



Rapport d'enquête technique Marine safety investigation report

**INCENDIE DU COMPARTIMENT MACHINE
À BORD DU PAQUEBOT D'EXPÉDITIONS *LE BORÉAL*
LE 18 NOVEMBRE 2015, AU LARGE DES ILES MALOUINES**

**FIRE IN THE ENGINE COMPARTMENT
ON BOARD THE EXPEDITION-CRUISER LINER *LE BOREAL*
ON 18 NOVEMBER 2015, OFF FALKLAND ISLANDS**



Bureau d'enquêtes sur les événements de mer

Rapport publié : juillet 2016

Rapport d'enquête technique

INCENDIE **du compartiment machine**

À bord du paquebot d'expéditions

LE BORÉAL

LE 18 NOVEMBRE 2015

Au large des Iles Malouines

Avertissement

Le présent rapport a été établi conformément aux dispositions du Code des transports, notamment ses articles L.1621-1 à L.1622-2 et R.1621-1 à R.1621-38 relatifs aux enquêtes techniques et aux enquêtes de sécurité après un événement de mer, un accident ou un incident de transport terrestre et portant les mesures de transposition de la directive 2009/18/CE établissant les principes fondamentaux régissant les enquêtes sur les accidents dans le secteur des transports maritimes ainsi qu'à celles du « Code pour la conduite des enquêtes sur les accidents » de l'Organisation Maritime Internationale (OMI), résolution MSC 255(84) publié par décret n° 2010-1577 du 16 décembre 2010.

Il exprime les conclusions auxquelles sont parvenus les enquêteurs du *BEA* mer sur les circonstances et les causes de l'événement analysé et propose des recommandations de sécurité.

Conformément aux dispositions susvisées, l'analyse de cet événement n'a pas été conduite de façon à établir ou attribuer des fautes à caractère pénal ou encore à évaluer des responsabilités individuelles ou collectives à caractère civil. **Son seul objectif est d'améliorer la sécurité maritime et la prévention de la pollution par les navires et d'en tirer des enseignements susceptibles de prévenir de futurs sinistres du même type.** En conséquence, l'utilisation de ce rapport à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.

Pour information, la version officielle du rapport est la version française. La traduction en anglais lorsqu'elle est proposée se veut faciliter la lecture aux non-francophones.

PLAN DU RAPPORT

1	RÉSUMÉ	Page	5
2	INFORMATIONS FACTUELLES		
2.0	Contexte	Page	5
2.1	Navire	Page	6
2.2	Équipage	Page	13
2.3	Voyage	Page	14
2.4	Informations concernant l'accident	Page	14
2.5	Intervention	Page	16
3	EXPOSÉ	Page	18
4	ANALYSE	Page	22
4.1	Facteurs naturels	Page	23
4.2	Facteurs matériels	Page	23
4.3	Facteurs humains	Page	25
5	CONCLUSIONS	Page	27
6	MESURES PRISES PAR L'ARMEMENT	Page	27
7	ENSEIGNEMENTS	Page	28
8	RECOMMANDATIONS	Page	29
7	ANNEXES		
A.	Liste des abréviations	Page	59
B.	Décision d'enquête	Page	60
C.	Dossier navire	Page	63
D.	Carte et Radar	Page	73

1 RÉSUMÉ

Dans la nuit du 17 au 18 novembre 2015, le paquebot d'expéditions *LE BORÉAL* navigue à proximité immédiate des Iles Malouines à 15 nœuds par mer forte à très forte. 347 personnes sont à bord. Peu après minuit, au moment de la relève de quart des officiers mécaniciens, un incendie se déclare dans le compartiment des diesel-générateurs et gagne rapidement les ponts supérieurs de la machine. Le navire est alors privé d'énergie et de propulsion et seuls les équipements alimentés par le groupe électrogène de secours fonctionnent. Le système d'extinction par brouillard d'eau se déclenche automatiquement mais ne suffit pas à empêcher la propagation du feu par les nappes de câbles électriques. L'alerte est immédiatement donnée.

Les équipes de lutte et de protection parviennent à maîtriser l'incendie à 04h30 mais aucune installation ne peut être redémarrée. Le navire dérivant vers la côte, le commandant prend la décision de mouiller et de faire évacuer les passagers et la quasi-totalité de l'équipage, avec le concours de la marine britannique et de *L'AUSTRAL*, sistership appartenant à la même compagnie. Aucun passager ou membre d'équipage n'a été blessé.

Déroulement de l'enquête : lorsque le *BEA*mer arrive à bord, le navire a été remorqué et vient d'accoster à Punta Arenas (Chili). Aucun élément du circuit de combustible et des diesel-générateurs n'a été manœuvré par l'équipage depuis l'arrêt de la lutte contre l'incendie.

La version définitive du rapport intègre les remarques et précisions apportées par l'armement ainsi que les suggestions de recommandations émises par les USCG et le NTSB (États-Unis d'Amérique, État substantiellement intéressé du fait de l'armement de navires construits par les chantiers Fincantieri).

2 INFORMATIONS FACTUELLES

2.0 Contexte

LE BORÉAL bat pavillon français et est immatriculé à Mata Utu, Wallis et Futuna. Le navire est la propriété d'une société SPV (Single Purpose Vehicule) filiale d'un groupe bancaire. Il est rétrocédé en location coque nue à l'armateur par un contrat de crédit-bail longue durée, au terme duquel l'armateur a une option d'achat. L'intégralité de la gestion opérationnelle est réalisée par la compagnie (Ponant).

Le concept de croisière-expédition est décliné par Ponant sous la forme d'expéditions 5 étoiles, privilégiant la découverte de contrées peu fréquentées, notamment dans les régions arctiques et antarctiques.

2.1 Navire

Tête de série de trois autres navires, *LE BORÉAL* a été mis en service en mai 2010 aux *Fincantieri Cantieri Navali* d'Ancône.

- N° OMI : 9502506 ;
- Indicatif : FLSY ;
- Longueur hors-tout : 142,10 m ;
- Largeur hors-tout : 18,00 m ;
- Déplacement : 10992 t ;
- Propulsion : 2 moteurs électriques de 2300 kW ;
- Énergie : 4 diesel-générateurs Wärtsilä 8L20 de 1600 kW + 1 diesel-générateur additionnel Caterpillar de 800 kW (au pont 8) ;
- Groupe de secours (pont 7) : 1 diesel-générateur Isotta Fraschini de 650 kW ;
- Hélices : 2 à pales fixes ;
- Vitesse d'exploitation : 16 nœuds ;
- Compartimentage : 7 ponts et 17 compartiments étanches ;
- Société de classification : Bureau Veritas.

La capacité maximale est de 400 personnes.

2.1.1 Compartiment des diesel-générateurs (DG)

Le compartiment des DG est situé sur l'avant de la zone 1 et occupe deux ponts :

Au pont 0 il est situé entre le compartiment des moteurs électriques de propulsion (sur l'arrière) et le compartiment des ateliers et auxiliaires de traitement des huiles et combustibles (sur l'avant).

Au pont 1, il est situé entre le compartiment des moteurs électriques de propulsion et le compartiment de stockage des déchets (sur l'avant).

Aux ponts 0 et 1, il est séparé des compartiments avant et arrière par des cloisons de classe A0 munies de portes étanches. La tranche principale verticale (zone 1) est également délimitée par des cloisons A0.

Le parquet du compartiment DG est classé A0, le plafond est classé A30 (cf. annexe C9).

De bâbord à tribord, les DG sont numérotés de 1 à 4.

Cf. compartiment machine (couples 30 à 66) annexes C1 et C2 (Dossier navire).

2.1.2 Circuit de combustible

Selon la zone de navigation, les moteurs des DG sont alimentés au fuel lourd (HFO 380) ou au gazole (MDO - ou MDF). Quel que soit le combustible, le circuit d'alimentation des moteurs est commun ; le changement de combustible est progressif et s'effectue selon une procédure bien établie et anticipée à l'approche d'une zone de navigation réglementée. Au moment de l'accident, les moteurs des quatre DG sont encore alimentés au HFO.

En cas de black-out, les modules booster de combustible sont alimentés électriquement par le groupe électrogène de secours, afin de permettre le redémarrage.

Filtre duplex Bollfilter Cf. schéma en annexe C3 (Dossier navire) : le combustible d'alimentation des DG est mis sous pression par les modules booster. Chaque DG est alimenté en combustible via un filtre duplex constitué de 2 corps munis chacun d'une cartouche filtrante (1 en service, 1 en réserve). En cas d'encrassement de la cartouche filtrante en service, un secteur rouge apparaît sur un indicateur lorsque le différentiel de pression entrée-sortie est de 0,38 bar. Une alarme se déclenche si le différentiel atteint 0,5 bar. Lorsque la cartouche filtrante en service est propre, l'indicateur est blanc. Les filtres duplex des DG3 et 4 sont distants de moins d'1 mètre sur la cloison avant du compartiment des DG.



Indicateur de colmatage



Filtres DG2 détail de l'index de l'axe de commande

Remplacement de la cartouche filtrante : le corps de filtre en réserve (donc propre) est mis en service en tournant, sur un secteur d'environ 120°, un axe vertical muni d'un index à sa base. Le couvercle du corps de filtre, tenu par 3 écrous et goujons, est démonté et la cartouche filtrante encrassée est remplacée, ainsi que le joint torique du couvercle s'il est endommagé. Il n'y a pas de détrompeur, seul l'index (relativement peu visible) indique le corps de filtre qui est en service.

Pression de combustible à l'entrée des DG : la pression ne peut être lue que sur l'écran IAS (Integrated Automation System) situé au PC machine. La pression normale de fonctionnement est comprise entre 7 et 8 bars, mais les valeurs instantanées lues peuvent être supérieures à 10 bars. Ces fluctuations sont dues à l'instabilité du système IAS.

La bonne pratique consiste à permuter les filtres avant que la pression à l'entrée du DG ne tombe en dessous de 4 bars. Lorsque la pression de combustible à l'entrée du DG descend à 3 bars, une alarme de pression très basse est activée. Si la pression n'est pas rapidement rétablie (en permutant les filtres), le DG stoppe par sécurité.

« Black-out tank » : le navire n'est pas équipé d'une caisse alimentant les DG par gravité en cas de black-out.

2.1.3 Protection contre l'incendie

Le compartiment machine est protégé par une installation fixe à eau diffusée HI-FOG. Il n'y a pas d'installation fixe CO₂ ou FM200 (gaz fluoré).

HI-FOG :

Le système fixe de protection contre l'incendie développé par Marioff, sous le nom de HI-FOG, limite la quantité d'eau pulvérisée (environ 10 fois moins qu'une installation à sprinkler traditionnelle). Lorsque le brouillard d'eau se vaporise, il agit par refroidissement, inertage (déplacement de l'oxygène du fait de l'augmentation de volume des gouttelettes d'eau) et blocage du rayonnement thermique. Les têtes de l'HI-FOG sont situées à 1 mètre des plafonds, au-dessous des nappes de câbles électriques et diffusent sous chacune d'elle de façon hémisphérique.

À bord, lorsque la réserve d'eau douce de l'installation HI-FOG est épuisée, le système est alimenté par l'eau de mer du circuit incendie.

Électropompes incendie :

Le navire est équipé de trois électropompes incendie (dont une alimentée par le tableau de secours et une à démarrage automatique) d'un débit unitaire de 73 m³/h, réparties dans 3 compartiments (couples 30-41, couples 66-82 et couples 90-102).

Une électropompe d'appoint, d'une capacité de 10 m³/h, avec un hydrophore de 500 litres pour le maintien en pression du collecteur, est installée en parallèle de la pompe à démarrage automatique.

Visite annuelle du 5 juin 2014 :

Levée de la prescription de mai 2013.

Visite annuelle du 15 mai 2013 :

Protection des surfaces chaudes contre les projections de combustible et d'huile : remettre en état les calorifugeages endommagés par des fuites des vannes à fermeture rapide des capacités n°7 et 12.

2.1.4 Portes étanches

Les portes étanches sont fermées la nuit, mais les 2 portes situées entre le PC machine et le local des DG peuvent rester ouvertes afin de ne pas entraver les déplacements des mécaniciens qui sont présents 24 heures sur 24 (situation décrite en Commission centrale de Sécurité 831/Nav03 pour les portes situées en avant du couple 54, dans certaines conditions entre 06h00 et 22h00, précisées par les procédures ISM). Elles sont normalement commandées depuis la passerelle (au tableau des « hard switches »), ou à partir des sous-stations réparties par zones, ponts 2 et 3.

Elles peuvent également être manœuvrées localement : avec un levier électrique (situation normale), ou avec une dynamo (en cas de black-out) pour les 3 mouvements réglementaires d'ouverture/ fermeture/ réouverture ou de fermeture/ ouverture/ fermeture.

Chaque seuil de porte est équipé d'un volet escamotable recouvrant la glissière de porte (afin de faciliter la manutention des chariots dans les coursives).

La manœuvre des portes est signalée par un klaxon et un gyrophare.

2.1.5 Chemin de ronde de l'officier mécanicien de quart

Une ronde est effectuée en début et fin de quart par chaque officier mécanicien ; le chemin de ronde emprunté n'obéit pas à un ordre de passage prédéfini. Au cours de sa ronde, chaque officier mécanicien porte en plus une attention particulière aux auxiliaires dont il a la charge.

Les officiers mécaniciens sont munis d'une radio UHF en liaison avec la passerelle lorsque, au cours des quarts de nuit, ils se rendent dans le compartiment machine.

2.1.6 Politique de sécurité

L'armement et les équipages pratiquent une politique de la sécurité très active et un exercice est effectué environ tous les deux jours : du 29 septembre au 11 novembre 2015, le *BEAmer* a relevé 20 exercices. L'exercice d'abandon avec les passagers est systématique avec les nouveaux arrivants avant l'appareillage.

2.1.7 Organisation des équipes de lutte contre l'incendie

Déclenchement du code BRAVO : la passerelle est informée d'un départ de feu par téléphone, alarme ou radio UHF canal 1.

Les communications entre cellules d'organisation et passerelle se font par radio UHF.

Les communications entre cellules d'organisation et pompiers se font par VHF.

Lorsque le code BRAVO est annoncé, le commandant, le chef mécanicien et le second capitaine se rendent en passerelle pour décider de la première action à mettre en œuvre. Puis le chef mécanicien vient assister l'équipe machine si nécessaire. Le second capitaine rejoint la première équipe d'intervention et remplace l'officier sécurité qui monte en passerelle.

La lutte contre l'incendie est organisée en équipes affectées à des tâches spécifiques :

- 1 équipe de première intervention (constituée de 6 personnes, dans un premier temps sous l'autorité de l'officier sécurité) se rend immédiatement dans la zone concernée et poursuit les actions engagées par le personnel déjà sur place.
- 2 équipes passerelle (dont 1 constituée de 4 personnes, sous l'autorité du commandant, et 1 mobile constituée de 4 personnes, dans un premier temps sous l'autorité du second capitaine).
- 1 équipe machine (constituée de 5 personnes, sous l'autorité du second mécanicien) se tient au PC machine.

La première annonce du code BRAVO est destinée aux équipes d'attaque et de protection qui vont s'équiper :

- 3 équipes d'attaque du feu, revêtues de la tenue de pompier lourd (équipes A, B et C, chacune constituée de 3 personnes, dont 2 sous l'autorité d'un officier mécanicien et 1 sous l'autorité de l'assistant sécurité).
- 3 équipes de protection, équipées de tenues de sécurité et du matériel ad-hoc (équipes D, E et F, chacune constituée de 2 personnes).

