



Rapport d'enquête technique

**ACCIDENT DU TRAVAIL MARITIME
ACCIDENT ELECTRIQUE
SUR LE NAVIRE ROULIER À PASSAGERS *NORMANDIE*
LE 11 AVRIL 2016, DANS LE NORD-OUEST À 25 MILLES DU CAP D'ANTIFER**

Bureau d'enquêtes sur les événements de mer

Rapport publié : décembre 2016

Rapport d'enquête technique

ACCIDENT DU TRAVAIL MARITIME ACCIDENT ELECTRIQUE

Sur le navire roulier à passagers

NORMANDIE

LE 11 AVRIL 2016

Dans le nord-ouest à 25 milles du Cap d'Antifer

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	5
2.2	Équipage	Page	6
2.3	Voyage	Page	6
2.4	Informations concernant l'événement de mer	Page	6
2.5	Intervention	Page	9
3	EXPOSÉ	Page	10
4	ANALYSE	Page	13
4.1	Les flashes électriques	Page	14
4.2	Les brûlures	Page	20
4.3	La perte de propulsion	Page	20
5	CONCLUSIONS	Page	23
6	MESURES PRISES	Page	23
7	ENSEIGNEMENTS	Page	24
8	RECOMMANDATIONS	Page	25
9	ANNEXES		
A.	Liste des abréviations	Page	27
B.	Décision d'enquête	Page	28
C.	Synoptique du tableau de distribution principal	Page	30

1 RÉSUMÉ

Le 11 avril 2016, le transbordeur roulier à passagers *NORMANDIE* appareille de Ouistreham à 15h28 (TU + 1) à destination de Portsmouth. À 17h08, un violent flash électrique se produit dans le tableau principal situé au PC machine, entraînant de graves brûlures à un technicien de la société *Schneider Electric* qui travaillait à proximité. Un second flash électrique se produit, dans un temps très rapproché, provoquant un début d'incendie suivi d'un black-out. L'incendie est rapidement maîtrisé par le bord.

Le *NORMANDIE* perd sa propulsion à 17h28 et reste à la dérive. La propulsion est rétablie à 19h29 et le navire accoste à Cherbourg à 23h48. Le technicien, ainsi qu'un membre d'équipage intoxiqué par les fumées dégagées par l'incendie sont évacués par hélicoptère vers le CHRU de Lille à 19h20.

L'enquête a conduit à formuler 4 recommandations à la Société *Schneider Electric* et à la compagnie *Brittany-Ferries*.

2 INFORMATIONS FACTUELLES

2.0 Contexte

Le *NORMANDIE* est un transbordeur roulier à passagers de la compagnie *Brittany-Ferries* qui effectue des rotations entre la France et l'Angleterre. Le jour de l'accident, un technicien de la société *Schneider Electric* était à bord pour assurer la maintenance programmée de 4 disjoncteurs électriques. L'intervention devait avoir lieu pendant que le navire effectuait des rotations commerciales entre Ouistreham et Portsmouth.

2.1 Navire

Le *NORMANDIE* a été livré le 5 mai 1992 (date de pose de la quille : le 1^{er} mai 1991).

- Longueur hors-tout : 161 m ;
- Largeur hors-tout : 26,5 m ;
- Jauge brute : 27541 t ;

- Propulsion : quatre moteurs diesel WARTSILA de 4440 kW ;
- Puissance administrative : 17760 kW ;
- Nombre de personnes : 2123 passagers et 137 membres d'équipage ;
- Catégorie de navigation : 2^{ème} catégorie ;
- Production électrique : trois GE de 2950 kVA ;
- Source de secours : un GE de 650 kVA ;
- Distribution électrique : un tableau principal 3 x 380 V et dix tableaux secondaires 3 x 380 V et 3 x 220 V.

2.2 Équipage

Au moment de l'événement, l'équipage se compose de 111 personnes. Le service machine est composé de :

- Un chef mécanicien,
- Un second mécanicien,
- Trois officiers mécaniciens et un officier extérieur,
- Deux maîtres électriciens, un maître machine et un maître adjoint extérieur,
- Un ouvrier mécanicien, un ouvrier extérieur et quatre aides mécaniciens,
- Un élève machine.

2.3 Voyage

Le navire effectue des rotations régulières entre Ouistreham et Portsmouth avec des temps d'escale courts.

