques d'un projet de champ éolien.

Les études de l'ONERA en liaison avec le CETMEF (aujourd'hui partie intégrante du CEREMA) se sont concentrées sur les perturbations générées par un champ éolien sur le signal GPS différentiel (DGPS). Ces études ont montré que pour maintenir la précision du DGPS, il est nécessaire de veiller à une distance de 1200 m entre les éoliennes et les navires, et entre les éoliennes et la station de référence DGPS. Il est rappelé que la perturbation du signal GPS se répercute sur l'AIS en tant que système d'identification des navires asservi au GPS.

### 2.5. *Recommandation sur la distance de sécurité minimale à adopter*

L'implantation d'un champ éolien doit tenir compte de la navigation maritime. La définition d'une distance de sécurité entre ces installations et le passage des navires est particulièrement importante si le champ est positionné à proximité d'une route de navigation, notamment un DST ou un chenal d'approche portuaire.

Les critères de détermination de cette distance minimale de sécurité qui contribuent à la définition des zones propices à l'installation de champs d'éoliennes en mer, sont résumés dans le tableau figurant en annexe 1.

Toutefois l'autorité maritime peut demander à l'opérateur une analyse formelle des risques lorsque les distances recommandées en annexe 1 (distances acceptables) ne peuvent être respectées.

Même si la distance de sécurité est respectée, une analyse formelle des risques peut également être demandée lorsque le champ éolien se situe à proximité d'une route de navires à grande vitesse, de navires à passagers ou d'une ligne régulière de navires transportant des marchandises dangereuses, présentant des conditions de navigation particulièrement difficiles.

Cette analyse formelle des risques s'inspire de la circulaire MSC/Circ.1023-MEPC/Circ.392 du 5 avril 2002 (directives pour l'évaluation formelle de la sécurité) amendée par le document MSC 83/INF.2. L'annexe 2 de la présente note précise la méthodologie d'analyse formelle des risques de la circulaire de l'OMI, et prévoit en appendice une matrice d'acceptabilité permettant de croiser « fréquence » et « gravité », amendée en tant que de besoin suivant la zone d'implantation envisagée.

Cette analyse qui permet d'identifier les risques et les mesures à prendre pour réduire ces risques, est soumise à l'avis de l'autorité maritime. Celle-ci peut solliciter tout service de l'État ou établissement public à raison de leurs compétences ou technicité, pour valider ou invalider les analyses de risques présentées par le pétitionnaire. La saisine des services étatiques dans le ressort du ministère chargé de la mer peut s'opérer *via* la DIRM.

## 3. Les aides à la navigation à proximité des champs éoliens en mer

### 3.1. *La signalisation maritime*

Les champs éoliens en mer disposent d'un balisage maritime conforme à la recommandation O-139 de l'AISM et à la réglementation française de balisage maritime qui reprend ses termes.

L'annexe 3 de la présente note fournit les caractéristiques techniques du balisage. Ces caractéristiques doivent être harmonisées avec le balisage aérien et peuvent être adaptées suivant les particularités des champs. Cette adaptation est étudiée et réalisée avec l'assistance du réseau technique Phares et Balises du ministère (CEREMA).

L'instruction des projets de signalisation maritime est réalisée suivant les processus en cours à l'échelon des directions interrégionales de la mer (des directions de la mer ou de la direction des territoires, de l'alimentation et de la mer en outre-mer) et de la direction des affaires maritimes (DAM). La nature et l'impact du projet nécessite la consultation de la Grande Commission Nautique (GCN). A l'issue de la GCN, le dossier sera présenté à la Commission des Phares pour approbation ministérielle du projet par le MEEM.

Le dossier de signalisation maritime joint à la demande d'occupation temporaire du domaine public maritime devra comprendre *a minima* un plan de situation, un plan détaillé, la description des équipements de signalisation envisagés et leur fonctionnement et une note justificative du projet précisant notamment les modalités retenues de mise en œuvre et de maintenance de la signalisation. Il devra également comprendre les éléments relatifs à la signalisation en phase de construction du champ ainsi que les modalités de traitement de l'information nautique.

Le recours à l'AIS AtoN et au RACON devra être limité et justifié dans les conditions du projet. Les RACON devront être détectés par tous les types de radars.

### 3.2. Les services de surveillance du trafic maritime (STM)

Les CROSS de Gris-Nez, Jobourg et Corsen remplissent les missions incombant à un Service de Trafic Maritime côtier au sens de la résolution OMI A.857(20) sur les STM et le décret n° 2011-2108 portant organisation de la surveillance de la navigation maritime. Leur mission est principalement d'assurer la surveillance des dispositifs de séparation de trafic (DST).

Les STM portuaires sont investis d'un rôle de surveillance de la navigation maritime dans et aux approches des chenaux d'accès aux ports maritimes. En outre, les préfets maritimes en concertation avec les préfets de département, ont défini des zones maritimes et fluviales de régulation (ZMFR) pour l'accès à certains ports. Enfin, les sémaphores assurent une surveillance des approches maritimes françaises.

Exercée indépendamment de la surveillance du champ éolien, la mission de l'État est opérée grâce à des systèmes d'exploitation des données radars, radiogoniométrique et AIS. Les CROSS et les sémaphores utilisent SPATIONAV, qui est un système commun de partage de l'information.

La continuité de la surveillance radar et AIS du trafic maritime côtier doit être préservée, notamment sur les DST, les ZMFR et les accès aux ports français.