Dès que le code BRAVO est actionné, les équipes d'attaque et de protection se rendent dans l'une des 3 armoires d'équipement pompier (1 par zone, réparties par ponts espacés). Une fois équipées, elles se rendent au point de rendez-vous.

En appui : une équipe de première évacuation (pour le contrôle des accès et les zones à évacuer), une équipe médicale (sous l'autorité du médecin) et une équipe de gestion des mouvements de foule (sous l'autorité du directeur de croisière).

2.1.8 Plan d'évacuation

Une analyse du plan d'évacuation a été effectuée au moyen d'un logiciel ad-hoc, et suivant les recommandations de l'annexe 2 de la MSC135/Circ.1238, le navire étant modélisé en 3D. Le scénario retenu est celui où le plus grand nombre de personnes ont à parcourir le plus long chemin (scénario de nuit). Le délai calculé est de 41 minutes (ce délai doit être inférieur à 60 minutes).

2.1.9 Rôles en cas d'alarme générale et d'abandon du navire

Toutes les opérations sont supervisées de la passerelle par le commandant. Les membres d'équipage qui n'ont pas de rôle attribué en cas d'alarme générale et d'abandon du navire, respectent les mêmes consignes que les passagers.

Alarme générale : le point de rassemblement nominal est le théâtre (situé au pont 4, à l'arrière du navire).

Les opérations d'encadrement et de guidage des passagers et membres d'équipage vers le point de rassemblement sont effectuées sous l'autorité de l'hôtel manager, qui rend compte à la passerelle par radio UHF. Les différentes équipes déployées lui rendent compte, également par radio UHF.

Les passagers et membres d'équipage, munis des brassières de sauvetage à disposition dans leurs cabines (lorsque celles-ci sont accessibles), sont guidés et rassemblés par deux équipes en deux bordées A1 (brassières marquée d'un 1 pour les cabines tribord) et A2 (brassières marquée d'un 2 pour les cabines bâbord) au théâtre. Un pointage est effectué et il est vérifié que toutes les cabines et leurs dépendances sont vides.

Sur place, une équipe gère les communications et rassemble les passeports des passagers et de l'équipage, ainsi que certains documents du bord et objets de valeur.

Deux autres équipes gèrent, l'une les éventuels mouvements de foule, l'autre les passagers handicapés (sous l'autorité de l'infirmière), conformément à l'ADA (American Disability Act).

2.1.10 Drome de sauvetage

Les deux embarcations de sauvetage (une de chaque bord, la 1 étant à tribord, la 2 à bâbord) ont chacune une capacité de 150 places. Elles font également office de tenders. Les huit radeaux de sauvetage (quatre de chaque bord) ont chacun une capacité de 25 places. En complément, 2 canots de secours d'une capacité de 6 personnes peuvent être utilisés pour assurer la sécurité sur le plan d'eau (notamment des radeaux de sauvetage, qui n'ont pas de moyen autonome de déplacement) si l'état de la mer le permet.

Le plan de sauvetage (Life Saving Appliance fonctionnal plan) montre la possibilité de mettre les embarcations à l'eau par 20° de gîte et 10° d'assiette.

Abandon du navire : l'alarme d'abandon n'est activée, sur ordre du commandant, que lorsque les patrons d'embarcation ont rendu compte à la passerelle que les embarcations sont parées et gréées. Les passagers sont alors guidés du théâtre vers les points d'embarquement aux embarcations de sauvetage pont 4.

Un pointage à l'embarquement est effectué et l'autorisation d'aménagement est demandée au commandant par chaque patron d'embarcation.

Le rôle d'abandon ne prévoit pas que des passagers embarquent à bord des radeaux de sauvetage. Les radeaux ne sont gonflés que lorsque l'ordre d'abandon est donné et l'embarquement se fait sous bossoir au pont 5.

2.2 Équipage

L'équipage se compose de 143 personnes. L'équipage de conduite pont et machine est constitué de 39 personnes dont 14 officiers (1 second mécanicien en doublure et un officier pont supplémentaire durant les circuits polaires).

En plus, une équipe de 10 naturalistes (dont 1 chinoise), spécialistes des écosystèmes des contrées fréquentées, se trouve à bord.

Officiers de quart au moment de l'accident :

Machine :

Officier extérieur : quart de 20h00 à minuit (1 soir sur 2). Maintenance des installations d'hôtellerie, des embarcations et des semi-rigides.

27 ans, officier polyvalent, titre STCW de second mécanicien. A navigué dans les fonctions d'élève officier polyvalent, puis de lieutenant et d'officier mécanicien à bord de navires RoPax. Embarqué au Ponant dans la fonction d'officier mécanicien depuis avril 2015. Totalise 14 mois d'expérience dans cette fonction.

3ème mécanicien : quart de minuit à 04h00. Production de l'eau et traitement des eaux usées.

24 ans, officier polyvalent, titre STCW de chef de quart. Navigue au Ponant dans les fonctions d'élève officier polyvalent, puis d'officier mécanicien depuis octobre 2013. Totalise 6 mois d'expérience dans la fonction d'officier mécanicien à bord du *BORÉAL*.

Passerelle :

Lieutenant navigation : quart de minuit à 04h00.

28 ans, officier polyvalent, titre STCW de second capitaine 3000 et de second mécanicien. Embarqué au Ponant dans les fonctions d'officier pont ou mécanicien depuis le 3ème trimestre 2010. Totalise 4 mois 1/2 d'expérience dans la fonction de lieutenant.

Tous trois sont à jour de leur visite médicale d'aptitude.

2.3 Voyage

Croisière de 11 jours en Antarctique au départ d'Ushuaia, appelée Grande boucle australe, permettant aux passagers de découvrir les macro-écosystèmes caractéristiques des Îles Malouines, de la Géorgie du Sud et de la Péninsule Antarctique. Le retour à Ushuaia se fait par le passage de Drake.

Pour cette croisière, 347 personnes sont à bord, dont 194 passagers de différentes nationalités, comprenant notamment un groupe de 90 Chinois (70 francophones et 20 anglophones).

2.4 Informations concernant l'accident

Position (GPS - journal passerelle) : 51°10' sud - 059°13' ouest.

En fin de quart, vers 23h20, l'officier mécanicien extérieur effectue une ronde dans le compartiment machine. En fin de ronde, vers 23h30, le parcours habituel qu'il emprunte le

conduit, après intervention sur des matériels installés près du bordé tribord (remplissage de la bache alimentaire de chaudière), sur l'avant du DG4 ; il constate, en regardant sur sa droite, que l'indicateur de colmatage du filtre duplex du DG4 est rouge (sur 75 à 80% du secteur). L'officier extérieur remarque également une odeur d'échappement inhabituelle.

À l'aide d'une clé, l'officier extérieur permute le filtre duplex du DG4 sur l'élément de réserve - le filtre colmaté est isolé et l'indicateur de colmatage devient blanc. Il termine sa ronde sur l'avant du compartiment des DG et remonte au PC Machine, vers 23h35, pour remplir le journal machine des différents paramètres relevés.

Lorsque l'officier mécanicien prenant le quart suivant (de minuit à 4h00) arrive au PC machine, l'officier extérieur lui fait part de ses dernières observations, notamment son intention de remplacer la cartouche filtrante colmatée et l'odeur d'échappement. L'officier prenant vérifie que le fonctionnement de la ventilation machine est normal. Tous deux évoquent la possibilité de fuites au niveau des cheminées.

Vers 00h10, l'officier extérieur se rend au local de traitement des combustibles (pont 0) et se munit du matériel nécessaire au remplacement d'une cartouche filtrante, puis pénètre dans le local des DG et se dirige vers les filtres duplex des DG3 et 4, situés sur sa gauche. Les deux indicateurs de colmatage des filtres 3 et 4 sont blancs. Vraisemblablement trompé par sa mémoire visuelle, l'officier extérieur entreprend alors le démontage du couvercle de l'élément gauche du filtre duplex du DG3, pensant être celui qui est colmaté et qui a été isolé précédemment. Alors que les 3 écrous du couvercle sont à peine desserrés, une fuite de combustible sous pression se produit en direction de la turbosoufflante du DG3. Sentant quelques gouttes de combustible l'atteindre au visage, l'officier extérieur n'a que le temps de se baisser et de s'écarter, voyant à cet instant une boule de feu à proximité du coude d'échappement de la turbosoufflante.

Au même moment, au PC machine, l'officier de quart de minuit à 4h00 constate que les DG1 et 2 sont en surcharge et demande immédiatement à la passerelle de réduire l'allure sur les moteurs de propulsion. Les DG3 et 4, dont le fonctionnement est vraisemblablement perturbé par l'incendie, sont par contre en sous-charge. Une série d'alarmes sortent simultanément.

Sans avoir pu resserrer le couvercle du filtre d'où provient la fuite, l'officier extérieur se dirige au plus vite vers le PC machine et, avant même d'atteindre le PC, crie à son collègue de stopper les DG3 et 4. Au même instant celui-ci stoppe les DG1 et 2 (du fait de la surcharge qu'il a constatée) par les boutons poussoirs d'arrêt d'urgence. Les DG3 et 4 stoppent instantanément par sécurité. Le navire est en black-out et le DG de secours démarre.

2.5 Intervention

Dès que l'officier de quart passerelle est informé du feu en machine, il déclenche le code BRAVO. Le commandant et le second capitaine se rendent à la passerelle et le chef mécanicien au PC machine.

Les équipes A, B et C de lutte contre l'incendie et les équipes de protection se rendent à leurs armoires respectives et s'équipent.

Lutte contre l'incendie :

Le HI-FOG se déclenche automatiquement au-dessus des 4 DG.

La fermeture des portes étanches et des portes coupe-feu est actionnée depuis la passerelle.

Le HI-FOG est déclenché manuellement depuis le PC machine sur la zone totale des DG et le local de traitement des combustibles.

Les vannes à fermeture rapide d'alimentation en combustible (VFR) des DG sont fermées - les commandes sont situées à l'extérieur du PC machine, sur une cloison contiguë.

De la passerelle, le second capitaine annonce le point de rassemblement au PC machine aux équipes d'intervention en précisant que l'escalier Alpha (seul escalier desservant tous les ponts, du compartiment machine au pont 7, à l'arrière du navire) est devenu impraticable.

À **00H24**, lorsque le chef mécanicien arrive au PC machine, le pont 2 est déjà envahi par de la fumée et a été évacué ; le second mécanicien est déjà sur place (sa cabine est proche du PC machine).

Vers **00H40** une équipe de lutte contre l'incendie ferme la totalité des VFR par les commandes situées au niveau des caisses journalières. L'équipe remonte au PC machine et signale que le feu est éteint au niveau des DG3 et 4.

Le chef mécanicien prend rapidement connaissance de la situation en passerelle puis envoie une équipe rouvrir les VFR (au niveau des caisses journalières) et tenter de redémarrer un DG (le 1 ou le 2) en local par le distributeur d'air du DG (l'IAS est indisponible).

Du fait du mélange de HI-FOG et de fumée, la visibilité dans le local DG est très mauvaise.

Lorsque l'équipe de lutte redescend, elle constate qu'un feu roulant a enflammé les nappes de câbles fixées au plafond du local DG, au-dessus des sprinklers HI-FOG. Le chef mécanicien est averti et informe le commandant qu'il ne sera pas possible de redémarrer un DG, et par conséquent la propulsion.

Le feu se propage par les nappes de câbles vers les ponts supérieurs du compartiment machine, jusqu'à atteindre le pont 5.

L'équipe de lutte qui se trouve dans le compartiment machine ne parvient pas à refermer la porte étanche de séparation entre le local DG et le local de traitement des combustibles (C54) : le confinement du local DG n'est plus assuré ; l'incendie ne se propage toutefois pas aux locaux adjacents.

Une équipe de protection se rend dans le local de traitement des ordures pour refroidir la cloison A0 contiguë des caisses journalières et de décantation.

Une deuxième équipe de protection refroidit le sol de la cuisine, situé au-dessus du plafond A30 du local des DG.

Une équipe de lutte se rend dans le compartiment machine à la recherche de l'équipe qui ne répond pas aux appels - les communications par VHF sont difficiles.

Les fumées sont abondantes au PC machine et le point de rassemblement est déplacé au Point d'accueil, pont 3. Peu après, les équipes de lutte remontent du compartiment machine et se rejoignent au point de rassemblement.

Une équipe de lutte actionne le déclenchement manuel du HI-FOG dans la totalité des compartiments machine (Total flooding), via la clarinette HI-FOG située sur la cloison du local de traitement des combustibles. Cette action a pour effet de faire chuter la pression de HI-FOG dans l'ensemble des compartiments. Pour rétablir la pression, certaines vannes sont alors fermées sur la clarinette par l'équipe de lutte.

Les équipes de protection disposent des lances de refroidissement à partir des accès des ponts 2 à 4, ainsi que des lances d'arrosage en pluie des « casings » bâbord et tribord, à partir des accès des ponts 7 et 8.

Vers **02H00**, alors que le chef mécanicien rapporte au commandant que le feu semble maîtrisé, un départ de feu est signalé par une équipe de lutte au niveau du bouilleur

(tableau électrique et nappe de câbles du bouilleur). Un feu roulant est également signalé sur le plafond du compartiment des DG. Le refroidissement du plafond du compartiment des DG est accentué à l'aide d'une deuxième manche sur le sol de la cuisine.

Vers **03H15**, la caisse eau douce d'alimentation du HI-FOG est vide : alimentation du HI-FOG avec de l'eau de mer.

Les trois équipes de lutte se relaient en attaque du local DG, via le local des moteurs de propulsion, et le feu est maîtrisé à **04H30**.

3 EXPOSÉ

Heures UTC - 3

Le **17 novembre** à **19H15** appareillage du mouillage de Grave Cove (Iles Malouines) à destination de Salisbury (Géorgie du Sud).

Nuit du 17 au 18 novembre,

Météo : vent de nord-ouest 40 à 45 nœuds, mer forte à très forte.

LE BORÉAL fait route à 15 nœuds au 091° afin de parer les roches Eddystone à 1,3 mille et le Cap Dolphin, situé plus à l'est. Le quart passerelle est assuré par un lieutenant et un élève officier.

Un matelot, joignable par talkie-walkie, effectue des rondes de sécurité (Fire patrol) dans tout le navire et peut être mobilisé par l'officier de quart passerelle, si besoin.

À partir de **00H16mn12s** apparition des alarmes incendie (catégorie « Fire detectors & Hi-Fog ») zone 1, du pont 1 au pont 7, visualisées sur le synoptique du navire (pupitre sécurité de la passerelle) et enregistrées par l'ESD (Système de sécurité du navire).

À **00H17**, appel du PC machine demandant à l'officier de quart passerelle de réduire l'allure, puis de stopper les moteurs de propulsion. Le PC machine annonce un feu au compartiment des DG.

De **00H18 à 00h19**, déclenchement automatique du signal d'urgence dans tout le navire (2 sons brefs), suivi de l'annonce par l'officier de quart passerelle de l'alarme « code

BRAVO » (à 3 reprises). Arrêt d'urgence des DG 1 et 2. Les DG3 et 4 stoppent automatiquement du fait de l'incendie. Black-out. Démarrage automatique du DG de secours. La ventilation stoppe et les ventelles se ferment : le compartiment machine est confiné, le dispositif d'extinction automatique HI-FOG se déclenche.

Le navire court sur son erre puis se place travers au vent, en dérivant vers la côte (Cap Dolphin) ; la profondeur est d'environ 70 mètres. Le commandant arrive à la passerelle et envoie le bosco en attente à l'avant, afin d'être paré à mouiller lorsque la profondeur sera moins importante.