2.4 Informations concernant l'événement de mer

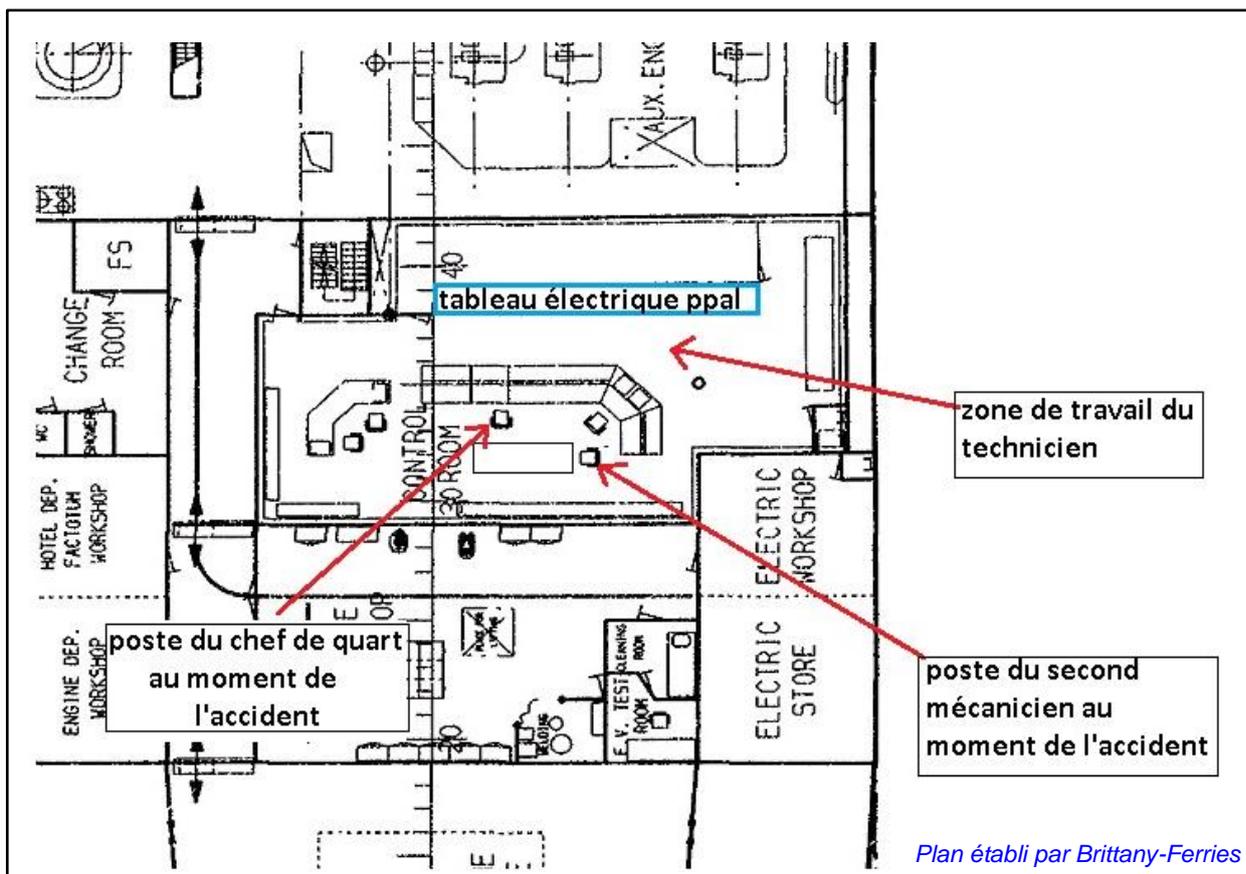
Le 11 avril 2016, un technicien de la société *Schneider Electric* intervient sur le navire pour effectuer la maintenance planifiée de quatre disjoncteurs de groupes électrogènes de type *Masterpact*. L'intervention s'effectue sur des disjoncteurs inertes, totalement déconnectés des circuits électriques.

Après avoir effectué ses opérations de maintenance sur le premier disjoncteur, posé à terre devant le tableau électrique principal, le technicien se connecte sur un disjoncteur du tableau (repéré 9Q11) pour récupérer du 380 V afin de procéder à des essais électriques.

Alors qu'il procède à cette opération, un violent flash électrique se produit, suivi d'un second.

L'alarme incendie se déclenche au niveau de la salle de contrôle machine, et le système automatique d'extinction par brouillard d'eau à haute pression se déclenche. L'incendie est vite maîtrisé, mais plusieurs membres d'équipage sont intoxiqués par les fumées.