Outre la nécessité d'assurer une zone de sécurité de chaque côté d'un DST, afin de faciliter les manœuvres de sécurité en cas d'avarie, d'abordage ou d'évitement (*cf. 2 supra*), une distance minimale entre les champs éoliens et les DST permet de limiter les zones d'ombre radar et de réception AIS autour du DST à surveiller. À cet effet une zone de protection circulaire de 5 milles de rayon autour des antennes radar de STM doit être assurée. À l'intérieur de cette zone de protection le risque de perturbation du radar est trop élevé pour permettre l'implantation d'une éolienne.

En cas d'implantation à une distance inférieure, l'opérateur intègre cette situation dans l'évaluation formelle de risque (*cf. 2.5 supra*) et propose le cas échéant des mesures de réduction des risques identifiés (ex: capacité de radar supplémentaire, obligation de pilotage, remorqueur, etc).

L'implantation d'un champ éolien entre les équipements nécessaires à la surveillance d'un DST, d'une ZMFR ou de voies d'accès portuaires, est susceptible de générer des perturbations qu'il convient d'évaluer et de compenser, le cas échéant. Tout équipement compensatoire doit transmettre à SPATIONAV et/ou au STM portuaire impacté, les données et informations en temps réel.

L'objectif recherché consiste à conserver des capacités équivalentes, non seulement en termes de couverture et de performance mais également en termes de délais entre la détection d'une situation dangereuse et le risque d'abordage avec une éolienne ou entre deux navires à proximité immédiate d'un champ éolien.

En conséquence, les modalités d'intégration des équipements compensatoires font l'objet d'un examen et d'une analyse appropriée avec les services compétents en particulier ceux du STM concerné.

## 4. Les radiocommunications VHF

Pour assurer la veille radioélectrique des appels (phonie) et des alertes (appel sélectif numérique) de détresse et de sécurité en mer et afin de pouvoir coordonner la réponse aux incidents, accidents et événements de mer ou de navigation, des stations radio côtières sont déployées le long du littoral. Leur nombre et leurs performances sont établis pour permettre une couverture cohérente et permanente des zones de responsabilité déclarées par la France à l'OMI au titre du sauvetage maritime. Ces stations sont télécommandées depuis les CROSS qui assurent la coordination du sauvetage maritime.

L'actuelle documentation sur la présence de plusieurs dizaines d'éoliennes ne démontre pas d'incidence sur les émissions VHF. Il existe néanmoins plusieurs études confirmant une perturbation des ondes métriques qui dans certaines conditions peuvent impacter non seulement la phonie, mais également l'appel sélectif numérique et le signal AIS. Il apparaît donc nécessaire d'adopter un principe de précaution : l'exploitant installera au sein du champ une station VHF d'appoint composée de deux équipements multivoies. L'exploitant effectuera dans les mois qui suivront la mise en service du champ, les mesures de propagation VHF dans et à proximité de son champ. Il communiquera les résultats à l'autorité maritime, qui pourra solliciter tout service de l'État ou établissement public à raison de leurs compétences ou technicité, pour valider ou invalider les analyses présentées par le pétitionnaire. La saisine des services étatiques dans le ressort du ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer peut s'opérer *via* la DIRM.

Les caractéristiques techniques d'une station VHF d'appoint déployée dans un champ éolien sont précisées à l'annexe 4 de la présente note.

Durant cette phase transitoire et jusqu'aux résultats de l'expertise, des équipements VHF peuvent être mis à disposition de l'exploitant par la DAM. L'exploitant prendra en charge les modalités d'intégration et d'installation de ces derniers, notamment les aériens, et le raccordement réseau jusqu'au continent.

Si les études révèlent des perturbations, la DAM exigera de l'opérateur que celui-ci installe et raccorde au réseau une station intégrée de niveau SMDSM qui sera opérée par le CROSS compétent, au titre des mesures compensatoires, afin de préserver l'intégrité de la zone A1 du SMDSM.

Si aucune perturbation n'est relevée, l'intérêt opérationnel de maintenir en place l'équipement sera alors évalué. Pour le cas où la station devrait être maintenue pour des motifs opérationnels pertinents, la DAM engagera une procédure contractuelle avec l'exploitant pour définir les modalités d'hébergement des équipements et d'accessibilité aux sites.

La présente note sera publiée au bulletin officiel du ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, en charge des relations internationales sur le climat, et sur le site [circulaires.gouv.fr](http://circulaires.gouv.fr).

Fait le 11 juillet 2016.

*Le directeur des affaires maritimes,*  
T. COQUIL

## ANNEXE 1

### PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX DISTANCES MINIMALES DE SÉCURITÉ ENTRE ROUTES DE NAVIGATION MARITIME ET CHAMPS ÉOLIENS OFFSHORE

DISTANCE EN MILLES (M) entre la limite extérieure du champ éolien et la voie de navigation	FACTEURS	RISQUE	ACCEPTABILITÉ
<b>&lt; 0,25 M</b> (500 m)	Distance entre deux éoliennes en dessous de laquelle seuls les petits navires peuvent naviguer dans un parc éolien	<b>TRÈS ÉLEVÉ</b>	<b>Inacceptable</b> en dehors de très petits navires (type petite plaisance)
<b>0,25 M</b> (500 m)	Interférence du champ éolien sur Radar bande X	<b>TRÈS ÉLEVÉ</b>	
<b>0,45 M</b> (800 m)	Les navires peuvent générer des échos multiples sur les radars STM	<b>TRÈS ÉLEVÉ</b>	
<b>0,8 M</b> (1481 m)	Distance d'une route de navigation empruntée par des navires concernés par la convention SOLAS et un parc éolien	<b>ÉLEVÉ</b>	<b>Acceptable</b> si le risque est considéré comme aussi faible que cela est raisonnablement possible (ALARP)
<b>1,5 M</b> (2778 m)	Interférence du champ éolien sur radar bande S et perturbation sur l'APRA	<b>MOYEN</b>	
<b>2 M</b> (3704 m)	Distance entre une route de navigation et un champ éolien	<b>FAIBLE</b>	<b>Acceptable</b> en fonction de la densité du trafic
<b>5 M</b> (9260 m)	Distance entre un DST et un champ éolien en eaux resserrées	<b>FAIBLE</b>	<b>Acceptable</b>
<b>10 M</b> (18520 m)	Distance idéale entre un DST et un champ éolien	<b>TRÈS FAIBLE</b>	

Nota :

Aucun champ ne devra être installé dans une zone située dans le prolongement d'une voie de circulation.