Vers **00H23**, évacuation des ponts 1 et 2 zone 1.

Vers **00H24**, envoi d'un message de détresse en phonie VHF, en HF et en MF par l'ASN (Appel Sélectif Numérique) et par message préenregistré « Feu » via l'Inmarsat C.

Le commandant appelle la personne désignée de la compagnie (DPA) et l'informe de la situation afin de déclencher une cellule de crise.

Une équipe de pompiers fait une première investigation. Début de la lutte contre l'incendie.

Vers **00H25**, alarme générale. Le point de rassemblement (situé au théâtre) étant dans la même tranche incendie que le compartiment DG, le commandant relocalise immédiatement le point de rassemblement passagers et équipage au salon observatoire (pont 6, au-dessus de la passerelle). Le commandant fait une première communication aux passagers, en français et en anglais. Cette communication est traduite en chinois.

Le feu est plusieurs fois maîtrisé mais reprend.

Voir position du navire sur radar à **00H26** en annexe D1 (Carte et Radar).

Vers **02H00**, appel du MRCC Falmouth (dont dépend le MRSC Falklands), coordinateur de la zone SAR (dont dépend le navire au titre du Plan de coopération avec les SAR).

Vers **02H30**, premier contact avec l'hélicoptère Rescue 01 des Forces militaires britanniques des îles sud-Atlantique, envoyé par le MRSC Falklands.

Nombreux échanges radio entre la passerelle et l'OSC (On Scene Commander) qui est à bord de l'hélicoptère Rescue 01.

3 hélicoptères (2 en permanence sur zone et 1 en avitaillement), 1 avion C130 et 4 navires (dont *L'Austral*) sont mobilisés par le MRCC et font route vers *Le Boréal*.

Le navire dérive vers la côte à environ 2,5 nœuds. La dérive est analysée pour le choix d'un point de mouillage sûr.

Le commandant communique une nouvelle fois en direct aux passagers et à l'équipage. Les passagers et l'équipage, pris en charge par l'équipe d'évacuation, sont calmes ; il n'y a aucun signe d'affolement.

Distribution de nourriture, de boissons et de comprimés contre le mal de mer.

Vers **04H23**, mouillé bâbord 8 maillons dans des fonds sains de 40 mètres (51°14,25 sud - 059°02,11 ouest). Le navire fait tête.

Relève d'OSC, celui qui coordonne les opérations est à bord de l'avion C130.

Le point de rassemblement des équipes de lutte est déplacé au pont 4 du fait des remontées de fumées du compartiment machine, via la cuisine et les escaliers des ponts 2 et 3.

Voir position du navire sur radar à **04H24** en annexe D2 (Carte et Radar).

À **04H30**, le feu est maîtrisé et la gîte sur bâbord atteint 14°. En l'absence de moyen de contrôle de la stabilité du navire, décision d'arrêter l'arrosage de refroidissement et l'HI-FOG.

Le commandant prend la décision d'évacuer les passagers et l'équipage. Seuls le commandant et 10 membres d'équipage resteront à bord. L'OSC et le DPA sont informés.

Le commandant diffuse des annonces pour que l'équipage guide les passagers vers le pont des embarcations, en empruntant le pont 7, pour éviter les coursives présentant un risque de présence de fumée.

À **04H32mn04s**, fin des alarmes et pré-alarmes de catégorie « Fire detectors & Hi-Fog ».

Vers **04H35** le commandant accepte l'aide de l'hélicoptère de la Royal Air Force et 28 personnes sont hélitreuillées en 4 rotations depuis le pont piscine.

Peu avant **05H00**, à bord de l'embarcation n°1 (tribord), embarquement de 86 passagers et 32 membres d'équipage, sous l'autorité du lieutenant navigation.

À bord de l'embarcation n°2 (bâbord), embarquement de 105 passagers et 35 membres d'équipage, sous l'autorité de l'officier Environnement.

De **05H00** à **05H15** mise à l'eau des 2 embarcations de sauvetage, sous l'autorité du commandant.

4 radeaux de sauvetage sont percutés mais 2 seulement sont mis à l'eau (1 de chaque bord) avec 25 membres d'équipage chacun.

Les embarcations sont chargées de rassembler les radeaux, en attente de l'hélicoptère.

Vers **07H00** les membres d'équipage à bord des radeaux de sauvetage sont hélitreuillés vers le Cap Dolphin.

À **07H05** arrivée sur zone du *HMS CLYDE*.

Vers **07H10** la demande, formulée par le commandant, d'autorisation de pompage des cales afin de rétablir la gîte est refusée par les autorités britanniques.

De **07H10** à **08H30**, tentatives, sans succès compte tenu de l'état de la mer, du *HMS CLYDE* pour embarquer par les échelles de pilote les passagers et membres d'équipage se trouvant à bord des 2 embarcations de sauvetage.

Vers **09H00**, arrivée de *L'AUSTRAL*. Mise à l'eau des zodiacs de *L'AUSTRAL* pour assister les embarcations.

Vers **09H30**, première tentative d'assistance de *L'AUSTRAL*, infructueuse du fait des conditions de mer.

De **09H30** à **11H00**, le *HMS CLYDE*, *L'AUSTRAL* et les 2 embarcations (assistées de 2 zodiacs de *L'AUSTRAL*) font route en convoi à allure réduite vers White Rock Bay, abri le plus proche situé à 12 milles au sud.

Vers **11H40**, arrivée du remorqueur *GIESSENSTROOM*, affrété par le ministère de la Défense britannique.

Vers **12H00**, transfert des passagers et membres d'équipage des embarcations de sauvetage 1 et 2 à bord de *L'Austral*, assistés des zodiacs de *L'Austral* et du *HMS Clyde*.

Les passagers et membres d'équipage hélitreuillés sont pris en charge à la base militaire de Mount Pleasant.

Vers **13H00**, remorque capelée et largage de l'étalingure après marquage par orin et bouée. Le convoi fait route vers Mare Harbor.

Le **19 novembre**,

Vers **01H40** le groupe électrogène de secours est stoppé (présomption d'avarie). Alimentation du bord par les batteries de sauvegarde.

Vers **08H00**, *L'Austral* accoste à Port Stanley. Prise en charge des passagers et membres d'équipage du *BORÉAL*.

Vers **15H15** un deuxième remorqueur est capelé à l'arrière (*DINTELSTROOM*).

Vers **16H00** le pilote et le commodore responsable de l'opération de sauvetage sont embarqués, accompagnés d'une douzaine de marins du *HMS Clyde* pour aider à la manœuvre, le bord étant privé d'énergie.

Vers **17H00**, amarré au quai militaire de Mare Harbor.

4 ANALYSE

La méthode retenue pour cette analyse est celle utilisée par le *BEA mer* pour l'ensemble de ses enquêtes, conformément au Code pour la conduite des enquêtes sur les accidents de l'Organisation Maritime Internationale (OMI), résolution MSC 255 (84) et au Règlement (UE) n°1286/2011 de la commission du 09 décembre 2011 portant adoption d'une méthodologie commune pour enquêter.

Les facteurs en cause ont été classés dans les catégories suivantes :

- **facteurs naturels ;**
- **facteurs matériels ;**

- **facteurs humains ;**
- **autres facteurs.**

Dans chacune de ces catégories, les enquêteurs du *BEA*mer ont répertorié les facteurs possibles et tenté de les qualifier par rapport à leur caractère :

- **certain ou hypothétique ;**
- **déterminant ou sous-jacent ;**
- **conjoncturel ou structurel ;**
- **aggravant.**

avec pour objectif d'écarter, après examen, les facteurs sans influence sur le cours des événements et de ne retenir que ceux qui pourraient, avec un degré de probabilité appréciable, avoir pesé sur le déroulement des faits. Ils sont conscients, ce faisant, de ne pas répondre à toutes les questions suscitées par l'évènement.

4.1 Facteurs naturels

Il n'y a pas de facteur naturel à l'origine de l'évènement. Mais du fait des conditions de mer, le séjour à bord des embarcations de sauvetage a été pénible pour la plupart des passagers et membres d'équipage

4.2 Facteurs matériels

4.2.1 Filtres duplex Bollfilter

La fréquence de remplacement des cartouches filtrantes est très variable. Elle est au plus haut (2 à 3 fois par jour) après passage du HFO vers le MDO, car celui-ci produit un effet de « décalaminage » des caisses journalières, de décantation et des circuits qui colmate les cartouches. Le manuel de maintenance du bord ne préconise cependant pas d'intervention à moins de 1000 heures de fonctionnement.

À noter que certains fabricants proposent un dispositif détrompeur empêchant l'accès aux écrous de démontage du couvercle du filtre en service.

L'absence de détrompeur sur les couvercles des filtres duplex Bollfilter est un **facteur sous-jacent** d'accident.

Au cours du démontage du couvercle de l'élément gauche du filtre du DG3, à l'origine de la fuite, et effectué par le bord en présence du *BEA*mer, il a été constaté que la tenue de l'un des 3 écrous n'était plus assurée, les derniers filets du goujon étant cassés à l'intérieur de l'écrou. Cette rupture confirme les nombreuses interventions qui sont effectuées sur ces filtres.

4.2.2 Capotage - calorifugeage des sorties d'échappement des turbosoufflantes

La mauvaise tenue des fixations des capotages entraîne un risque d'exposition d'une surface chaude (supérieure à 400°C) en cas de chute ou de maintien partiel sur le coude d'échappement.

La trace laissée par la fuite de HFO sur le capotage - calorifugeage ainsi que sur le coude d'échappement du DG3 atteste que celui-ci était partiellement détaché de son emplacement adéquat. Cette mauvaise tenue est en partie due à la rupture de la vis de fixation arrière du capotage sur le coude d'échappement de la turbosoufflante, antérieurement à l'accident (corrosion observée au niveau de la rupture).

Cf. photos C7 et C8 en annexe (Dossier navire).

L'officier extérieur indique qu'au cours de la ronde effectuée en début de quart, le capotage - calorifugeage du DG3 était en place. Au cours de la ronde effectuée en fin de quart, le trajet « retour » emprunté (via la partie extérieure tribord du local DG), le capotage - calorifugeage du DG3 n'est pas dans son champ visuel ; de même, lorsque vers 00h10 l'officier extérieur se rend à nouveau dans le local des DG pour changer la cartouche filtrante encrassée, il ne regarde a priori pas dans la direction de l'échappement du DG3.

La mauvaise tenue des capotages - calorifugeages des DG Wärtsilä 8L20 est un **facteur aggravant** en cas de fuite d'huile ou de combustible. Elle constitue également un **facteur de risque** pour l'équipage machine.

4.2.3 Déclenchement de l'incendie

L'officier extérieur indique qu'une boule de feu a immédiatement pris naissance à proximité de la turbosoufflante du DG3. Ce rapide embrasement pourrait être dû à une saturation de l'atmosphère par un brouillard de HFO à proximité d'une surface portée à haute température (le coude d'échappement de la turbosoufflante, dont le capotage - calorifugeage était défaillant).

4.2.4 Fuite de combustible

Les vannes à fermeture rapide ont été actionnées vers 00h40, soit moins d'une trentaine de minutes après le début de la fuite. Or il a été constaté que la quantité de combustible dispersée au pont 0 du compartiment des DG était très importante, au regard du volume de combustible qui a pu être envoyé par le module booster (qui reste alimenté par le DG de secours en cas de black-out) au filtre duplex du DG3.

Au moment de l'enquête du *BEA*mer, l'étanchéité des vannes à fermeture rapide n'a pas pu être testée. L'incendie a cependant été rapidement maîtrisé à proximité des DG3 et 4 par l'action du HI-FOG.

4.2.5 Communications

Les signaux des radios UHF étant amplifiés, l'autonomie des relais des radios UHF est de 30 minutes en cas de black-out. Les communications par VHF ne souffrent pas de limites d'autonomie mais sont plus difficiles, car les ponts et cloisons du navire constituent un obstacle à la propagation.

Le réseau de téléphonie du bord et le PA (« Public announcement »), alimenté par le DG de secours, ont été largement utilisés pour organiser les différents points de rendez-vous.

4.3 Facteurs humains

Organisation du quart machine :

Le quart est permanent. Les officiers sont seuls à la machine, les ouvriers mécaniciens travaillent à la journée.

Le temps de travail de l'officier extérieur alterne 1 jour sur 2 :

- 8 heures de travail à la journée, ou,
- 7 heures de travail à la journée + quart de 20h00 à minuit en alternance avec le second mécanicien.

Pour les tâches extérieures à la machine, cet officier est assisté par 3 ouvriers (1 frigoriste, 1 plombier et 1 mécanicien). Le travail de saisie des travaux effectués et des

commandes de pièces de rechange entraîne des dépassements d'horaire. Au cours du mois d'octobre 2015, le temps de repos moyen par 24 heures enregistré par l'officier extérieur a cependant été de 14 heures.

Les officiers mécaniciens interviewés au cours de l'enquête ont fait observer que la présence d'un ouvrier mécanicien serait profitable pendant les quarts de nuit, notamment pour les tâches à effectuer dans le compartiment de traitement des combustibles.

Origine de la fuite de HFO :

Vers 20h00, le 17 novembre, le second mécanicien avait décidé d'alimenter les DG par un couple caisse journalière - caisse de décantation qui n'était pas en service depuis que l'officier extérieur était à bord (le 25 septembre). Lorsque, à la fin de son quart, l'officier extérieur constate que l'indicateur de colmatage du DG4 est rouge, il a un doute sur la « qualité » du HFO de la caisse journalière en service, ce qui conforte son intention de remplacer la cartouche filtrante encrassée, sans attendre que cette opération soit réalisée par un ouvrier mécanicien le lendemain matin.

Vers 00h10, soit environ 40 minutes après avoir permuté le filtre du DG4, l'officier extérieur est vraisemblablement trompé par sa mémoire visuelle lorsque, revenant du PC machine pour réaliser l'opération de remplacement, il commence à dévisser le couvercle du filtre du DG3 qui est en service, donc sous pression.

Cette confusion est le **facteur déterminant** de l'accident.

Le BEAMer ne retient pas l'hypothèse d'un manque d'étanchéité du boisseau du filtre duplex du DG3 : il a en effet été constaté que le couvercle de l'élément partiellement desserré à l'origine de la fuite était celui vers lequel l'index était orienté, donc en service.

Lutte contre l'incendie :

L'organisation de la lutte contre l'incendie a consisté à adapter aux conditions rencontrées le rôle d'incendie nominal, fréquemment répété en exercice. Cette adaptation rapide n'a été possible que par la forte réactivité d'un équipage entraîné, encadré par des officiers fidélisés ayant une très bonne connaissance du navire.

Evacuation du navire :

L'évacuation a été conduite tel qu'il est prévu par la procédure d'abandon du navire. Les passagers et l'équipage ayant été préparés à cette possibilité, il n'y a eu aucun mouvement de panique.

5 CONCLUSIONS

LE BORÉAL naviguait dans une zone où les moteurs des Diesel-générateurs sont alimentés au HFO ;

L'officier mécanicien qui est intervenu pour effectuer le remplacement d'un élément de filtre à combustible colmaté a vraisemblablement été trompé par sa mémoire visuelle et a entrepris le démontage d'un élément qui était sous pression ;

Un incendie s'est immédiatement déclaré au niveau de la turbosoufflante du DG3 et s'est rapidement propagé, via les nappes de câbles, dans les ponts supérieurs de la machine.

6 MESURES PRISES PAR L'ARMEMENT

Travaux de nuit :

Diffusion d'une note du service technique interdisant les travaux de nuit sur la ligne de combustible par une personne seule.