Configuration du PC machine au moment de l'événement



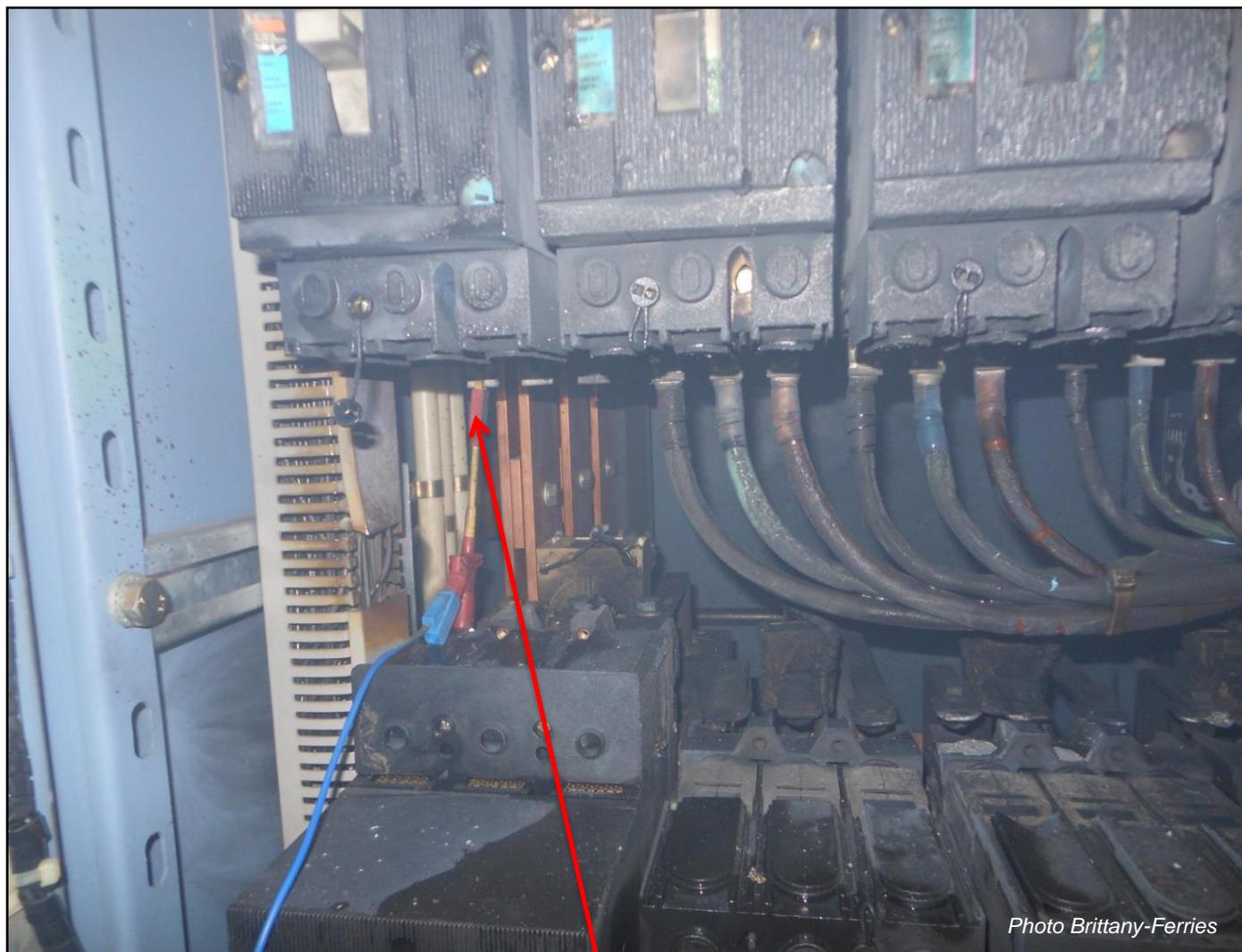
Le technicien, gravement brûlé, est conduit à l'infirmerie où on lui prodigue les premiers soins. Il sera évacué en hélicoptère vers le CHRU de Lille.

Après le premier flash électrique, le groupe électrogène en service (GE1) se découple des barres principales, puis le groupe en suppléance démarre, provoquant le second flash électrique en tentant de se coupler. Le navire est alors en position de black-out sur les barres principales tandis que le groupe de secours est en service sur les barres de secours.

Le navire perd sa propulsion par manque d'air de commande sur les embrayages, 20 minutes après le court-circuit.

Après remise en service des auxiliaires indispensables, une heure trente après la perte de propulsion, les moteurs sont prêts à être remis en route. Les moteurs 2 et 3 sont lancés avec succès et le navire se déroute vers Cherbourg.