Sont des routes de navigation les itinéraires régulièrement suivis par les navires, dont la définition est présidée par des paramètres géographiques et hydrographiques ; ces itinéraires couvrent de longues distances, en particulier entre deux DST. Ces itinéraires concernent les approches des chenaux d'un port ainsi que les voyages entre deux ports.

Le concept As Low As Reasonably Practicable (ALARP) s'inscrit dans une démarche de maîtrise des risques qui consiste à réduire autant que possible la fréquence et la gravité des dangers pouvant toucher le champ éolien ou les navires, par des mesures compensatoires associées au projet (régulation du trafic, capacités de manœuvre renforcée, moyen d'assistance, équipements spécifiques).

## ANNEXE 2

### ÉVALUATION FORMELLE DES RISQUES

Si les distances prescrites *supra* ne peuvent être respectées, l'opérateur produira, dans le cadre de la période de levée des risques, une analyse formelle des risques. Cette analyse des risques doit contribuer à la proposition de mesures compensatoires qui devront être adoptées par l'opérateur et validées par l'autorité maritime.

#### A. – LA PHASE PRÉPARATOIRE

Pour réaliser cette évaluation des risques (R), il convient de définir une zone d'étude autour du parc prenant en compte les principaux enjeux de navigation ainsi que les conditions hydrodynamiques et météo-océaniques.

Cette zone d'étude comprendra la zone d'implantation du parc éolien, mais également les mesures d'organisation du trafic maritime et les infrastructures d'aides à la navigation et au sauvetage maritime susceptibles d'être impactées par le champ éolien. Cette zone d'étude sera définie au cas par cas par l'autorité maritime et sur avis de la DIRM, qui pourront s'appuyer sur l'expertise des services étatiques spécialisés.

Afin d'avoir un support pour cette évaluation des risques, il est indispensable d'analyser les données relatives aux accidents, incidents, quasi accidents et avaries des navires dans la zone étudiée. Sur une période la plus longue possible (36 mois, pour prendre en compte les variations saisonnières et interannuelles), il sera possible de déduire les tendances sur la fréquence des événements.

#### B. – L'IDENTIFICATION DES RISQUES

L'identification des risques devra permettre de discerner :

- les risques liés au navire ;
- les risques extérieurs au navire ;
- les risques d'origine humaine.

#### C. – LA GRAVITÉ DES RISQUES

Le tableau suivant est proposé par la circulaire MSC/Circ.1023 – MEPC/Circ.392 pour définir l'indice de gravité SI sur la base d'une échelle logarithmique :

#### Indice de gravité SI

SI	GRAVITÉ	EFFETS SUR LA SÉCURITÉ des personnes	EFFETS sur les biens	S (équivalent-morts/an)
1	Mineure	Lésions corporelles simples ou légères	Dompage localisé au matériel	0,01
2	Significative	Lésions corporelles multiples ou graves	Dompage peu important	0,1
3	Grave	Un mort ou des lésions corporelles multiples graves	Dompage grave	1
4	Catastrophique	Plusieurs morts	Perte totale	10

#### D. – LA FRÉQUENCE DES RISQUES

Pour estimer l'indice de fréquence FI dans la zone d'étude définie au point A, on utilise le tableau suivant sur la base d'une échelle logarithmique :

##### Indice de fréquence FI dans la zone d'étude

FI	FRÉQUENCE	DÉFINITION	F (fréquence par année dans la zone d'étude)
7	Fréquent	Susceptible de se produire une fois par mois	10
5	Raisonnablement probable	Susceptible de se produire une fois par an	0,1
3	Rare	Susceptible de se produire une fois tous les 5 ans	0,001
1	Extrêmement rare	Susceptible de se produire une fois sur une période de 20 ans	0,00001

#### E. – LE NIVEAU DE RISQUE

L'indice de risque RI découle de la combinaison des tableaux précédents de SI et FI, à savoir :  
Risque = Fréquence x Gravité et donc sur la base d'une échelle logarithmique :

$$\log(\text{Risque}) = \log(\text{Fréquence}) + \log(\text{Gravité}) \text{ soit } \text{RI} = \text{FI} + \text{SI}.$$

##### Indice de risque RI

FI	FRÉQUENCE	GRAVITÉ SI			
		1	2	3	4
		Mineure	Significative	Grave	Catastrophique
7	Fréquent – 10	8	9	10	11
6	1	7	8	9	10
5	Raisonnablement probable – 0,1	6	7	8	9
4	0,01	5	6	7	8
3	Rare – 0,001	4	5	6	7
2	0,0001	3	4	5	6
1	Extrêmement rare – 0,00001	2	3	4	5

##### Légende du tableau *supra* :

La couleur rouge correspond à un niveau de risque inacceptable ;

La couleur jaune correspond à un niveau de risque acceptable ALARP ;

La couleur verte correspond à un niveau de risque acceptable.