Exercices incendies :

Diffusion aux capitaines d'une note du service technique précisant les points spécifiques devant être maîtrisés par les officiers mécaniciens et les officiers pont (cf. Annexe C10).

Filtres Duplex à combustible :

Les filtres duplex à combustible vont être remplacés par des filtres de nouvelle génération, munis d'un témoin de pression et d'un robinet de purge, au cours des travaux de remise en état du navire.

Protection des DG :

À l'étude par le service technique :

- l'installation d'un écran de protection placé sur l'avant des DG,
- la possibilité de montage de capotages - calorifugeages monoblocs identiques à ceux utilisés sur les DG Wärtsilä de nouvelle génération.

Nappes de câbles :

Le service des constructions neuves a lancé une étude et des réflexions concernant les phénomènes de propagation du feu via les nappes de câbles.

Gestion de l'évacuation du navire :

L'armement a intégré au retour d'expérience de l'événement la gestion de l'évacuation du navire, telle qu'elle a été perçue par certains passagers.

7 ENSEIGNEMENTS

« Safe return to port » :

La 82^{ème} session du MSC de novembre - décembre 2006 a amendé les chapitres II-1 et II-2 de la convention SOLAS, en incorporant des critères visant à améliorer la capacité de survie des navires à passagers après une avarie majeure. L'objectif est de permettre à l'équipage et aux passagers de rester à bord, alors que le navire se dirige en sécurité vers un port. Le navire doit être conçu avec un appareil propulsif et des systèmes essentiels redondants.

À bord du *BORÉAL*, la redondance (deux moteurs électriques de propulsion et quatre diesel-générateurs) est numériquement assurée. Mais le cloisonnement entre local DG et local propulsion ne constitue pas une architecture en deux « salles des machines » totalement distinctes et autonomes en cas d'incendie ou d'envahissement de l'un de ces compartiments. Compte tenu de la date de construction du navire, cette disposition n'était pas applicable.

Le service des constructions neuves a intégré cette nouvelle obligation pour la prochaine série de navires. Elle figure dans les spécifications d'appels d'offres lancés vers les chantiers européens.

Nappes de câbles (cf. Annexe C5 et C6) :

La conductivité du cuivre a facilité la propagation du feu vers les ponts supérieurs, sans que le HI-FOG puisse contribuer efficacement à l'extinction. Alors que de nombreux équipements sont intacts, les armoires électriques d'alimentation et les nappes de câbles, situées à proximité, ont été détruites. À noter toutefois que le câblage était certifié conforme aux normes exigées par la réglementation.

Clarinette de commande manuelle de l'installation HI-FOG :

Compte tenu de son emplacement à bord (sur la cloison du local de traitement des combustibles), la manœuvre des vannes de la clarinette a dû être effectuée par une équipe de lutte contre l'incendie : l'installation devrait être préservée des locaux à risque et pouvoir être pilotée à distance (de la passerelle).

8 RECOMMANDATIONS

Le BEA mer recommande :

À Ponant :

- 1.** 2016-R-003 : de mener une réflexion sur l'opportunité de la présence d'un ouvrier mécanicien pendant les quarts de nuit (notamment pour les travaux sur les circuits de combustible et/ou présentant un risque pour le personnel ou le navire).
- 2.** 2016-R-004 : d'étudier l'intérêt de la ségrégation des circuits MDO et HFO pour l'alimentation des DG.
- 3.** 2016-R-005 : de mener une étude sur les moyens de communication radio les plus adaptés aux équipes de lutte contre l'incendie.

Marine safety investigation report

FIRE **in the engine compartment**

on board the expedition-cruiser liner

LE BOREAL

ON 18 NOVEMBER 2015

off Falkland Islands

Warning

This report has been drawn up according to the provisions of Transportation Code, specially clauses L.1621-1 to L.1622-2 and R.1621-1 to R.1621-38 relating to technical and safety investigations after marine casualties and terrestrial accidents or incidents and concerning the implementation of directive 2009/18/CE on the investigation of accidents in the maritime transport sector and in compliance with the «°Code for the Investigation of Marine Casualties and Accidents°» laid out in Resolution MSC 255 (84) adopted by the International Maritime Organization (IMO) on 16 May 2008 and published by decree n° 2010-1577 on 16 December 2010.

It sets out the conclusions reached by the investigators of the *BEA*mer on the circumstances and causes of the accident under investigation and proposes safety recommendations.

In compliance with the above mentioned provisions, the analysis of this incident has not been carried out in order to determine or apportion criminal responsibility nor to assess individual or collective liability. Its sole purpose is to improve maritime safety and the prevention of maritime pollution by ships. The use of this report for other purposes could therefore lead to erroneous interpretations.

For your information, the official version of the report is written in French language. The translation in English language is to facilitate the reading of this report to those who are not French speakers.

REPORT CONTENT

1	SUMMARY	Page	34
2	FACTUAL INFORMATION		
2.0	Background	Page	34
2.1	Ship particulars	Page	35
2.2	Crew particulars	Page	42
2.3	Voyage particulars	Page	43
2.4	Marine casualty information	Page	43
2.5	Emergency response	Page	44
3	NARRATIVE	Page	46
4	ANALYSIS	Page	51
4.1	Natural factors	Page	51
4.2	Material factors	Page	52
4.3	Human factors	Page	53
5	CONCLUSIONS	Page	55
6	MEASURES TAKEN BY THE SHIPOWNER	Page	55
7	LESSONS	Page	56
8	RECOMMENDATIONS	Page	57
7	APPENDICES		
A.	Abbreviation list	Page	59
B.	Investigation decision	Page	60
C.	Vessel files	Page	63
D.	Chart and Radar	Page	73

1 SUMMARY

During the 17 November 2015 night, the expedition-cruiser liner *LE BOREAL* was underway at 15 knots with a rough to very rough sea state in the vicinity of the Falkland Islands. 347 persons were on board. Soon after midnight, at the time of the engineers' watchkeeping relief, a fire broke out in the diesel-generator compartment and spread quickly to the engine room upper decks. The vessel was then a dead ship without propulsion and only the equipment powered by the back-up group was working. The water-mist extinguishing system triggered automatically but was not efficient enough to prevent the fire to spread along bunched cables. The alarm was immediately raised.

Firefighting and protection teams managed to control the fire at 4.30 am but no plant could be restarted. As the vessel was drifting towards the coast, the master made the decision to drop anchor and to evacuate the passengers and almost all the crewmembers, with the support of the Royal Navy and of *L'Austral*, her sister-ship owned by the same company. There were no injuries to the passengers or crew.

Management of the investigation: when *BEA*mer arrived on board, the vessel had been towed and had just come alongside at Punta Arenas (Chile). No fuel circuit or diesel-generator element has been manoeuvred by the crew since the end of the firefighting.

The final version of the report includes the ship-owner's comments and clarifications as well as suggestions for recommendations issued by the USCG and the NTSB (USA being a substantially interested state to be informed on the fitting-out of vessels built by Fincantieri shipyard).

2 FACTUAL INFORMATION

2.0 Background

LE BOREAL flies the French flag and is registered at *Mata Utu*, Wallis and Futuna. The vessel is owned by a SPV (Single Purpose Vehicle) type company, which is a wholly owned subsidiary of a banking group. She is leased back to the shipowner under a bareboat long term leasing contract, at the end of which the shipowner has a call option. Vessel's operations are wholly managed by the company (*Ponant*).

The expedition-cruise concept has been adapted by *Ponant* as 5 star expeditions, giving priority to unfrequented areas, particularly Arctic and Antarctic regions.

2.1 Ship particulars

First of a series of three vessels, *LE BOREAL* has been commissioned in May 2010 at *Fincantieri Cantieri Navali* in Ancona.

- IMO Nr : 9502506;
- Call sign : FLSY;
- Length overall : 142.10 m;
- Breadth overall : 18.00 m;
- Displacement : 10992 t;
- Propulsion : 2 x 2300 kW electric engines;
- Power : 4 diesel-generators: *Wärtsilä* 8L20 of 1600 kW +
1 additional Diesel-generator: Caterpillar of 800 kW (on deck 8);
- Backup group (deck 7) : 1 diesel-generator: *Isotta Fraschini* of 650 kW;
- Propellers : 2 (fixed blades);
- Operation speed : 16 knots;
- Subdivision : 7 decks and 17 watertight compartments;
- Classification society : Bureau Veritas.

The maximum number of persons is 400.

2.1.1 Diesel-generator compartment (DG)

The DG compartment is located forward in zone 1 and covers two decks:

On deck 0 it is located between the electric propulsion engine compartment (aft) and the workshops and oil and fuel treatment auxiliary compartment (forward). On deck 1, it is located between the electric propulsion engine compartment and the waste disposal compartment (forward).

On decks 0 and 1, it is separated from forward and aft compartments by class A-0 bulkheads fitted with watertight doors. The main vertical zone (zone 1) is also delimited by A-0 bulkheads.

The platform of the DG compartment is also classed A-0; the ceiling is classed A-30 (See appendix C9).

From port to starboard, DG are numbered 1 to 4. See engine compartment (frames 30 to 66) appendices C1 and C2.

2.1.2 Fuel circuit

Depending on the navigation area, DG engines are fed with heavy fuel oil (HFO 380) or marine diesel oil (MDO - or MDF). Whatever the fuel, the engine fuel supply circuit is shared; the fuel switch is gradual and carried out following a well-established procedure and anticipated as approaching a regulated navigation area. At the time of the accident, the four DG engines were still fed with HFO.

In case of black-out, the fuel oil booster modules are electrically powered by the backup group, in order to allow to restart.

Bollfilter duplex filter See appendix C3 (Vessel files): DG feed fuel is pressurised by the fuel booster modules. Each DG is fed with fuel via a duplex filter made of two bodies each with a filter cartridge (1 in use, 1 spare). If the filter cartridge in use is clogged, a red sector appears on an indicator when the differential pressure between input and output is of 0.38 bar. An alarm triggers if the differential pressure reaches 0.5 bar. When the in use filter cartridge is clean, the indicator is white. DG3 and 4 duplex filters are less than 1 meter apart on the DG compartment fore bulkhead.



Clogging indicator



DG2 filter index

Changing the filter cartridge: the reserve filter body (therefore clean) is put in use by turning a vertical shaft fitted with an index at its base, through an angle of about 120°. The cover of the filter body, held by 3 nuts and studs, is disassembled and the clogged filter cartridge is changed - as well as the cover O-ring seal if damaged. There is no positioning pin; there is only the index (hardly visible) to show which filter body is in use.

Fuel pressure at the DG inlet: the pressure can be read only on the IAS (Integrated Automation System) display located in the engine control room. The normal operating pressure is ranging between 7 and 8 bars, but the current values read can be above 10 bars. These fluctuations are due to the instability of the IAS.

It is good practice to swap filters before the DG inlet pressure drops to 4 bars. When the DG fuel inlet pressure drops to 3 bars, a very low pressure alarm is activated. If the pressure is not rapidly restored (by swapping the filters), the DG shuts down for safety.

Blackout tank: the vessel was not fitted with a tank that supplies the DG via gravity feed in case of blackout.

2.1.3 Fire protection

The engine compartment was protected by a fixed pressure water-spraying fire-extinguishing system Hi-Fog. There was no fixed CO₂ or FM 200 (fluorinated gases) suppression system.

HI-FOG:

The fixed fire protection system developed par Marioff, known as HI-FOG, discharges a fine water mist in limited quantity (using about 10 times less water than conventional sprinkler systems). When the water mist evaporates, it absorbs heat efficiently through evaporation, inerting (displacement of oxygen due to the increase of water droplet volume) and blocking radiant heat. HI-FOG sprayheads are located at 1 meter of the ceilings, under the electric bunched cables and spray downwards with a hemispherical shape.

On board, when the HI-FOG fresh water tank is empty, the system is supplied by the seawater of the fire system.

Electrical fire pumps:

The vessel is fitted with three electrical fire pumps (one of which powered by the emergency switchboard and one starting in automatic mode) with a discharge rate of 73 m³/h, distributed in 3 compartments (frames 30-41, frames 66-82 and frames 90-102).

An electrical jockey pump, with a discharge rate of 10 m³/h, with a hydrophore of 500 litres to maintain the pressure in the circuit, is installed in parallel with the pump starting automatically.

Annual visit on 5 June 2014:

Lifting of the prescription issued in May 2013.

Annual visit on 15 May 2013:

Protection of the hot surfaces against spray of fuel and oil: repair the insulation damaged by leaks from quick-closing valves of tanks Nr 7 and 12.

2.1.4 Watertight doors

The watertight doors are closed at night, but the 2 doors located between the engine control room and the DG compartment can remain open in order to allow the unhindered moving of the engineer working there 24/7 (situation described in *Commission centrale de Sécurité* - Safety central commission - 831/Nav03 for the doors forward frame 54, under certain conditions between 6.00 am and 10.00 pm, as specified by the ISM procedures). These are normally controlled from the bridge (from the « hard switches » panel), or from the sub-stations distributed in the zones, on decks 2 and 3.

They also can be manoeuvred locally: with an electrical lever (normal operation), or with a direct current generator (in case of blackout) for the 3 statutory manoeuvres of opening/ closing/ reopening or of closing/ opening/ closing.

Each door threshold is fitted with a retractable part covering the sliding door guide (in order to facilitate handling of trolleys in alleyways).

A horn and a rotating light signal the manoeuvre of the doors.

2.1.5 Patrol pattern of the engineer officer of the watch

Patrols are carried out at the beginning and at the end of the watch by each engineer officer; the patrol pattern used is not preset. Additionally during his patrol, each engineer officer pays a special attention to the auxiliaries in his care.

The engine officers carry a UHF radio set in contact with the bridge, when they go to the engine compartment, during night watches.

2.1.6 Safety policy

The shipowner and the crews have a very active safety policy and a safety drill is carried out approximately every two days: from 29 September to 11 November 2015, *BEAmer* counted 20 drills. The abandon ship drill with the passengers is automatic with newcomers before sailing.

2.1.7 Firefighting team organisation

Trigger of code BRAVO: the bridge is informed of a fire outbreak by phone, alarm or UHF radio channel 1.

Communications between organisation cells and bridge are by UHF radio.

Communications between organisation cells and firefighters are by VHF.

When code BRAVO is announced, the master, the first officer and the chief engineer join the bridge to decide the first action to be implemented. Then the chief engineer supports the engine control room team if necessary. The first officer joins the first action team and relieve the safety officer who goes up to the bridge.

Firefighting is organised in teams assigned to specific tasks:

- 1 first action team (made of 6 persons, initially under the authority of the safety officer) goes immediately in the concerned zone and carries out the actions taken by the staff already on site.
- 2 bridge teams (1 of which made of 4 persons, under the master's authority, and 1 mobile made of 4 persons, initially under the authority of the first officer).

- 1 engine room team (made of 5 persons, under the authority of the second engineer) on stand-by in the engine control room.

The first announcement of code BRAVO is aimed at the firefighting and protection teams which equip themselves:

- 3 firefighting teams, wearing the heavy fire equipment (teams A, B and C, each made of 3 persons, 2 of them under the authority of an engineer officer and 1 under the authority of the assistant safety officer).
- 3 protection teams, wearing safety outfit and equipped with ad-hoc appliance (teams D, E and F, each made of 2 persons).

As soon as code BRAVO is activated, firefighting and protection teams go to one of the 3 firefighter's equipment cabinet (1 per zone, distributed on separate decks). Once equipped, they go to the meeting point.

In support: a first evacuation team (for access control and zones to be evacuated), a medical team (under the authority of the ship's doctor) and a crowd-control team (under the authority of the cruise director).