À l'issue de l'événement, les constatations suivantes sont effectuées



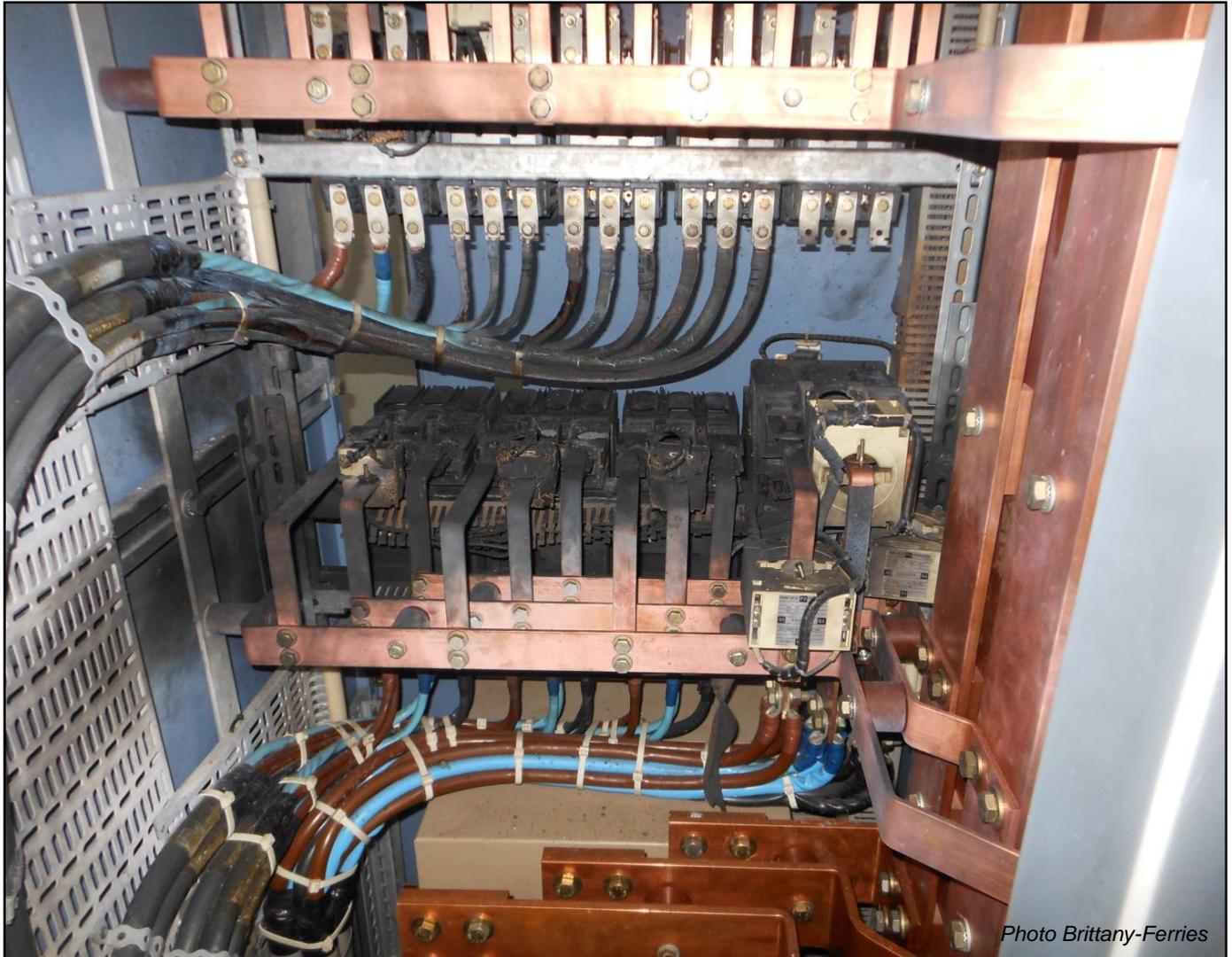
Un fil intact (bleu) est encore connecté à l'une des phases du disjoncteur 9 Q 11

Une pince type « crocodile » sur laquelle pend un fil bleu est retrouvée connectée à l'une des phases du disjoncteur 9Q11. Une pince du même type est également fichée sur le disjoncteur *Masterpack*.

L'extrémité d'une pince type « crocodile », fondue, est retrouvée sur le sol (saisie par la gendarmerie).

Le disjoncteur 9Q11 est en position « défaut », ce qui implique qu'il a été placé de la position « non passant » à la position « passant » avant de déclencher au moment de l'accident.

D'autre part, le tableau principal a subi un violent feu électrique



2.5 Intervention

Toutes heures : TU + 1

À **17h12**, Le technicien est conduit vers l'infirmierie ou les premiers soins lui sont prodigués.

À **17h14**, Suite au début d'incendie dans le PC machine, et alors que le système HI-FOG se déclenche, deux pompiers de l'équipe machine sont équipés et mis en attente dans

le vestiaire machine. Suite à l'investigation effectuée par le second mécanicien, le feu électrique est déclaré éteint.

À **17h21**, Contact avec le CROSS Jobourg pour l'évacuation du technicien blessé. L'infirmier du bord est mis en contact avec le CCMM de Toulouse.

À **18h35**, L'hélicoptère *Beligou-Delta* hélitreuille à bord une équipe médicale qui est dépêchée auprès du blessé.

À **19h02**, Le commandant fait examiner par le médecin urgentiste l'ensemble du personnel qui a été exposé aux fumées.

À **19h20**, le technicien et le second mécanicien sont évacués en hélicoptère vers le CHRU de Lille.

3 EXPOSÉ

Chronologie des événements survenus au cours de la journée du 11 avril 2016 (toutes heures TU + 1)

À **15h00**, Navire à quai à Ouistreham, arrivée du technicien de chez *Schneider Electric* dans le PC machine. Première prise de contact, signature du plan de prévention / document d'analyse des risques présenté par le technicien.

Le technicien signale au chef mécanicien qu'il aura besoin de prélever du 380 V pour effectuer certains tests sur le disjoncteur. Son collègue qui opère généralement à bord du *NORMANDIE* lui aurait expliqué qu'on pouvait se brancher sur deux fusibles disponibles sur le tableau principal.