Sur la base de cette approche, il est proposé en appendice des matrices d'acceptabilité par domaine de dangers permettant de croiser la gravité avec la fréquence des principaux dangers envisageables autour d'un champ éolien en mer. Ces matrices ne sont pas exhaustives et peuvent être complétées suivant les spécificités locales, à la demande de l'autorité maritime.

La dernière matrice de l'appendice synthétise les dangers principaux relatifs aux navires de commerce à proximité d'un champ éolien qui sont susceptibles de provoquer des dégâts importants.

## Appendice

### Matrices d'identification par domaine de dangers

1. DANGERS LIÉS AU NAVIRE de commerce	EFFETS	GRAVITÉ SI	FRÉQUENCE FI	RISQUE RI = SI + FI
Avarie de propulsion	Dérive, abordage, heurt, échouement, pollution			
Avarie de barre	Dérive, abordage, heurt, échouement, pollution			
Perte d'énergie (black-out)	Dérive, abordage, heurt, échouement, pollution			
Rupture de mouillage	Dérive, abordage, heurt, échouement, pollution			
Ancre engagée (câble électrique, etc)	Perte de la ligne de mouillage, rupture câble électrique			
Erreur de positionnement automatique	Échouement, pollution			
Perte d'information radar	Abordage, heurt, échouement, pollution			
Voie d'eau	Naufrage, pollution, avarie de propulsion, perte d'énergie (black-out)			
Incendie	Naufrage, pollution, avarie de propulsion, perte d'énergie (black-out)			
Ripage de cargaison	Perte de stabilité, naufrage, pollution			
Homme à la mer	Perte vie humaine			

2. DANGERS EXTÉRIEURS au navire de commerce	EFFETS	GRAVITÉ SI	FRÉQUENCE FI	RISQUE RI = SI + FI
Danger à la dérive (conteneurs, billes de bois, etc)	Heurt, voie d'eau, naufrage, pollution			
Danger fixe non signalé (épaves, etc)	Heurt, voie d'eau, échouement, naufrage, pollution			
Danger fixe signalé (structure en mer...)	Heurt, voie d'eau, échouement, naufrage, pollution			
Météorologie (vent dominant, tempête, orage, pluie, brume, etc)	Perte de stabilité, naufrage, incendie, pollution, abordage, heurt			
État de la mer (houle, mer du vent, etc)	Heurt, ripage de cargaison, perte de stabilité, naufrage, pollution			
Courant (force, pousse vers la côte, pousse vers DST)	Dérive, échouement, heurt, pollution			
Pertes d'information GNSS	Échouement, pollution			
Autres navires (densité de trafic)	Abordage, naufrage, pollution			
Proximité de la côte	Échouement, pollution			

3. DANGERS SPÉCIFIQUES liés à d'autres activités	EFFETS	GRAVITÉ SI	FRÉQUENCE FI	RISQUE RI = SI + FI
Pêche	Croche des engins de pêches	Perte de stabilité, naufrage, pollution		
Plaisance	Mauvaise appréciation de la situation	Perte en vie humaine		
Plongée	Dérive des plongeurs	Disparition, perte en vie humaine		
Mine, bombe	Mine, ou bombe non explosée	Explosion, perte en vie humaine		

4. DANGERS LIÉS À L'ÉLÉMENT humain		EFFETS	GRAVITÉ SI	FRÉQUENCE FI	RISQUES RI = SI + FI
Facteurs individuels	Capacités physiques réduites (mauvaise vue, mauvaise ouïe, etc)	Mauvaise appréciation des situations, abordage, échouement			
	Manque de motivation/ Défaut de veille	Mauvaise appréciation des situations, abordage, échouement			
	Manque de compétence	Mauvaise appréciation des situations, abordage, échouement			
	Fatigue	Mauvaise appréciation des situations, abordage, échouement			
	Stress	Mauvaise appréciation des situations, abordage, échouement			
Facteurs relatifs à l'organisation et à l'encadrement	Mauvaise gestion à bord	Stress, mauvaise appréciation des situations, abordage, échouement			
	Mauvaise gestion imputable à la compagnie	Stress, mauvaise appréciation des situations, abordage, échouement			
	Problèmes d'effectifs	Fatigue, stress, mauvaise appréciation des situations, abordage, échouement			
	Mauvaises pratiques	Stress, mauvaise appréciation des situations, abordage, échouement			
Facteurs relatifs aux caractéristiques des tâches	Complexité de la tâche de travail	Stress, mauvaise appréciation des situations, abordage, échouement			
	Manque d'habitude	Stress, mauvaise appréciation des situations, abordage, échouement			
	Finalité mal définie	Stress, mauvaise appréciation des situations, abordage, échouement			
	Attention dispersée entre plusieurs tâches	Stress, mauvaise appréciation des situations, abordage, échouement			
Facteurs relatifs aux conditions de travail à bord	Stress physique	Mauvaise appréciation des situations, abordage, échouement			
	Conditions ergonomiques	Mauvaise appréciation des situations, abordage, échouement			
	Atmosphère de travail	Mauvaise appréciation des situations, abordage, échouement			
	Environnement de travail extérieur au navire (densité du trafic, visibilité réduite...)	Mauvaise appréciation des situations, abordage, échouement			