2.1.8 Evacuation plan

The analysis of the evacuation plan had been conducted with the help of the ad-hoc software, and following the recommendations of appendix 2 of MSC135/Circ.1238, the vessel modelled in 3D. The selected scenario was the one where the greatest number of persons have the longest way to go (night scenario). The computed time-frame is of 41 minutes (it has to be under 60 minutes).

2.1.9 Station bills in case of general emergency and abandon ship

All the operations are monitored from the bridge by the master. The crewmembers who are not assigned to a specific task in case of general emergency and abandon ship, follow the same instructions than the passengers.

General emergency: the normal muster point is the theatre (located aft on deck 4).

Passenger and crewmember control and guiding to the muster point operations are carried out under the authority of the hostel manager, who reports to the bridge by UHF radio. The various teams deployed report to him, as well by UHF radio.

Passengers and crewmembers, equipped with the lifejackets available in their cabins (when these are accessible), are guided and mustered by two teams in two shifts A1 (lifejackets labelled with a 1 for starboard cabins) and A2 (lifejackets labelled with a 2 for port cabins) towards the theatre. A counting is done and a check that all cabins and their annexes are evacuated.

On the spot, a team manages the communications and collects the passports of the passengers and crewmembers, as well as some vessel's documents and valuables.

Two other teams are in charge of crowd-control for one, disabled passengers (under the nurse's authority) for the other, according to ADA (American Disability Act).

2.1.10 Survival craft

The two lifeboats (one on each side of the vessel, the 1 being on starboard, the 2 being on port) have a capacity of 150 seats each. They are also used as tenders. The eight liferafts (four on each side) have a capacity of 25 seats each. Additionally, 2 rescue boats with a capacity of 6 persons can be used to ensure the safety on the water (particularly for the liferafts, which have no means to move autonomously), sea state permitting.

The Life Saving Appliance functional plan shows the possibility to launch the lifeboats with a list of 20° and a trim of 10°.

Abandon ship: the abandon ship alarm is activated only when the coxswains have reported that the lifeboats are ready and rigged. The passengers are then guided from the theatre to the lifeboat embarkation stations on deck 4.

Noses are counted upon embarkation and authorisation to lower is requested to the master by each coxswain.

The embarkation of passengers in liferafts is not provided for in the abandon ship station bill. Liferafts are inflated only when the evacuation order is given and the boarding in the davit-launched rafts takes place on deck 5.

2.2 Crew particulars

The crew was made of 143 persons. The operational crew is made of 39 persons 14 of whom officers (1 understudy second engineer and one additional deck officer during polar circuits).

Additionally, a team of 10 naturalists, visited region ecosystem specialists, was on board.

Officers on watch at the time of the accident:

Engine watch:

Hotel officer, on watch from 8.00 pm to midnight (1 night out of 2), maintenance of the equipment (hotel facilities, crafts and rigid inflatable boats):

27 years old, dual purpose officer, STCW second engineer certificate. Had gone to sea in a dual purpose cadet position, then as a ship mate and an engineer officer on board RoPax vessels. Has joined *Ponant* in an engineer officer position since April 2015. Had a total experience of 14 months in this function.

3rd engineer officer on watch from midnight to 4.00 am (water production and wastewater treatment):

24 years old, dual purpose officer, STCW officer of the watch certificate. Has been going to sea with *Ponant* in a dual purpose cadet position then as an engineer officer since October 2013. Had a total experience of 6 months in an engineer officer position on board *LE BOREAL*.

Bridge watch:

Navigation officer, on watch from midnight to 4.00 am:

28 years old, dual purpose officer, STCW chief mate 3000 and second engineer certificates. Has been going to sea with *Ponant* in deck officer and engineer officer positions since the 3rd term of 2010. Had a total experience of 4. 1/2 months as a mate.

The three of them had an up-to-date medical certificate.

2.3 Voyage particulars

11 day Antarctic cruise sailing from Ushuaia, called *Grande boucle australe* (Austral large round trip), allowing the passengers to discover the macro-ecosystems typical of the Falkland Islands, South Georgia and Antarctic Peninsula. The return trip to Ushuaia passes through Drake's passage.

During this cruise, 347 persons were on board, 194 of whom passengers of various nationalities, including particularly a group of 90 Chinese (70 are French-speaking and 20 are English-speaking).

2.4 Marine casualty information

Position (GPS - bridge logbook): 51°10' south - 059°13' west.

At the end of the watch, around 11.20 pm, the hotel officer began a patrol in the engine room. At the end of the patrol, around 11.30 pm, the usual pattern led the latter, after an intervention on equipment located close to the starboard plating (feeling of the boiler feed water tank), forward DG4; the hotel officer observed, looking on the right, that the DG4 duplex filter clogging indicator was red (on 75 to 80% of the sector). An unusual exhaust gas smell was observed as well.

Equipped with a wrench, the hotel officer switched the DG4 duplex filter for the reserve element - the clogged filter was isolated and the clogged filter indicator became white. The hotel officer came to the end of the patrol on the forepart of the DG compartment and walked back up to the engine control room, around 11.35 pm, and filled the engine room logbook with the various recorded parameters.

When the engineer officer taking over the next watch (0.00 to 4.00 am) arrived in the engine control room, the hotel officer reported him the last observations, particularly the intention to replace the clogged filter cartridge and the exhaust gas smell. The officer taking over the watch checked the normal operation of the engine room ventilation. Both contemplated potential leaks at the funnels.

Around 0.10 am, the hotel officer went to the fuel treatment room (deck 0), fitted with the equipment required to replace a filter cartridge. Then the hotel officer entered the DG compartment and went to DG3 and 4 duplex filters, located on the left-hand side. Filters 3 and 4

clogged filter indicators were white. Presumably misled by a faulty visual memory, the hotel officer undertook then to disassemble the DG3 duplex filter left element cover, which the latter thought it was the clogged one that had been previously isolated. When the 3 cover nuts were just loosened, a pressurised oil fuel leak arose towards the DG3 turboblower. As some drops of fuel were reaching the hotel officer's face, the latter had only time to go down and step aside. At this instant the hotel officer saw a fireball in the vicinity of the turboblower exhaust elbow.

At the same time, at the engine control room, the 0.00 to 4.00 am officer on watch observed that DG1 and 2 were overloaded and requested immediately the bridge to reduce speed. DG3 and 4, which operation was likely to be disrupted by the fire, were by contrast underloaded. A series of alarms set off simultaneously.

Without being able to retighten the filter cover from which the leak was originated, the hotel officer rushed back to the engine control room and, before even reaching the control room, shouted to the colleague on watch to stop DG3 and 4. At the same instant the latter shut down DG1 and 2 (because of the observed overload) using the emergency stop pushbuttons. DG3 and 4 shut down instantly for safety. The vessel was in a blackout situation and the backup DG started.

2.5 Emergency response

As soon as the officer of the watch was informed of the fire in the engine room, he triggered code BRAVO. The master and the first officer came to the bridge and the chief engineer to the engine control room.

Firefighting teams A, B and C and protection team went to their respective cabinets and got equipped.

Firefighting:

The HI-FOG system triggered automatically over the 4 DGs.

The shutting of the watertight and fireproof doors had been actuated from the bridge.

The HI-FOG system had been triggered manually from the engine control room in the total DG zone and in the fuel treatment room.

The DG quick closing valves (QCV) had been closed – the controls of which are located outside the engine control room, on an adjacent bulkhead.

From the bridge, the first officer announced the meeting point at the engine control room to the intervention teams indicating that staircase Alpha (only staircase accessing all decks from engine compartment to deck 7, aft of the vessel) had become impracticable.

At **0.24 am**, when the chief engineer arrived at the engine control room, deck 2 was already smoke-filled and had been evacuated; the second engineer was already on the spot (his cabin is close to the engine control room).

Around **0.40 am** a firefighting team closed all the QCV using the controls located at the daily tanks. The team came back up to the engine control room and reported “fire’s out” at DG3 and 4.

The chief engineer got quickly informed of the situation at the bridge then sent a team to reopen the QCV (at the daily tanks) and tried to restart a DG (the 1 or the 2) locally with the DG air control valve (the IAS was not available).

Due to the mix of HI-FOG and smoke, the visibility in the DG compartment was very poor.

When the firefighting team got back down, it observed that the fire, rekindling randomly, had set fire to the bunched cables fixed at the DG compartment ceiling, above the HI-FOG sprinklers. The chief engineer was informed and reported to the master that it would be impossible to restart a DG, and consequently the propulsion.

The fire spread along the bunched cables towards the upper decks of the engine compartment, up to deck 5.

The firefighting team which was in the engine compartment was unable to shut the watertight partition door between DG room and fuel treatment room (C54): the containment in the DG room was no longer ensured, however the fire did not spread to adjacent compartment.

A protection team moved to the waste treatment room to cool the class ‘A-0’ bulkhead adjacent to the daily tanks and settling tanks.

A second protection team was cooling the floor of the galley, located over the class ‘A-30’ ceiling of the DG compartment.

A firefighting team went to the engine compartment in search of the team which did not answer the calls - VHF communications were difficult.

Smokes were abundant in the engine control room and the meeting point was moved to the receiving Point on deck 3. Soon after, the firefighting team came back from the engine compartment and mustered at the meeting point.

HI-FOG was manually triggered by a firefighting team in all the engine compartments (Total flooding), via the HI-FOG valve manifold located on the bulkhead of the fuel treatment room. This action resulted in a HI-FOG pressure drop in all the compartments. To restore the pressure, some of the valves were then closed at the valve manifold by the firefighting team.

The protection teams place cooling hose nozzles from the accesses of decks 2 to 4, as well as spray nozzles from port and starboard casings, from the accesses of decks 7 and 8.

Around **2.00 am**, while the chief engineer was reporting to the master that the fire seemed to be under control, an outbreak of fire was reported by a firefighting team at the fresh water generator (switchboard and bunched cables of the fresh water generator). A fire, rekindling randomly, was also reported on the ceiling of the DG compartment. The cooling of the DG compartment ceiling was reinforced with the help of a second hose on the floor of the galley.

Around **3.15 am** the HI-FOG fresh water feeding tank was empty: HI-FOG fed with seawater.

The three firefighting teams were taking turn firefighting in the DG compartment, via the propulsion engine room, and fire was out at **4.30 am**.

3 NARRATIVE

Hours UTC - 3

On **17 November** at **7.15 pm** sailing from Grave Cove anchorage (Falkland Islands) bound to Salisbury (South Georgia).

17 November night,

Weather conditions: 40 to 45 knot north-westerly wind, rough to very rough sea state.

LE BOREAL was heading 091° at 15 knots in order to clear Eddystone Rocks at 1.3 mile and Dolphin Cape, located further east. A mate and a cadet were in charge of the bridge watch.

A hand, who could be reached by walky-talky, was carrying out fire patrols all around the vessel and could be mobilised by the officer of the watch, if necessary.

From **0.16.12 am** fire alarms set off (« Fire detectors & Hi-Fog » alarm category) in zone 1, from deck 1 to deck 7, displayed on the vessel synoptic panel (bridge safety console) and recorded by the ESD (Vessel safety system).

At **0.17 am**, call from the engine control room requesting the officer of the watch to reduce speed, then to stop the propulsion engines. The engine control room reported a fire in the DG compartment.

From **0.18 am to 0.19 am**, automatic set off of the emergency signal in all the vessel (2 short blasts), followed by the announcement by the officer of the watch of the « code BRAVO » alarm (3 times). Emergency stop of DG 1 and 2. DG3 and 4 stopped automatically due to the fire. Blackout. Automatic start of the backup DG. The ventilation stopped and dampers shut down: the engine compartment was confined, HI-FOG automatic suppression system triggered.

The vessel was on headway then she came wind abeam, drifting towards the coast (Dolphin Cape); the depth was of about 70 meters. The master arrived on the bridge and send the bo'sun on stand-by on the forecastle, in order to be ready to drop anchor when the depth would be less important.

Around **0.23 am**, evacuation of decks 1 and 2 in zone 1.

Around **0.24 am**, voice VHF, HF and MF mayday call by DSC (Digital Selective Calling) and by pre-recorded « Fire » message via the Inmarsat C.

The master called the company designated person ashore (DPA) and informed her of the situation in order to set up a crisis unit.

A firefighter team carried a first investigation. Beginning of the firefighting.

Around **0.25 am**, general alarm. As the muster point, located in the theatre, was in the same fire zone as the DG compartment, the master relocated immediately the passenger and crewmember muster point in the look-out lounge (deck 6, above the bridge). The master made a first communication to the passengers, in French and English. This communication had been translated in Chinese.

The fire has been several times under control but rekindled.

See Radar picture at **0.26 am** in appendix D1 (Chart and Radar)

Around **2.00 am**, call of Falmouth MRCC, coordinator of the SAR area (on which Falklands MRSC and the vessel depend in accordance with the SAR cooperation plan).

Around **2.30 am**, first contact with the helicopter Rescue 01 from British Forces South Atlantic Islands operated by Falklands MRSC.

Several radio transmissions between the bridge and the OSC (On Scene Commander) who was on board the helicopter Rescue 01.

3 helicopters (2 permanently on scene and 1 refuelling), 1 C130 aircraft and 4 vessels (among which *L'AUSTRAL*) had been mobilised by the MRCC and were heading to *LE BOREAL*.

The vessel was drifting towards the coast at about 2.5 knots. The drift was analysed in order to choose a safe anchorage.

New live communication from the master to passengers and crewmembers. The passengers and crewmembers, attended by the evacuation team, were calm, there was no sign of panic.

Food and beverage distribution as well as seasick tablets.

Around **4.23 am**, port anchor deployed with 8 shackles on a safe bottom in 40 metres of water (51°14.25 south – 059°02.11 west). The vessel headed into the wind.

Relief of the OSC, the operation coordinator was then on board the C130 aircraft.

The meeting point of the firefighting teams was moved to deck 4 because of the smokes coming up from the engine compartment, via the galley and the decks 2 and 3 staircases.

See Radar picture at **4.24 am** in appendix D2 (Chart and Radar)

At **4.30 am**, as the fire was out and the port list reached 14°, and in the absence of means of control of the vessel's stability, decision was made to stop the water cooling and the HI-FOG.

The master took the decision to evacuate the passengers and the crewmembers. Only the master and 10 crewmembers would stay aboard. The OSC and the DPA were informed.

The master made announcements for the crewmembers to guide the passengers towards the lifeboat deck, using deck 7 to avoid the alleyways with a risk of smoke presence.

At **4.32.04 am**, end of « Fire detectors & Hi-Fog » category alarms and pre-alarms.

Around **4.35 am** the master accepted the support of the Royal Air Force helicopter and 28 persons were winched in 4 round flights from the swimming pool deck.

Soon before **5.00 am**, on board lifeboat nr 1 (starboard), embarkation of 86 passengers and 32 crewmembers, under the authority of the navigation officer.

On board lifeboat nr 2 (port), embarkation of 105 passengers and 35 crewmembers, under the authority of the Environment officer.

From **5.00 am** to **5.15 am** launching of the 2 lifeboats, under the master's authority.

4 liferafts were inflated but only 2 were launched (1 on each side) with 25 crewmembers each.

The lifeboats were in charge to get the liferafts together, waiting for the helicopter.

Around **7.00 am** the crewmembers on board the liferafts were airlifted to Dolphin Cape.

At **7.05 am** *HMS CLYDE* arrived in the area.

Around **7.10 am** the request, expressed by the master, for bottom pumping authorisation in order to restore the list, was refused by the British authorities.

From **7.10 am** to **8.30 am**, unsuccessful attempts, due to the sea state, to embark on board *HMS CLYDE* with pilot ladders, passengers and crewmembers who were on board the 2 lifeboats.