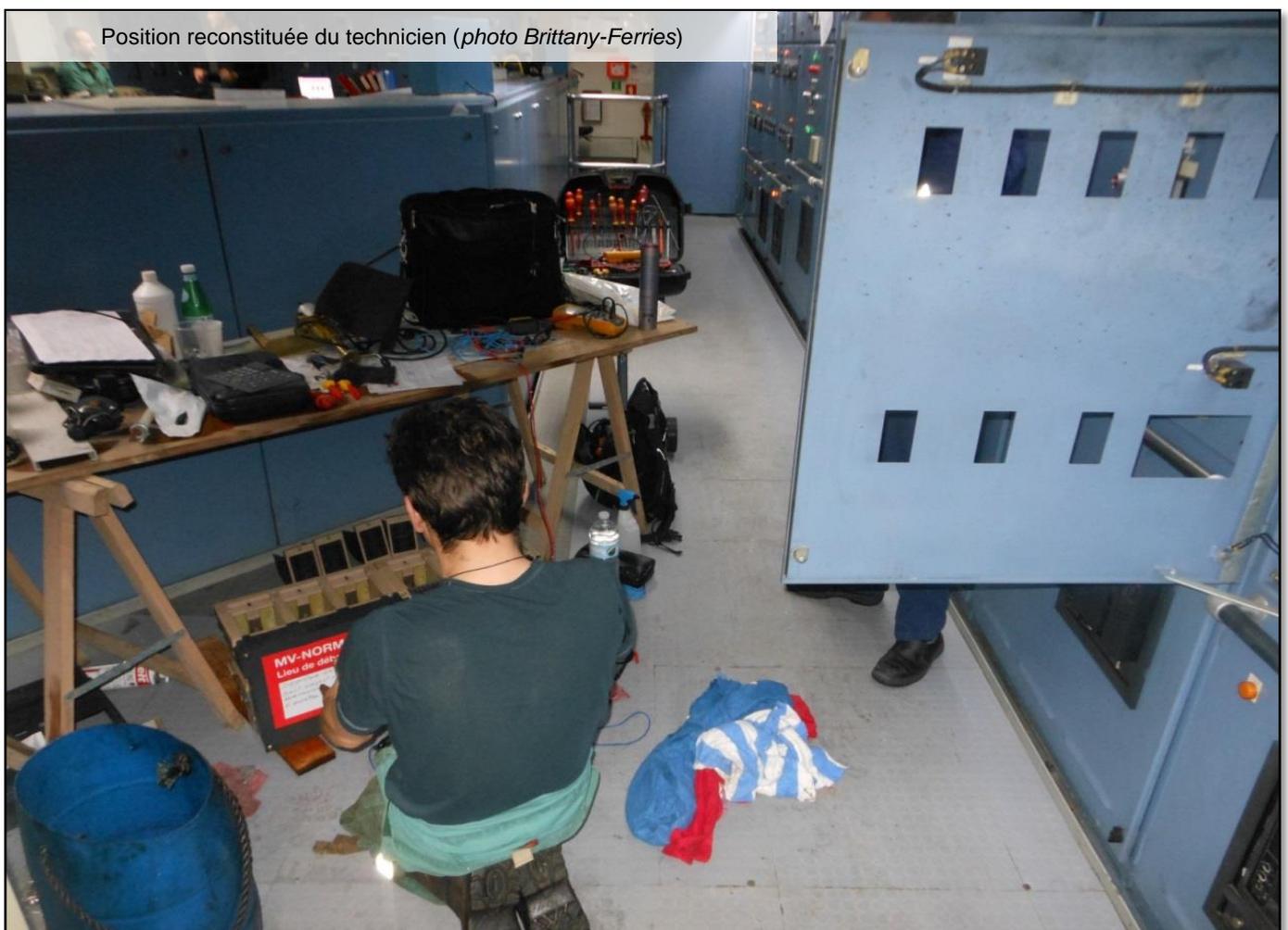
Le bord lui signale qu'il n'y a pas de fusibles disponibles sur le tableau mais qu'un disjoncteur est libre dans le tableau électrique (disjoncteur 9Q11). Le technicien précise qu'il se connectera à ce disjoncteur. Le bord lui précise qu'il s'agit d'un disjoncteur 160 A. À ce moment, ce disjoncteur est en position « non passant ».

À **15h30**, le technicien commence à travailler sur le 1^{er} des quatre disjoncteurs *Masterpact* qu'il doit vérifier, et qui a été déconnecté de l'installation électrique par le bord et déposé sur le parquet du PC machine.

À **15h28**, le navire appareille d'Ouistreham à destination de Portsmouth. Le chef mécanicien remarque que le technicien n'a pas encore revêtu ses équipements de protection individuels.

À **15h45**, fin de la manœuvre d'appareillage.

À **16h45**, le chef mécanicien vient voir si le technicien a besoin d'aide. À ce moment, ce dernier est en train d'effectuer des mesures sur le disjoncteur à l'aide d'une mallette et d'un ordinateur portable. Il se trouve devant la cellule n° 9 du tableau électrique, en position accroupie. Masqué par le pupitre machine, il n'est pas visible depuis l'endroit où se trouvent le chef de quart et le second mécanicien. Seules ces trois personnes se trouvent dans le PC machine à ce moment-là.



Entre **16h45 et 17h08**, le technicien décide d'alimenter le disjoncteur *Masterpact*. Pour cela, il branche deux fils aux bornes du disjoncteur 9Q11, pour vérifier sa longueur de fil. Il se souvient avoir enclenché le disjoncteur, mais ne se souvient plus s'il avait connecté les fils au

disjoncteur à terre ou s'il les avait encore en main. Il est cependant certain d'avoir alors provoqué le premier court-circuit.