SYNTHÈSE DES DANGERS PRINCIPAUX RELATIFS aux navires de commerce à proximité d'un parc éolien			EFFETS	GRAVITÉ SI	FRÉQUENCE FI	RISQUE RI = SI + FI	
Dangers	Causes						
Abordage	Élément humain		Naufrage, échouement, incendie, pollution, perte vie humaine				
	Dangers extérieurs au navire	Autres navires					
		Météorologie (tempête, orage, pluie, brume, vent..)					
	Dangers liés au navire	Perte info radar					
		Avarie de propulsion					
		Avarie de barre					
		Perte d'énergie (black-out)					
Rupture de mouillage							
Échouement navire en route	Élément humain		Incendie, pollution, perte vie humaine				
	Dangers liés au navire	Erreur de positionnement automatique					
		Perte info radar					
	Dangers extérieurs au navire	Pertes info GNSS					
		Danger fixe non signalé (épaves, etc)					
		Météorologie (tempête, orage, pluie, brume, vent..)					
		Courant de marée					
Échouement navire en dérive	Élément humain		Incendie, pollution, perte vie humaine				
	Dangers liés au navire	Avarie de propulsion					
		Avarie de barre					
		Perte d'énergie (black-out)					
		Rupture de mouillage					
	Ancre engagée (câble électrique...)						
	Dangers extérieurs au navire	Météorologie (tempête, orage, pluie, brume, vent..)					
Courant							

SYNTHÈSE DES DANGERS PRINCIPAUX RELATIFS aux navires de commerce à proximité d'un parc éolien			EFFETS	GRAVITÉ SI	FRÉQUENCE FI	RISQUE RI = SI + FI
Dangers	Causes					
Heurt navire en route avec une structure en mer (éolienne)	Élément humain		Incendie, pollution, perte vie humaine			
	Dangers liés au navire	Erreur de positionnement automatique				
		Perte info radar				
	Dangers extérieurs au navire	Pertes info GNSS				
		Danger fixe signalé (structure en mer...)				
		Météorologie (tempête, orage, pluie, brume, vent...)				
		État de la mer (houle, mer du vent...)				
		Courant de marée				
Heurt navire en dérive avec une structure en mer (éolienne)	Élément humain		Incendie, pollution, perte vie humaine			
	Dangers liés au navire	Avarie de propulsion				
		Avarie de barre				
		Perte d'énergie (black-out)				
		Rupture de mouillage				
	Dangers extérieurs au navire	Danger fixe signalé (structure en mer...)				
		Météorologie (tempête, orage, pluie, brume, vent...)				
		État de mer (houle, mer du vent...)				
Courant de marée						

## ANNEXE 3

### DÉFINITION DES CARACTÈRES TECHNIQUES DU BALISAGE

Les prescriptions pour la signalisation maritime d'un champ éolien s'appuient sur :

- le système de balisage maritime de l'AIMS, repris par le décret du 7 septembre 1983 (en cours de mise à jour en annexe d'un arrêté);
- la recommandation O-139 (Ed. 2, 2013) de l'AIMS, approuvée dans sa version française le 19 juin 2014 par la commission des phares;
- le référentiel français de balisage maritime, qui reprend ses termes.

#### 1. Définitions

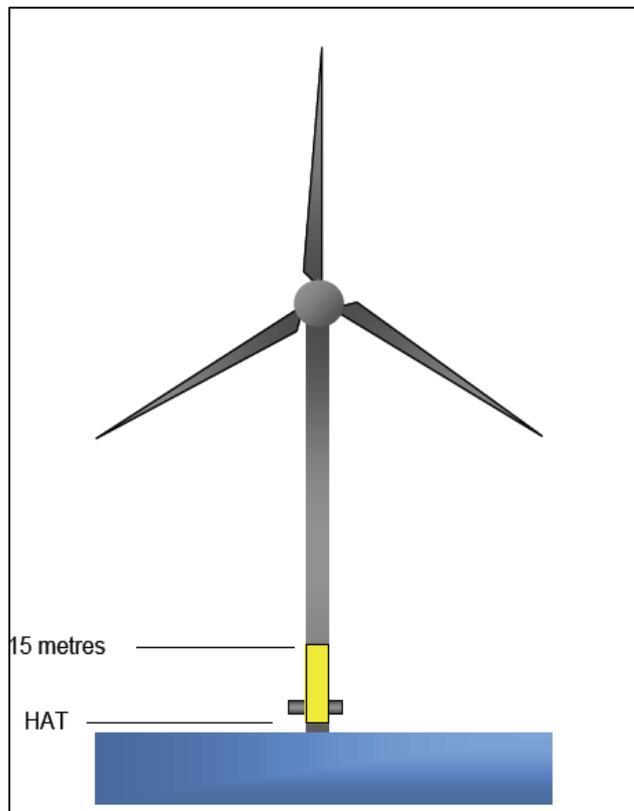
Tout élément d'un champ, comme une éolienne, un mât de mesures, une sous-station de transformation, est une structure artificielle, plus simplement appelée « structure ».

La périphérie d'un champ est constituée par une ligne fictive reliant entre elles les structures implantées aux positions extrêmes de ce champ, généralement des éoliennes.