Around **9.00 am**, *L'AUSTRAL* arrived. She launched her zodiacs in order to assist the lifeboats.

Around **9.30 am**, *L'AUSTRAL* made an unsuccessful attempt of assistance, due to the sea state.

From **9.30 am** to **11.00 am**, *HMS CLYDE*, *L'AUSTRAL* and the two boats (assisted by *L'AUSTRAL*'s zodiacs) were heading in convoy at reduced speed to White Rock Bay, the closest shelter, located at 12 miles in the south.

Around **11.40 am**, arrival of the tug *GIESSENSTROOM*, chartered by the British ministry of Defence.

Around **12.00 am**, transfer of the passengers and crewmembers from lifeboats 1 and 2 on board *L'AUSTRAL*, with the support of zodiacs of *L'AUSTRAL* and *HMS CLYDE*.

The passengers and crewmembers airlifted were attended to at Mount Pleasant military base.

Around **1.00 pm**, towline put on and cable clinch released, after marking by an anchor buoy rope. The convoy was heading to Mare Harbor.

On **19 November**,

Around **1.40 am** the backup generating group was stopped (presumed damage). Vessel powered by the backup batteries.

Around **8.00 am**, *L'AUSTRAL* came alongside at Port Stanley. Passengers and crewmembers of *LE BOREAL* were attended to.

Around **3.15 pm** a second tug was taken astern (*DINTELSTROOM*).

Around **4.00 pm** the pilot and the commodore in charge of the rescue operation were boarded in company with a dozen of sailors from *HMS CLYDE* to give hand for the manoeuvre, as the vessel was in a dead ship condition.

Around **5.00 pm**, alongside at Mare Harbor military wharf.

4 ANALYSIS

The method selected for this analysis is the method usually employed by *BEA*mer for all its investigations, in compliance with the “Code for the Investigation of Marine Casualties and Accidents” laid out in Resolution MSC 255(84) adopted by the International Maritime Organization (IMO) and the commission regulation (EU) N°1286/2011 of 9 December 2011 adopting a common methodology for investigating marine casualties and incidents.

The factors involved have been classed in the following categories :

- **natural factors ;**
- **material factors ;**
- **human factors ;**
- **other factors.**

In each of these categories, *BEA*mer investigators have listed the possible factors and tried to qualify them relatively to their characters :

- **certain, probable, hypothetical ;**
- **casual or underlying ;**
- **circumstantial, inherent ;**
- **aggravating.**

with the aim to reject, after examination, factors with no influence on the course of events and to retain only those that could, with a good probability, have a real influence on the course of facts. The investigators are aware that maybe they have not given an answer to all the issues raised by this accident.

4.1 Natural factors

There was no natural factor at the origin of the event. But due to the sea state conditions, the time on board the lifeboats had been hard for most of the passengers and crewmembers.

4.2 Material factors

4.2.1 Bollfilter duplex filters

The filter cartridge replacement frequency is very variable. It is highest (2 to 3 times a day) after shifting from HFO to MDO, because this products a « descaling » effect in the daily tanks and settling tanks and in the circuits which clogs the cartridges. The shipboard maintenance manual does not recommend however any intervention at less than 1000 operating hours.

Note that some manufacturers propose a coding system preventing access to the nuts of the cover of the filter in operation.

The absence of a coding system on the Bollfilter duplex filter covers is an **underlying factor** of the accident.

During the disassembly of the cover of the DG3 filter left element, at the origin of the leak, done by the crew in the presence of *BEA*mer, it had been observed that, as the last coarse threads of one of the three studs was broken in its nut, the latter was not holding anymore. This rupture confirms the many interventions on these filters.

4.2.2 Lagging - cover of the turboblower exhaust

The poor holding capacity of the cover fastenings involves a risk of exposure to a hot surface (over 400°C) in case of fall or catching hold on the exhaust elbow.

The HFO leak mark on the lagging - cover as well as on the exhaust elbow of DG3 proves that this one was partially detached from its appropriate location. This poor holding is due in part to the failure of the cover rear attachment screw on the turboblower exhaust elbow, previous to the accident (corrosion observed at the rupture).

See pictures in Appendices C7 and C8.

The hotel officer indicated that during the patrol which had been carried out at the beginning of the watch, the DG3 lagging - cover was in place. The DG3 lagging - cover was not in the hotel officer's visual field on the way back from the patrol which had been carried out at the end of the watch (via the starboard outer side of the DG compartment); as well as, when around 0.10 am the hotel officer went again in the DG room to change the clogged filter cartridge, the hotel officer did not look a priori in the direction of the DG3 exhaust.

The poor holding of the lagging - cover of the DG Wärtsilä 8L20 is an **aggravating factor** in case of oil or fuel leak. It constitutes also a **risk factor** for the engine team.

4.2.3 Initiation of the fire

The hotel officer reported that a fireball originated immediately in the vicinity of the DG3 turboblower. This rapid burst of flams could be due to a saturation of the atmosphere by HFO mist close to a very high temperature surface (the turboblower exhaust elbow, the lagging - cover of which was faulty).

4.2.4 Fuel leak

The quick closing valves had been actuated around 0.40 am, that is to say less than thirty minutes after the beginning of the leak. Nevertheless it was found that the amount of fuel scattered at deck 0 in the DG compartment was very important, with regard to the volume of fuel which could have been sent by the booster module (which is kept powered by the backup DG in case of blackout) to the DG3 duplex filter.

At the time of the *BEA*mer investigation, the tightness of the quick closing valves could not be tested. The fire had however been quickly under control in the vicinity of DG3 and 4 thanks to the HI-FOG.

4.2.5 Communications

As the UHF radio signals are amplified, the autonomy of the UHF radio repeaters is of 30 minutes in case of blackout. The VHF communications do not suffer from autonomy limitations but are poorer, because of vessel's decks and bulkheads which impair the propagation of radio waves.

The vessel's telephone network and the PA (« Public announcement »), powered by the backup DG, had been widely used in order to organise the various meeting points.

4.3 Human factor

Organisation of the engine watch:

The watch is continuous. The officers are on their own in the engine compartment, the engine room ratings work during daytime.

The hotel officer's working time changes each day:

- 8 hours of work during day time,
or,
- 7 hours of work during day time + watch from 8.00 pm to midnight alternating with the second engineer.

For the tasks outside the engine compartment, this officer is assisted by 3 ratings (1 refrigerationist, 1 plumber and 1 mechanic). The data entry duty for works done and spare part orders causes overtime. During October 2015, the average resting time per 24 hours recorded by the hotel officer was however of 14 hours.

The engineer officers interviewed during the investigation pointed out the fact that the presence of a rating would be advantageous during night watches, particularly for the tasks to be carried out in the fuel treatment compartment.

Origin of the HFO leak:

Around 8.00 pm, on 17 November, the second engineer decided to feed the DG by a pair daily tank - settling tank which had not been used since the hotel officer joined the vessel (on 25 September). When, at the end of the watch, it was observed that the DG4 clogging indicator was red, the hotel officer had a doubt on the « quality » of HFO from the daily tank in use, which reinforce the latter's intention to replace the clogged filter cartridge, without waiting for a mechanic rating to carry out this operation on the next morning.

Around 0.10 am, some 40 minutes after the DG4 filter was shifted, the hotel officer, when coming back from the engine control room to perform the replacement operation, presumably misled by a faulty visual memory, began to unscrew the DG3 filter cover which was in use, therefore under pressure.

This confusion is the **causal factor** of the accident.

BEAmer does not retain the hypothesis of a lack of tightness of the DG3 duplex filter valve: it was indeed observed that the cover of the partially loose element at the origin of the leak was the one towards which the index was pointed, therefore in use.

Firefighting:

The organisation of the firefighting consisted in adapting to the encountered conditions the nominal firefighting list, frequently practiced during drills. This fast adaptation had

only been possible thanks to the higher reactivity of a trained crew, led by stable officers having a very good knowledge of the vessel.

Vessel evacuation:

The evacuation had been carried out as planned by the abandon ship procedure. As the passengers and crewmembers had been prepared for this possibility, there was no panic.

5 CONCLUSIONS

LE BOREAL was operating in an area where the Diesel-generators were fed with HFO;

The engineer officer who carried out the replacement of a clogged fuel filter element had been presumably misled by a faulty visual memory and undertook the disassembly of an element under pressure;

A fire broke out immediately at the DG3 turboblower and rapidly spread, via the bunched cables, to the upper decks of the engine compartment.

6 MEASURES TAKEN BY THE SHIPOWNER

Night work:

A technical memorandum has been issued forbidding a person alone to undertake night work on the fuel feeding line.

Fire drills:

A technical memorandum has been distributed to masters making clear which specific issues have to be controlled by engineer and deck officers (cf. DPA letter, appendix C.10).

Fuel Duplex filters:

During the restoration of the vessel the fuel duplex filters will be replaced by new generation filters, fitted with a fuel pressure warning device and a purge valve.

Protection of the DG:

Under study by the technical service:

- Installation of a protection screen placed forward the DG,
- Possibility to fit monobloc lagging - covers identical to those used by new generation Wärtsilä DG.

Bunched cables:

The newbuilding service has initiated a study and considerations concerning the fire propagation mechanisms via bunched cables.

Management of the evacuation:

The management of the evacuation of the vessel, has it was perceived by certain passengers, has been incorporated in the feedback of this event.

7 LESSONS

« Safe return to port »:

The 82nd session of MSC on November - December 2006 amended chapters II-1 and II-2 of the SOLAS convention, including criteria to improve the survivability of passenger ships after a major damage. The aim was to make it possible for crewmembers and passengers to stay safely on board, as the ship proceeds to port. The vessel has to be designed with redundant propulsion plant and vital systems.

On board *LE BOREAL*, the redundancy (two electrical propulsion engines and four diesel-generators) is numerically assured. But the division between the DG room and the propulsion room is not a two totally separate and autonomous « engine compartment » architecture in case of fire or flooding of one of these compartments. Given the date of construction of the vessel, this provision did not apply.

The newbuilding service has integrated this new requirement for the next series of vessels. It appears in the tender specifications for the European shipyards.

Bunched cables (See appendices C5 and C6):

The conductivity of copper eased the spreading of fire to the upper decks, without HI-FOG having an effective contribution to extinction. While many equipment were undamaged, electric feeder cabinets and bunched cables, located in the vicinity, were destroyed. Note however that the cabling was certified and complied with the standards required by the regulations.

Manual valve manifold control of the HI-FOG system:

Given its location on board (on the bulkhead of the fuel treatment room), the valve manifold should have been manoeuvred by a firefighting team: the system should be safeguarded from high risk areas and a remote control should be possible (from the bridge).

8 RECOMMENDATIONS

BEA mer recommends:

To Ponant:

- 1.** 2016-R-003: to reflect on the opportunity of the presence of a mechanic rating during the night watches, particularly for work on fuel circuits and/or putting the crew or the vessel at risk.
- 2.** 2016-R-004: to explore the value of segregating MDO and HFO circuits feeding the DG.
- 3.** 2016-R-005: to conduct a study on the most effective means of radio communication for fire-fighting teams.

LISTE DES ANNEXES

LIST OF APPENDICES

A. Liste des abréviations

Abbreviation list

B. Décision d'enquête

Enquiry decision

C. Dossier navire

Vessel files

D. Carte et radar

Chart and radar

Liste des abréviations

Abbreviation list

ASN	: Appel Sélectif Numérique
BEAmer	: Bureau d'enquêtes sur les événements de mer
DPA	: Designated Person Ashore
ESD	: Electronic Safety Device
GPS	: Global Positioning System
HF	: Hautes Fréquences
HFO	: Heavy Fuel Oil
HMS	: Her Majesty Ship
LLL	: Low Location Lightning
MDF	: Marine Diesel Fuel
MDO	: Marine Diesel Oil
MF	: Moyennes Fréquences
MSC	: Maritime Safety Committee
NTSB	: National Transportation Safety Board
OMI	: Organisation Maritime Internationale
OOW	: Officer Of the Watch
OSC	: On Scene Commander
RAF	: Royal Air Force
RoPax	: Navire roulier à passagers (Roll-On Roll-Off passenger ship)
SOLAS	: Safety Of Life at Sea
STCW	: Standard Training Certification and Watchkeeping
USCG	: US Coast Guard
UTC	: Temps Universel Coordonné
VDR	: Enregistreur de données de voyage (Voyage Data Recorder)

Décision d'enquête
Investigation decision

Bureau d'enquêtes sur
les événements de mer



Paris, le 19 NOV. 2015

N/Réf. : BEAmer

000009

D é c i s i o n

Le Directeur du Bureau d'enquêtes sur les événements de mer (BEAmer) ;

- Vu** le Code des transports, notamment ses articles L1621-1 à L1622-2 et R1621-1 à R1621-38 relatifs aux enquêtes techniques et aux enquêtes de sécurité après un événement de mer ;
- Vu** les SITREP SAR SPOC 2015/1328 un et deux du 18 novembre 2015 émis par le CROSS Gris-Nez ;

D É C I D E

Article 1 : En application des articles L1621-1 à L1622-2 et R1621-1 à R1621-38 du Code des transports, une enquête technique est ouverte concernant l'incendie survenu à bord du navire à passagers *LE BOREAL*, le 18 novembre 2015 au large des Îles Malouines.

Article 2 : Elle aura pour but de rechercher les causes et de tirer les enseignements que cet événement comporte pour la sécurité maritime, et sera menée dans le respect des textes applicables, notamment les articles du Code des transports susvisé et la résolution MSC 255 (84) de l'Organisation Maritime Internationale.

L'Administrateur en Chef de 1^{ère} Classe
des Affaires Maritimes
Philippe LAINE
Directeur du BEAmer



Ministère de l'Écologie,
du Développement durable
et de l'Énergie

BEAmer

Tour Pascal B
92055 LA DEFENSE CEDEX
téléphone : 33 (0) 1 40 81 38 24
télécopie : 33 (0) 1 40 81 38 42
Bea-Mer@developpement-durable.gouv.fr
www.bea-mer.developpement-durable.gouv.fr





Bureau d'enquêtes sur
les événements de mer



Paris, le 19 NOV. 2015

N/Réf. : BEAmer

000009

Decision

The Director of the Bureau d'enquêtes sur les événements de mer (BEAmer);
(French Marine Casualties Investigation Office of the Ministry of Transports)

Having regard to the Transport Code, articles L1621-1 to L1622-2 and R1621-1 to R1621-38 relating to technical and safety investigations after marine casualties;

Having regard the SITREP SAR SPOC 2015/1328 one and two established on 18 November 2015 by CROSS Gris-Nez;

DECIDE

Article 1: By application of articles L1621-1 to L1622-2 and R1621-1 to R1621-38 of the above-mentioned Code, a safety investigation will be carried out following the fire on board the passengers vessel *LE BOREAL*, French flag, off Falkland Islands on 18 November 2015.

Article 2: The purpose of this investigation is to establish the causes and to draw the conclusions which could improve the safety at sea and will be conducted under the terms of the relevant regulations, especially the above-mentioned Transport Code, and the International Maritime Organization Code (Resolution MSC 255 (84)).