À **17h08**, le navire est alors à 25 milles dans le nord-ouest du cap d'Antifer. Le chef de quart machine voit une boule de feu sortir du tableau électrique et le GE1 se découple des barres principales. Alors qu'il se rend auprès du technicien pour lui porter secours, le GE2, en suppléance, démarre et tente de se coupler sur les barres principales, ce qui provoque une seconde boule de feu qui lui passe juste au-dessus de la tête. Le navire alors est en position de black-out sur les barres principales tandis que le groupe de secours est en service sur les barres de secours.

L'alarme incendie se déclenche au niveau de la salle de contrôle machine et le système automatique d'extinction par brouillard d'eau à haute pression se déclenche. Le technicien, blessé, est évacué vers l'infirmerie par l'équipage.

À **17h15**, une annonce « défaillance sur la production électrique » est diffusée pour rassurer les passagers.

À **17H16**, Échec de la tentative de couplage du GE2 sur les demi-barres bâbord après isolation du demi-tableau tribord (MS1 Td) endommagé par le court-circuit. Le chef mécanicien décide de remettre en état de marche le GE3 qui était en maintenance et donc isolé du système de production électrique.

À **17h28**, Perte de la propulsion par manque d'air de commande sur les embrayages. Le navire est à la position 49° 49,4N et 000° 31,6W.

À **17h53**, le GE3, remis en condition, est couplé sur les demi-barres bâbord (MS1 Bd).

À **17h59**, Remise en route du compresseur d'air sept bars de service général pour fournir l'air de contrôle (alimenté par MS1 Bd).

À **19h00**, après remise en service des auxiliaires indispensables, le chef mécanicien informe le commandant que les moteurs pourront bientôt être remis en route. Le commandant décide de faire remonter tout le personnel ayant été exposé aux fumées pour le faire examiner par le médecin urgentiste.

À **19h20**, le technicien et le second mécanicien sont évacués. Deux des quatre moteurs principaux (les 2 et 3) sont lancés avec succès et le navire fait route vers Cherbourg.

À **20h58**, réalimentation de tout le Tableau 1 (MS1 Td et Bd) après avoir isolé la cellule 9, endommagée par le court-circuit.

À **22h37**, couplage du GE1 sur le Tableau 1 en utilisant le mode manuel pour exciter l'alternateur. La manœuvre d'arrivée peut se faire sur 2 GE.

À **23h48**, Le navire est à quai à Cherbourg.

4 ANALYSE

La méthode retenue pour cette analyse est celle qui est préconisée par la Résolution A28 / Res1075 de l'OMI « directives destinées à aider les enquêteurs à appliquer le code pour les enquêtes sur les accidents (Résolution MSC 285 (84)) ».

Le *BEA*mer a en premier lieu établi la séquence des événements ayant entraîné les trois accidents, à savoir :

- 1. Les flashes électriques ;**
- 2. Les brûlures ;**
- 3. La perte de propulsion.**

Dans cette séquence, les événements dits perturbateurs (événements déterminants ayant entraîné les accidents et jugés significatifs et inappropriés) ont été identifiés.

Ceux-ci ont été analysés en considérant les éléments naturels, matériels, humains et procéduraux afin d'identifier les facteurs ayant contribué à leur apparition ou ayant contribué à aggraver leurs conséquences.

Parmi ces facteurs, ceux qui faisaient apparaître des problèmes de sécurité présentant des risques pour lesquels les défenses existantes étaient jugées inadéquates ou manquantes ont été mis en évidence (**facteurs contributifs**).

Les facteurs sans influence sur le cours des événements ont été écartés, et seuls ceux qui pourraient, avec un degré appréciable, avoir pesé sur le déroulement des faits ont été retenus.

4.1 Les flashes électriques

4.1.1 La préparation de l'intervention

L'intervention prévue consistait à effectuer la maintenance planifiée de quatre disjoncteurs de groupes électrogènes de type *Masterpact*, le navire étant en service. Ceci impliquait que le bord débroche le disjoncteur du tableau, le dépose et le remplace par un disjoncteur en panoplie. Cette dernière opération devait être répétée quatre fois, à quai, pendant les opérations commerciales.

Il existe une autre configuration d'intervention possible sur cet équipement, qui consiste à débrocher le disjoncteur des barres, à le sortir partiellement du tableau et à l'alimenter par une source annexe provenant du tableau mais isolée du circuit de puissance. Dans cette configuration, le disjoncteur reste sur ses rails et ne peut pas être remplacé. Cette configuration ne peut donc pas être utilisée sur un navire en exploitation commerciale.

Le technicien devait donc, en principe, travailler sur un équipement totalement inerte. Cette opération de maintenance fait l'objet d'une procédure détaillée de la société *Schneider Electric*. Elle consiste essentiellement en un démontage, un examen visuel, un nettoyage des différents contacts et un essai des mécanismes. Le technicien avait toutefois besoin, pour effectuer certains tests, d'utiliser deux valises d'essais.

Une première valise qui se branche sur une simple prise 220 V permet d'alimenter le disjoncteur sous différentes tensions afin de procéder à différents essais électriques (entre 0,85 et 1,1 fois la tension nominale, c'est-à-dire sur une plage située entre 323 V et 418 V).