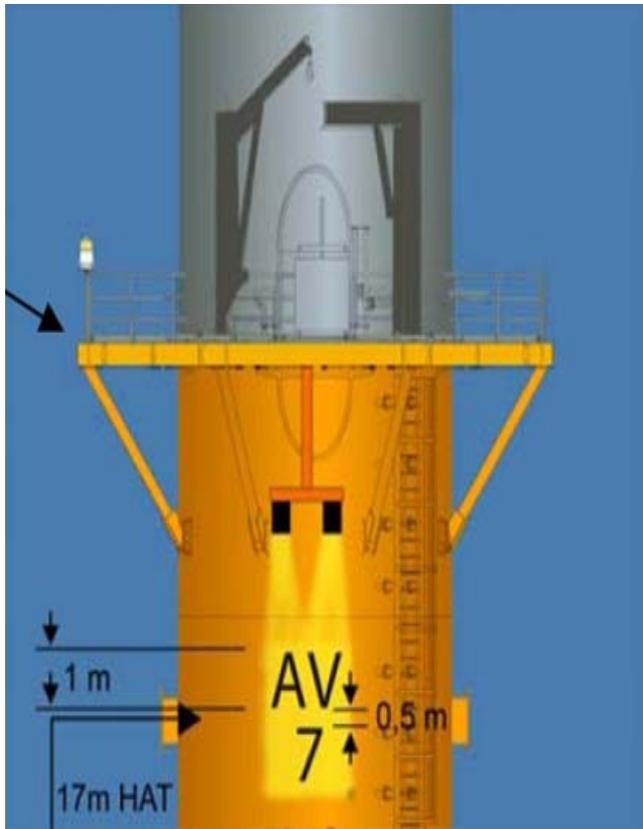
Ces éoliennes sont dites structures périphériques significatives (SPS) pour celles qui constituent les extrémités ou points remarquables des lignes du champ, et structures périphériques intermédiaires (SPI) pour celles qui ne sont pas des SPS mais qui s'intercalent entre deux SPS à des intervalles n'excédant pas 2 milles. La distance entre deux SPS successives n'excède pas 3 M.

#### 2. Principes généraux

Le projet de signalisation des installations est proposé par le porteur de projet conformément aux exigences prévues par la recommandation O-139 (exigence minimale) et instruit par la DIRM, DM ou DTAM compétente. Les éventuelles perturbations apportées au balisage existant par les installations nouvelles sont à étudier au cas par cas.



Toutes les structures sont peintes à la base en jaune -RAL 1003- principe de la marque spéciale), du niveau des plus hautes mers jusqu'à une hauteur de 15 mètres au-dessus de ce niveau (ou au niveau du feu d'aide à la navigation, si celui-ci est plus haut).



Les structures aux coins du champ et situées sur le périmètre (SPS et SPI) sont munies d'un feu de navigation maritime visible sur l'horizon (ce qui signifie que sur un fût, il faut trois feux, dans le même plan, mais disposés à 120°). Ce feu est à implanter sur le fût à une hauteur supérieure à 6 mètres au-dessus des plus hautes mers de vives eaux, et dans tous les cas en-dessous du plan de rotation des pales.

Les feux sont synchronisés entre eux.

Une plaque d'identification (lettres et chiffres) marque chaque structure. Elle est rétro-éclairée ou constituée de signaux-LED fixes.

Le balisage maritime est complété par un balisage aérien, à définir par la DGAC en liaison avec le service des Phares et Balises. Les feux sont en général blancs de jour et rouges la nuit, rythmés et synchronisés avec des portées largement plus conséquentes que celles des feux maritimes.

L'arrêté du 13 novembre 2009 précise que chaque éolienne a un feu blanc de jour (20 000 candélas soit 2 milles de jour), implanté sur le sommet de la nacelle soit à 90 mètres de hauteur, et un feu rouge la nuit (2000 candélas soit 11 milles) et que tous les feux sont synchronisés.

L'article 4 de l'annexe de l'arrêté précise cependant que le balisage aérien des éoliennes côtières ou installées en mer ne doit pas interférer avec le balisage maritime.

En cas de risque d'interférence, le balisage aérien de ces éoliennes sera défini dans le cadre d'une étude réalisée par les services territorialement compétents (DGAC) en collaboration avec le service technique de l'aviation civile.