L'Administrateur en Chef de 1^{ère} Classe
des Affaires Maritimes
Philippe LAINE
Director of BEAmer

Ministry of Ecology,
Sustainable Development
and Energy

BEAmer

Tour Pascal B
92055 LA DEFENSE CEDEX
Telephone: 33 (0) 1 40 81 38 24
Fax: 33 (0) 1 40 81 38 42
Bea-Mer@developpement-durable.gouv.fr
www.bea-mer.developpement-durable.gouv.fr

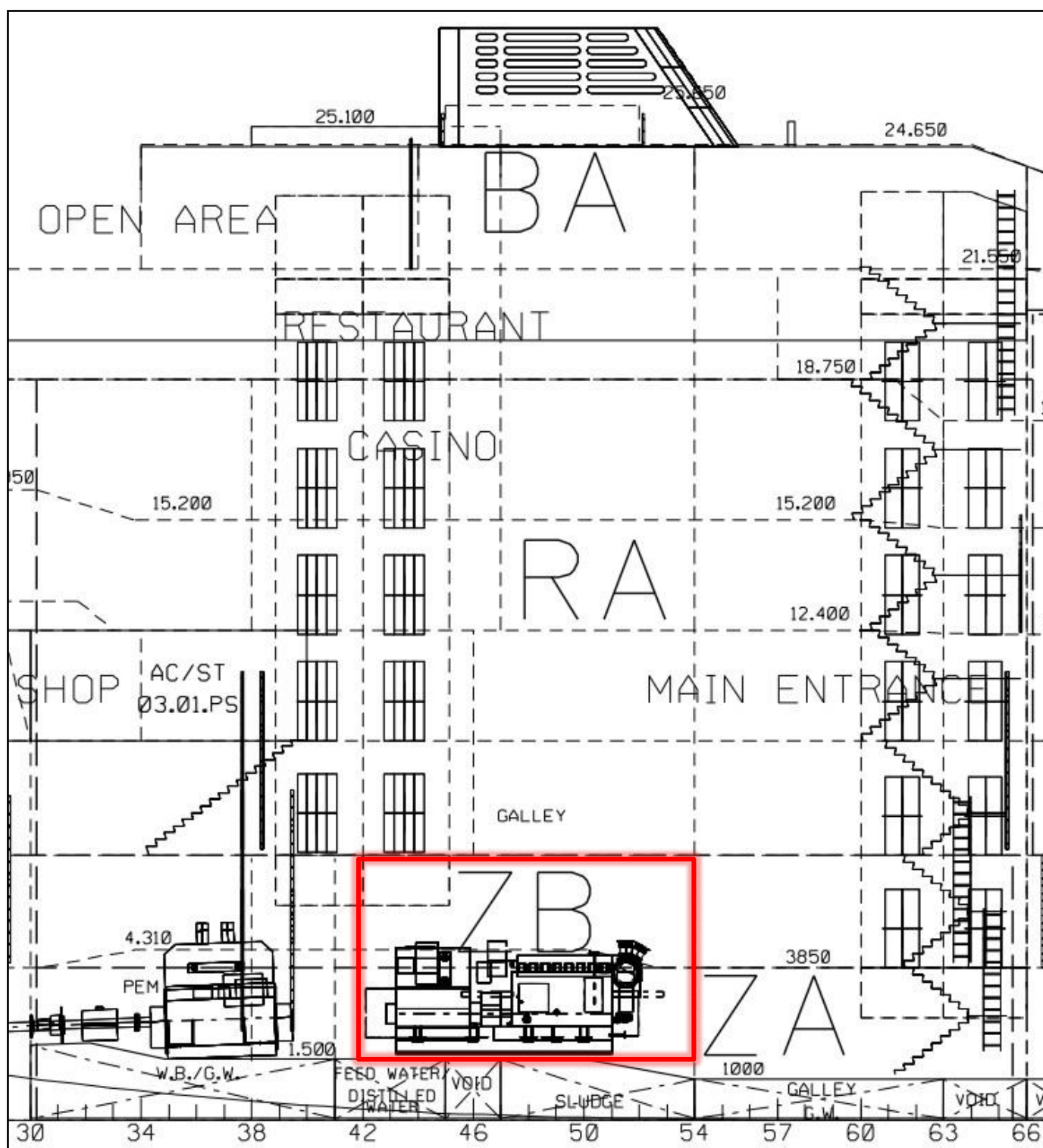


Annexe C

Appendix C

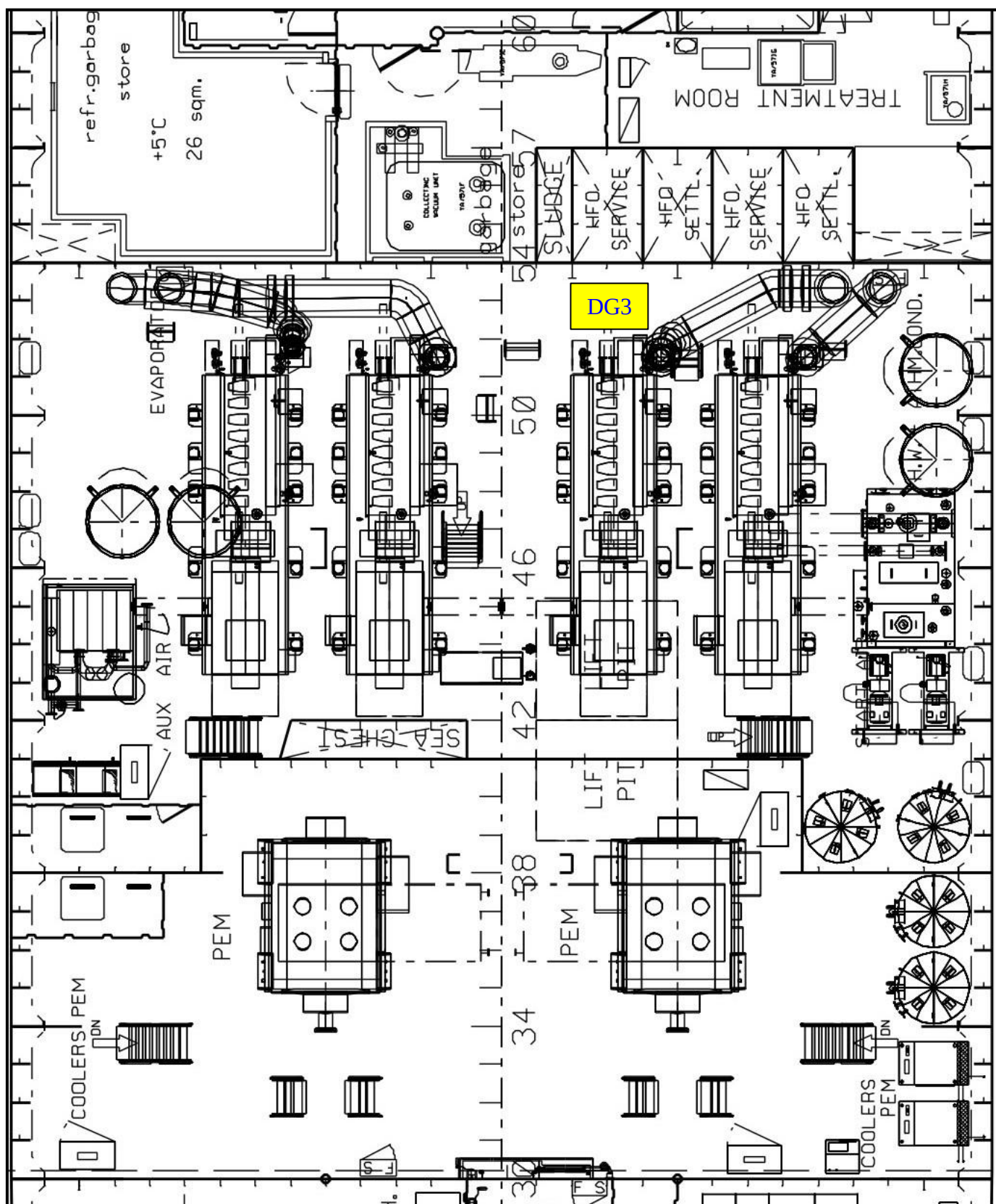
Dossier navire

Vessel files

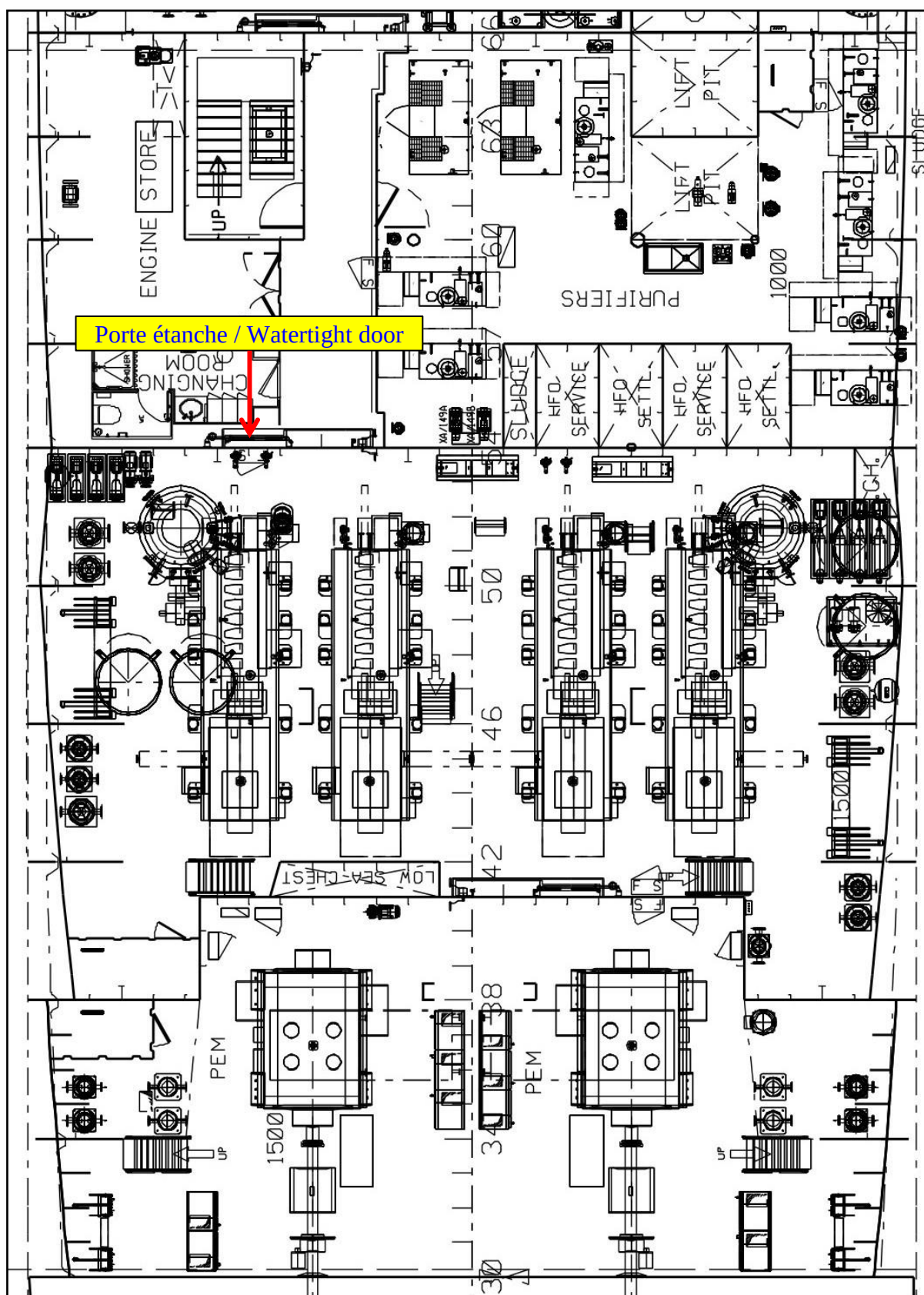


Coupe transversale couples 30 à 66 – Frames 30 to 66

Local DG / DG Room



Vue de dessus couples 30 à 60 pont 1 / Top view deck 1 frames 30 to 60



Vue de dessus couples 30 à 66 pont 0 / Top view - top deck bottom frames 30 to 66

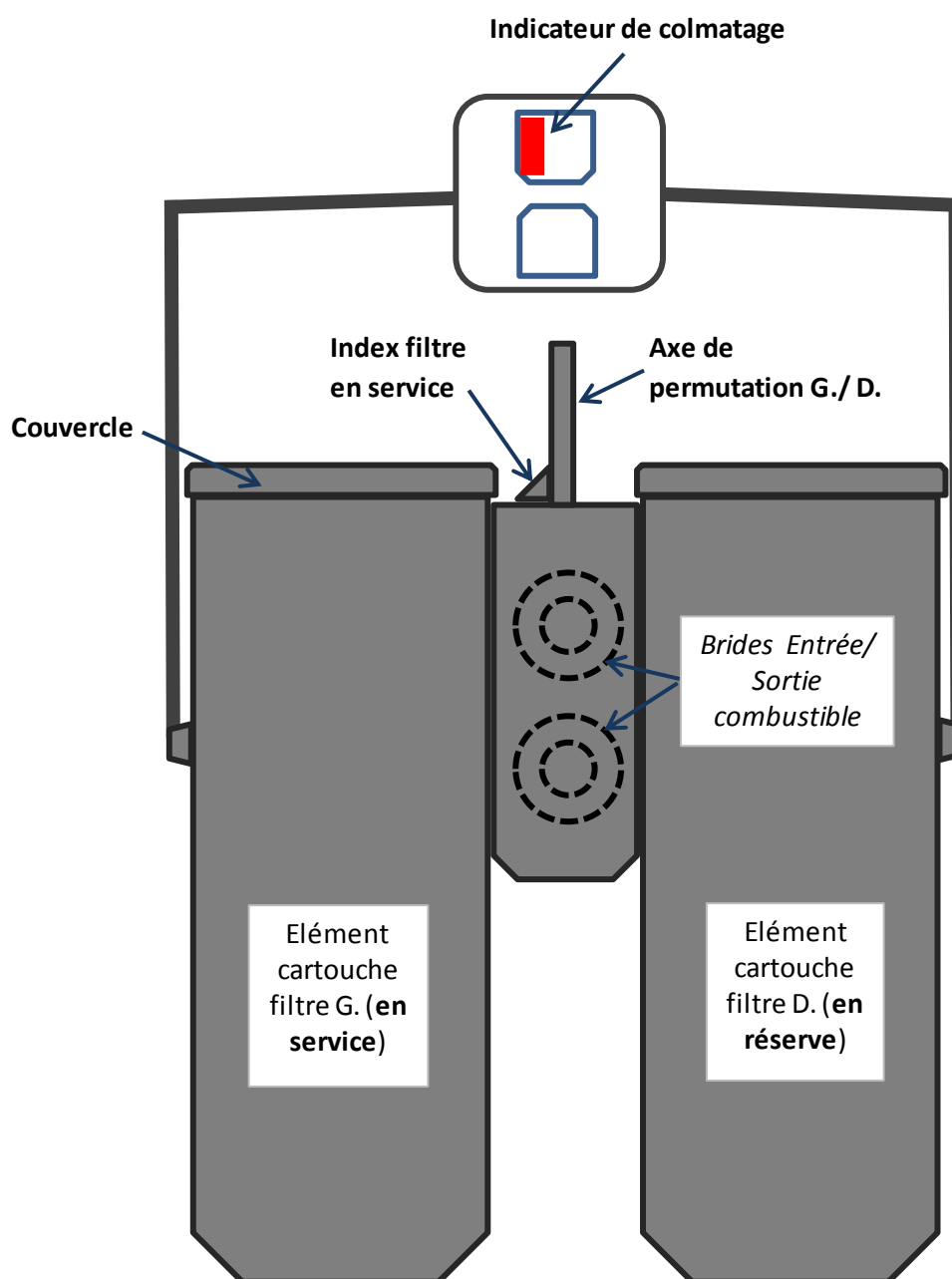


Schéma filtres duplex / Duplex filter





C6 - Nappe de câbles à proximité du DG4
Bunched cables near the DG4



Cloisonnement de type A : désigne un cloisonnement formé par une cloison ou un pont :

- a) construits en acier ou en un matériau équivalent, et
- b) renforcés de manière à pouvoir empêcher le passage de la fumée et des flammes quand ils sont soumis pendant 60 minutes à l'essai au feu standard ; ("A" Class division).