Une seconde valise qui permet de vérifier l'unité de contrôle du disjoncteur en testant les protections (thermiques et magnétiques) de l'appareil (injection d'un micro-courant simulant un défaut).

Dans les faits, le technicien s'est présenté à bord avec une seule valise test (celle qui permet de vérifier l'unité de contrôle). Il n'a pas apporté la première valise, celle qui permet de procéder aux essais électriques.

Les deux valises test :



Le technicien est rattaché depuis le mois d'avril au Service Marine de *Schneider Electric*, basé à Brest. Il a auparavant été employé dans les mêmes fonctions (technicien d'intervention sur navire) au centre d'intervention de Marseille pendant plus de trois ans.

C'est un ancien navigant qui est depuis 20 ans chez *Schneider Electric*.

Il est donc très expérimenté et aguerri aux procédures d'intervention sur ce type de matériel à bord des navires. C'est par contre la première fois qu'il intervient sur le *NORMANDIE*.

Pour expliquer l'absence de la valise test, il invoque les raisons suivantes :

- Son poids et le fait qu'il était seul à intervenir ;
- La possibilité de se brancher directement sur deux fusibles situés dans le tableau électrique, signalée par son collègue qui intervient habituellement sur le navire.

Il doit effectivement transporter un matériel important pour ce type d'intervention, à savoir :

- Les deux valises d'essais ;
- Une caisse à outils ;
- Un ordinateur portable ;
- Ses EPI.

Toutefois, il vient en voiture, qu'il embarque à bord pour la durée de l'intervention. L'encombrement n'est donc pas la raison de l'absence de la valise test.

D'autre part, aucun EPI n'a été retrouvé, ni à bord du navire ni dans la voiture du technicien.

Le technicien qui intervenait pour la première fois à bord du *NORMANDIE* avait tout naturellement pris l'attache de son collègue qui intervenait habituellement sur le navire. Celui-ci lui avait signalé la possibilité de se brancher sur deux fusibles du tableau principal.

Une méthode d'intervention s'écartant de la procédure définie par Schneider Electric sur le NORMANDIE est donc le premier facteur contributif de l'accident.

Il convient de noter également que la méthode utilisée, en l'absence de la valise test, ne permettait pas d'effectuer tous les essais requis par la procédure dans la plage de tension prévue (entre 0,8 et 1,1 fois la tension nominale). Les essais n'étaient ainsi effectués qu'à la seule tension nominale.

4.1.2 L'analyse des risques

En arrivant à bord, le technicien signale donc au chef mécanicien qu'il aura besoin de prélever du 380 V pour effectuer certains tests sur le disjoncteur en maintenance. Il explique que son collègue qui opère généralement à bord du *NORMANDIE* lui aurait signalé qu'on pouvait se brancher sur deux fusibles disponibles sur le tableau principal.

Le bord lui signale qu'il n'y a pas de fusibles disponibles sur le tableau mais qu'un disjoncteur est libre dans le tableau électrique (disjoncteur 9Q11). Le technicien précise qu'il se connectera à ce disjoncteur. Le bord lui précise qu'il s'agit d'un disjoncteur 160 Ampères. À ce moment, ce disjoncteur est en position « non passant ».

Le technicien se met au travail sur le disjoncteur déposé sur le parquet. Le tableau principal est ouvert.

La proposition d'intervention rédigée par *Schneider Electric* le 27 janvier prévoyait les obligations de sécurité suivantes :

- Rédaction d'un plan de prévention préalable ;
- Que toute manœuvre du matériel électrique soit effectuée par le bord sauf demande formelle et écrite du technicien ;
- Que la consignation de l'installation soit effectuée par le bord.

Le plan de prévention des risques de la *Brittany-Ferries* identifie deux mesures préventives en cas de travaux électriques, la consignation de l'installation (formalisée par la rédaction d'une feuille de consignation) et la détention de l'habilitation électrique par l'intervenant.

Le plan de prévention des risques co-signé pour l'opération concernée est celui de la société *Schneider Electric*. Ce document précise bien qu'il n'y a pas consignation de l'installation.

Dans les faits, le technicien travaillant sur un équipement inerte, déconnecté du circuit électrique, la consignation n'avait pas de sens.

Lorsque le bord et le technicien savent que ce dernier va devoir se connecter, à un moment donné, au tableau principal, il n'est pas procédé à une nouvelle évaluation des risques alors que l'intervention change de nature puisqu'il va falloir intervenir dans un tableau électrique non consigné. Le plan de prévention n'est pas réactualisé.

Le chef mécanicien qui a un an d'ancienneté sur le navire n'a jamais eu l'occasion d'assister à une intervention de ce type. Il a une tendance naturelle à faire confiance au technicien, représentant de l'équipementier et spécialiste de ce type d'intervention.

D'autre part, le document fourni par *Schneider Electric*, à savoir la proposition d'intervention, ne décrit pas précisément cette dernière. Les équipements nécessaires ne sont notamment pas répertoriés. Le chef mécanicien n'avait donc aucune information lui permettant de savoir que le technicien opérait en dehors des règles de l'art établies par *Schneider Electric*.