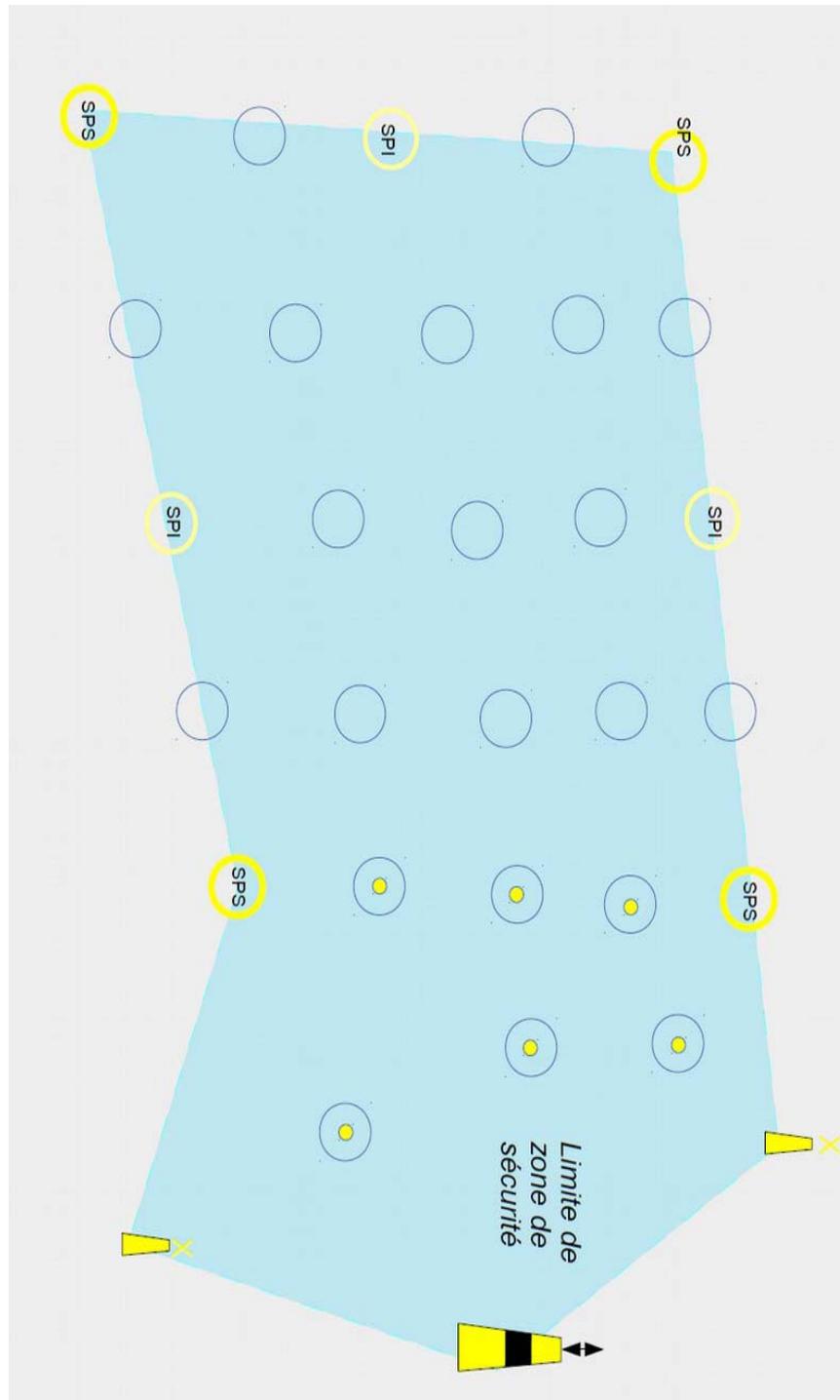
### 3. Cas particuliers

#### 3.1. Structure isolée (mât de mesure, poste énergie, éolienne unique)

Pour la signalisation d'une structure individuelle, se référer au § 2.3.1 de la recommandation O-139 (édition 2013):

- signalisation jaune de jour, du niveau de PM jusqu'à 15 mètres au-dessus de ce niveau (ou au niveau du feu d'aide à la navigation, si celui-ci est plus haut).
- feu blanc de rythme Morse U (•• —), implanté au moins à 6 mètres au-dessus des pleines mers de vives eaux, de portée supérieure à 10 milles.





### 3.4. Éoliennes flottantes

Leur marquage est identique. Des considérations additionnelles concernent ces éoliennes particulières, notamment pour ce qui relève de leur signalisation en cas de rupture de leur ancrage. Un prototype de transpondeur AIS, inactif quand l'éolienne est à sa position nominale mais automatiquement activé dans le cas d'une dérive ou d'un dérangement, est en cours de mise au point et l'implantation d'un tel dispositif sur chaque éolienne pourrait être prescrite.

#### 4. Missions et responsabilités

- **Création, modification et suppression de balisage (procédure CMS)**: les décisions relèvent de la procédure normale. Cependant, si les principes généraux sont ainsi prescrits, les évolutions « pas à pas » du balisage du champ ne font pas l'objet de nouvelles procédures successives mais d'une simple validation DIRM-DM. A noter que du balisage complémentaire peut être requis par d'autres intervenants. Dans ce cas, la DIRM-DM n'est prescripteur que du caractère du balisage (bouée cardinale, bouée latérale, etc).
- **Conformité**: L'opérateur doit prendre toutes dispositions utiles pour assurer la conformité du balisage aux informations données au SHOM et dans le cadre de l'information nautique. Il assure un contrôle de cette conformité et en informe les autorités de l'État. Les autorités de l'État peuvent procéder à des contrôles inopinés
- **Infonaut**: une organisation adaptée au contexte du projet doit être définie et mise en place pour la transmission directe de toute information de l'opérateur au coordonnateur national délégué (CND).

#### 5. Exigences en termes de bon fonctionnement du balisage

Le niveau de service d'une aide à la navigation représente le degré de fiabilité requis au regard des exigences de sécurité de la navigation

L'AIMS recommande des objectifs de disponibilité pour chacune de ces catégories, sur une période de référence de 1000 jours:

- 99,8 % pour les aides de catégorie 1 (vitales);
- 99 % pour les aides de catégorie 2 (importantes);
- 97 % pour les aides de catégorie 3 (nécessaires);
- Dans tous les cas, l'objectif 95 % est à considérer comme le minimum absolu pour toutes aides. L'AIMS recommande 99 % pour le marquage des éoliennes.

## ANNEXE 4

### SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES D'UNE STATION VHF D'APPOINT DÉPLOYÉE DANS UN PARC ÉOLIEN

#### 1. Contexte

L'établissement de champs éoliens est susceptible d'impacter le dispositif opérationnel de veille et de communication de la DAM, principalement pour les navires en limite de portée VHF et situés au-delà d'un champ éolien. Le principe de précaution doit donc être adopté afin de garantir la sécurité maritime dans et aux abords des champs éoliens. La présente annexe définit les caractéristiques techniques des équipements d'une station radio VHF côtière.

Si les études effectuées par l'exploitant dans et à proximité du champ démontrent qu'il n'y a pas d'impact sur la propagation VHF, le démantèlement de la station radio VHF ou le maintien aux frais de la DAM seront envisagés.

*A contrario*, si les impacts sont avérés, l'exploitant devra installer l'équivalent d'une station radio VHF côtière exigée pour assurer les fonctionnalités du SMDSM et assurer à ses frais son maintien en condition opérationnelle.