Cloisonnement de type A-0 : désigne un cloisonnement de type A qui n'est pas isolé de la façon prescrite dans la définition de cloisonnement de type A-60, cloisonnement de type A-30 et cloisonnement de type A-15 ; ("A-0" Class division).

Cloisonnement de type A-60, cloisonnement de type A-30 et cloisonnement de type A-15 désignent un cloisonnement de type A isolé au moyen de matériaux non combustibles de sorte que, si une face du cloisonnement est soumise à l'essai au feu standard, la température moyenne de l'autre face du cloisonnement ne dépasse pas de plus de 139 °C la température initiale et la température en un point quelconque, joints compris, ne dépasse pas de plus de 180 °C la température initiale pendant :

- a) les 60 premières minutes de l'essai, dans le cas d'un cloisonnement de type A-60,
- b) les 30 premières minutes de l'essai, dans le cas d'un cloisonnement de type A-30,
- c) les 15 premières minutes de l'essai, dans le cas d'un cloisonnement de type A-15; ("A-60" Class division, "A-30" Class division and "A-15" Class division).

A-class division: this is a division made of a bulkhead or a deck:

- a) made of steel or other equally fire-resistant material, and
- b) shall be made tight to prevent the passage of flame and smoke to the end of the one-hour standard fire test; ("A" Class division).

Class 'A-0' division: this is a A-Class division which is not insulated as required in the class 'A-60' division definition, class 'A-30' division and class 'A-15' division; ("A-0" Class division).

Class 'A-60' division, class 'A-30' division and class 'A-15' division refer to class 'A' division insulated with non-combustible material such that, if a side of a division is subjected to the standard fire test, the average temperature of the unexposed side will not rise more than 139°C above the original temperature, nor will the temperature, at any one point, including any joint, rise more than 180°C above the original temperature, within the time listed below:

- a) the 60 first minutes of the test, in the case of a class 'A-60' division,
- b) the 30 first minutes of the test, in the case of a class 'A-30' division,
- c) the 15 first minutes of the test, in the case of a class 'A-15' division; ("A-60" Class division, "A-30" Class division and "A-15" Class division).

	ISM / DPA LETTER	
ALL-15-009	01/12/2015	Page 1 of 1
Subject :	Fire in engine room Familiarization, vigilance & training	

To prevent any similar fire, please ensure that:

- Engineers are well familiarized with fuel filter operating procedure.
- Engineers do not carry out any work on the fuel systems alone : 1 operator & 1 supervisor must participate in the operations.
- Position of filter is easily visible (index) and understandable. Add posters if necessary.

To allow good reactions in case of fire in engine room, could you focus your next trainings & drills on appropriate themes / scenarios in order to check that:

- Engineers are well familiarized with the emergency procedures and immediate actions to be taken in case of fire (ventilation & machinery shut downs, door closure, ...).
- Engineers have a good knowledge of the firefighting systems in engine room (particularly sprinkler system, areas covered by each section, means of activation, ...).
- Deck officers are able to provide immediate safety instructions to the calling person in case of emergency, in order to limit the consequences of the incident.
- Deck officers are well familiarized with the emergency checklists of the Master's decision support.
- Deck officers are well familiarized with the use of ESD system to take immediate actions.

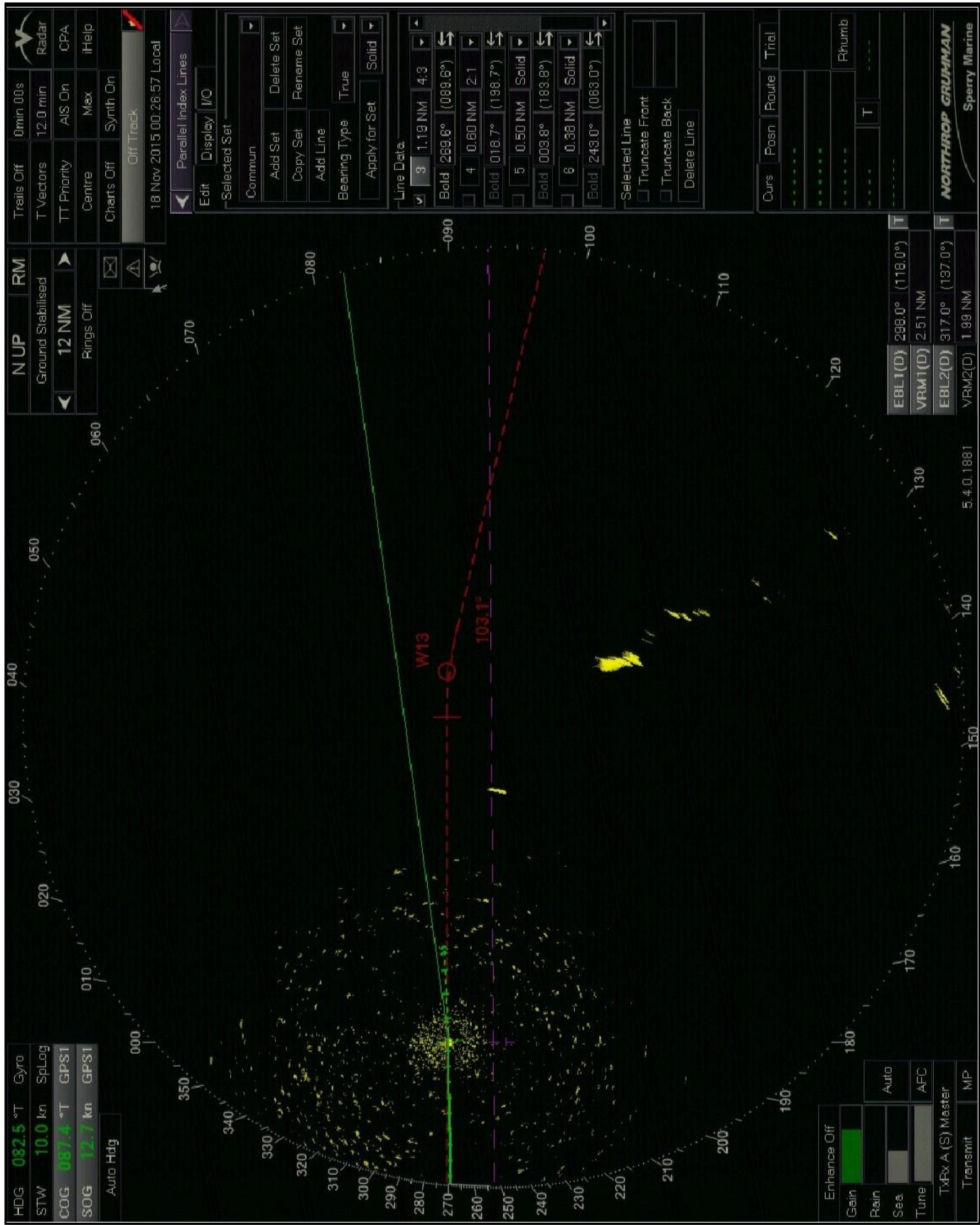
We ask you to carry out within 1 month a fire drill / general crew drill simulating the incident on board Le Boreal (Fuel fire on a diesel engine, expansion of fire in one casing).
Once completed, please send the drill report to ism@ponant.com.

A procedure about filter operation will be integrated in the SEMS soon.

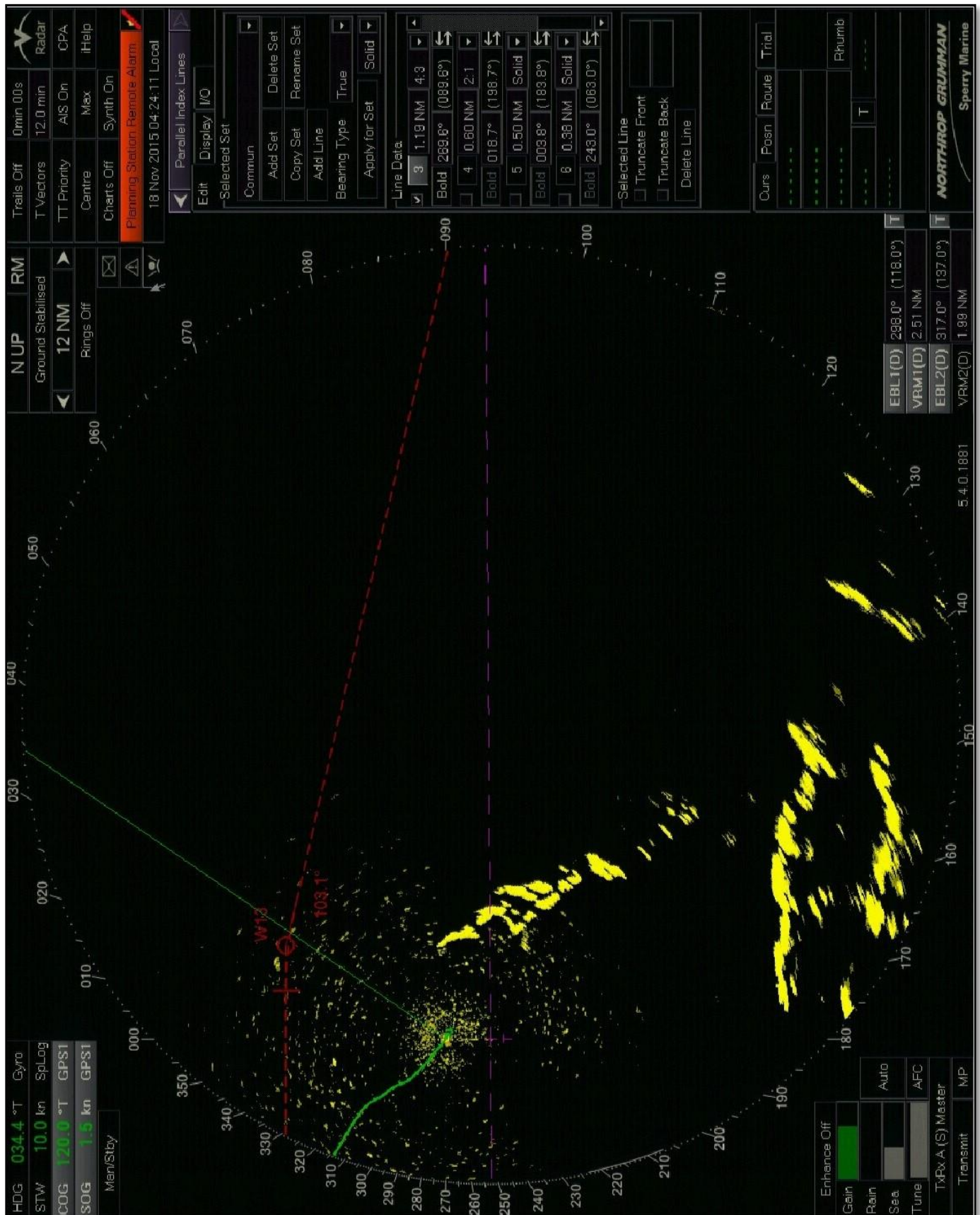
Please report to HSSE department any remark about the foregoing topics.

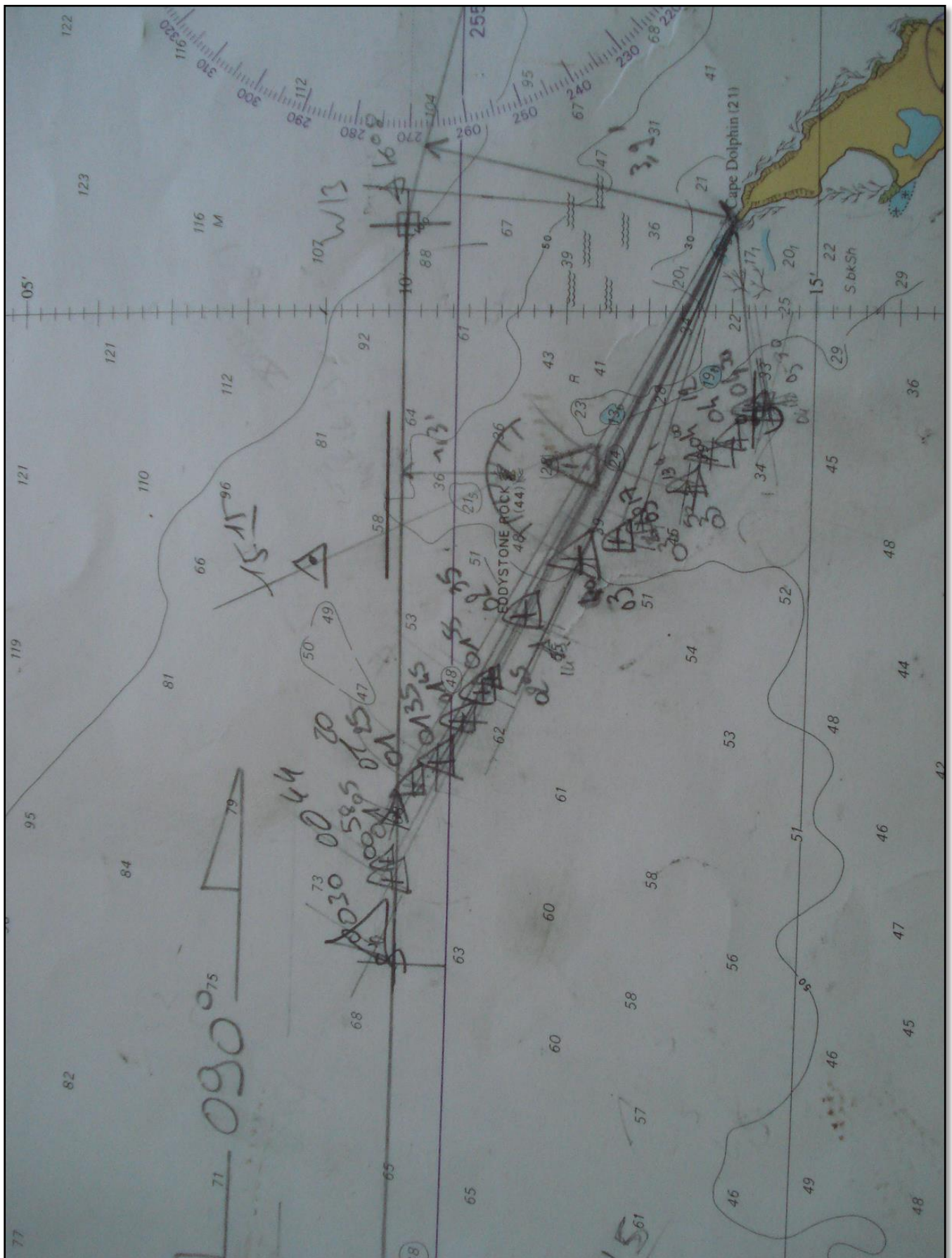
Carte et Radar
Chart and Radar

Situation à 00H26.



Situation à 04H24.





Détails de la dérive / Drifting towards the coast



Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer

Bureau d'enquêtes sur les évènements de mer

Tour Pascal B - 92055 La Défense cedex
téléphone : +33 (0) 1 40 81 38 24
bea-mer@developpement-durable.gouv.fr
www.bea-mer.developpement-durable.gouv.fr