#### 2. Objectifs et contraintes

La couverture radioélectrique permanente recherchée est de 20 milles, du champ éolien vers le large. La portée de 20 milles correspond à un récepteur de – 107 dBm sur une antenne à 4 mètres au-dessus de l'eau et un émetteur d'une puissance de 25 W placé à 40 mètres au-dessus de l'eau.

La station VHF d'appoint installée sera composée de deux émetteurs / récepteurs (E/R) VHF marine qui fonctionneront en mode multivoies, c'est-à-dire que le CROSS pourra les piloter à distance pour changer le canal de travail.

Deux hypothèses sont envisagées, soit :

- un seul E/R est en exploitation. Le second, en veille électronique, est en secours du premier. Il est activé en cas de défaut de l'E/R principal ;
- deux E/R sont en exploitation, disposant chacun d'un aérien propre respectant un découplage vertical d'au-moins 9 mètres.

La première hypothèse permet une redondance matérielle des E/R mais ne s'affranchit pas d'une avarie de l'aérien (connectique/arrachage) contrairement à la seconde.

La seconde hypothèse sera donc recherchée sous réserve que les conditions d'implantation permettent l'installation de deux couples d'aériens.

##### 2.1. Disponibilité attendue

La station fonctionnera 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7. En cas d'avarie constatée sur un E/R, l'intervention s'effectuera dans un délai maximum de 10 jours ouvrés. En cas d'avarie sur les 2 E/R ou sur un aérien commun l'intervention devra être opérée dans un délai maximum de 2 jours ouvrés.

##### 2.2. Contraintes de maintenance

L'accès au site fera l'objet d'une convention entre l'opérateur et les services de l'État.

La maintenance des équipements reposera sur des visites préventives (1 par an) et des visites correctives si nécessaire.

Cette maintenance sera réalisée aux frais de l'opérateur si les impacts sur le dispositif de veille et de communication de la DAM sont avérés. Dans le cas contraire, ces opérations de maintenance seront aux frais de la DAM.

L'accès aux antennes devra être étudié et facilité (crinoline, balcon, travail suspendu sous corde, etc).

### 3. Caractéristiques de la station

#### 3.1. Fréquences utilisées par les E/R VHF

Les fréquences utilisées s'étalent sur deux bandes de fréquence à savoir de 156,025 MHz à 157,425 MHz et de 160,625 à 162,025 MHz. Ces bandes de fréquences sont constituées de canaux de largeur 25 kHz et sont définies dans l'appendice 18 du règlement des radiocommunications de l'UIT. Elles doivent être protégées et ne pas faire l'objet d'interférences.

#### 3.2. Équipements en local technique

Le local technique où seront implantés les équipements doit être étanche à l'air salin et bénéficier d'un contrôle de l'hygrométrie, idéalement le local doit être climatisé.

Une baie de 2 mètres de hauteur, 19 pouces de large et 80 cm de profondeur (type 42U) contiendra les éléments suivants :

- deux E/R VHF encastrables et les relais d'alternat ;
- une passerelle IP/analogique associée à ses switchs et alimentations ;
- un convertisseur 220/24 V ;
- un jeu de batteries ;
- un chargeur de batterie ;
- des ventilateurs si le local technique n'est pas climatisé.

#### 3.3. Aériens

Les antennes seront placées à proximité de la paroi extérieure de l'éolienne, sans obstruction et sous les pales. Une pale passant devant une antenne en émission provoquerait un retour d'énergie élevé qui risquerait de détruire rapidement l'étage d'amplification de l'E/R.

En outre les effets de pression de la masse d'air perturbée au passage des pales pourraient introduire des forces sur les connectiques d'antenne et en détériorer l'étanchéité.

En fonction de l'hypothèse retenue les aériens seront composés d'un ou deux couples d'antennes installés sur la plate-forme ou le fût à une hauteur minimum de 20 mètres au-dessus du niveau de l'eau, à marée haute par coefficient de vive eau.

La longueur maximale de câble entre l'E/R et l'antenne sera de 50 mètres. Si deux couples d'antennes sont installés, ils devront dans la mesure du possible respecter un découplage vertical de 9 mètres pour protéger les E/R l'un de l'autre.

Un couple d'antennes est constitué de deux antennes placées à la même altitude mais positionnées de part et d'autre du fût de l'éolienne afin de garantir une couverture à 360° de la zone. Ces antennes seront reliées à des coupleurs par l'intermédiaire de bretelles 1/2".

Le câble coaxial entre les coupleurs et les E/R sera de type 3/8" ou 1/2" selon le passage de câble à respecter (rayons de courbure des câbles).

Les antennes ne disposeront que d'une protection foudre *a minima* (kit de mise à la terre) puisqu'elles seront protégées par le cône du paratonnerre de l'éolienne.

Les antennes seront des fouets de type MAT sur la plate-forme ou de type DAPA si elles sont placées le long du corps de l'éolienne.

#### 3.4. Lien CROSS – Station VHF

Un lien SDSL sera fourni par la DAM côté continent et livré dans un local de l'opérateur. L'acheminement des signaux entre le lien et la station déportée en mer empruntera une liaison protégée (isolée ou par VPN) mise à disposition par l'opérateur.

#### 3.5. Consommation électrique et autonomie en énergie

La consommation électrique globale de la station est évaluée à 1500 Watts.

L'énergie fournie sera de type 230 V/60 Hz ou continue 24 V ou 48 V si nécessaire.

Les batteries de la station permettront une autonomie de 12 heures ou 24 heures au regard de l'accessibilité du site.