La compréhension des rôles réciproques du technicien et du bord, ayant conduit à une analyse des risques incomplète, est le second facteur contributif de l'accident.

Le manque de précision dans la proposition d'intervention de Schneider Electric est le troisième facteur contributif de l'accident.

4.1.3 Le court-circuit

La séquence des événements

Le technicien se souvient d'avoir connecté deux fils au disjoncteur 9Q11. Il a ensuite fermé ce dernier, le rendant « passant ».

Il a, enfin, entrepris de vérifier la longueur de ces fils dans l'intention de les connecter au disjoncteur *Masterpact* après avoir vérifié la tension sur son *Metrix*. C'est à ce moment que le premier flash électrique s'est produit, le brûlant grièvement au bras droit, au visage et à la poitrine.

L'origine des flashes électriques

Le technicien estime avoir provoqué un court-circuit, mais ne se souvient plus des gestes qu'il a effectués. Il déclare qu'il n'aurait jamais dû se connecter aux deux phases du disjoncteur, il explique cet écart par rapport aux règles de l'art de sa profession par un état d'esprit préoccupé par des problèmes personnels.

Lorsque le premier court-circuit se produit, le GE1 qui était en service se découple des barres principales, puis le GE2, en suppléance, démarre et tente de se coupler. La tentative de couplage du GE 2 sur des barres en défaut à la suite du premier court-circuit est sans doute à l'origine du second flash électrique.

L'origine du premier court-circuit reste incertaine, considérant notamment les constatations suivantes :

- Un des fils connecté au disjoncteur 9Q11 est intact;
- La pince « crocodile » dans laquelle l'autre fil était fiché a été retrouvée à terre et fondue ;
- Le disjoncteur *Masterpact* est intact, mais le tableau principal et notamment la cellule n° 9 a subi un violent feu électrique.

Le courant de court-circuit est donc passé par le tableau principal, le second fil et est revenu au tableau principal.

La première hypothèse : est la mise en contact accidentelle du second fil avec un élément actif du tableau principal. Le technicien est incapable de se souvenir des gestes qui précèdent immédiatement l'accident, et ceci ne semble pas cohérent avec ses intentions qui étaient au contraire de s'éloigner du tableau pour vérifier la longueur de son fil. Cette hypothèse ne peut toutefois pas être écartée (il aurait pu être par exemple déséquilibré par un mouvement du navire).

La seconde hypothèse : est la mise en contact du second fil avec un élément métallique relié à la coque (bâti du tableau électrique...), mais compte tenu du régime du neutre à bord d'un navire (régime IT, neutre isolé), un court-circuit ne pourrait survenir que dans le cas où une des phases du disjoncteur serait déjà en défaut.

Or, les tableaux principaux et secondaires sont tous surveillés par des contrôleurs permanents d'isolement (CPI) qui déclenchent des alarmes en cas de défauts. D'autre part, les tableaux secondaires sont alimentés à partir de transformateurs isolateurs qui empêchent toute remontée de défaut vers les tableaux principaux.

Le relevé des alarmes d'isolement ne fait apparaître aucun défaut sur les tableaux principaux dans les heures qui ont précédé l'accident. Dès-lors, seul un mauvais fonctionnement avéré d'un CPI pourrait rendre possible cette hypothèse.

Ces CPI sont munis d'une position « test » qui est activée au moins une fois par an. D'autre part, le bord signale qu'il n'est pas exceptionnel d'avoir des défauts d'isolement signalés sur le tableau principal, preuve que les CPI fonctionnent.

Ces équipements ne font toutefois l'objet d'aucune mesure planifiée de maintenance et de vérification de leur seuil réel de déclenchement.

Les facteurs ayant contribué au court-circuit sont hypothétiques. Il n'a pas été possible d'en déterminer précisément la cause.

4.2 Les brûlures

Les procédures de *Schneider Electric* prévoient le port des EPI dès-lors qu'un agent se trouve devant un tableau électrique ouvert et non consigné.

Lorsqu'il a procédé au branchement des fils dans le tableau électrique principal, le technicien n'avait revêtu aucun EPI. D'autre part, après l'accident, les EPI n'ont pas été retrouvés, ni à bord, ni dans la voiture.

Les EPI fournis par *Schneider Electric* à ses agents sont constitués d'un casque avec visière, d'une combinaison ignifugée, de gants et de chaussures de sécurité.

Le port de ces équipements aurait sans aucun doute significativement diminué la gravité des brûlures occasionnées.

Le technicien ne se souvient pas s'il avait pris ses EPI avec lui, mais les faits tendent à démontrer qu'il ne les avait pas.

D'autre part, lorsqu'il est arrivé à l'infirmerie, il a pu faire l'objet de premiers soins efficaces par l'infirmier du bord qui disposait notamment d'un kit brûlure, un ensemble de soins spécialement adaptés à ce type de blessure.

L'absence de port des EPI au cours de l'intervention sur un tableau électrique non consigné est un facteur ayant contribué à la gravité des brûlures subies par le technicien (facteur contributif).

4.3 La perte de propulsion

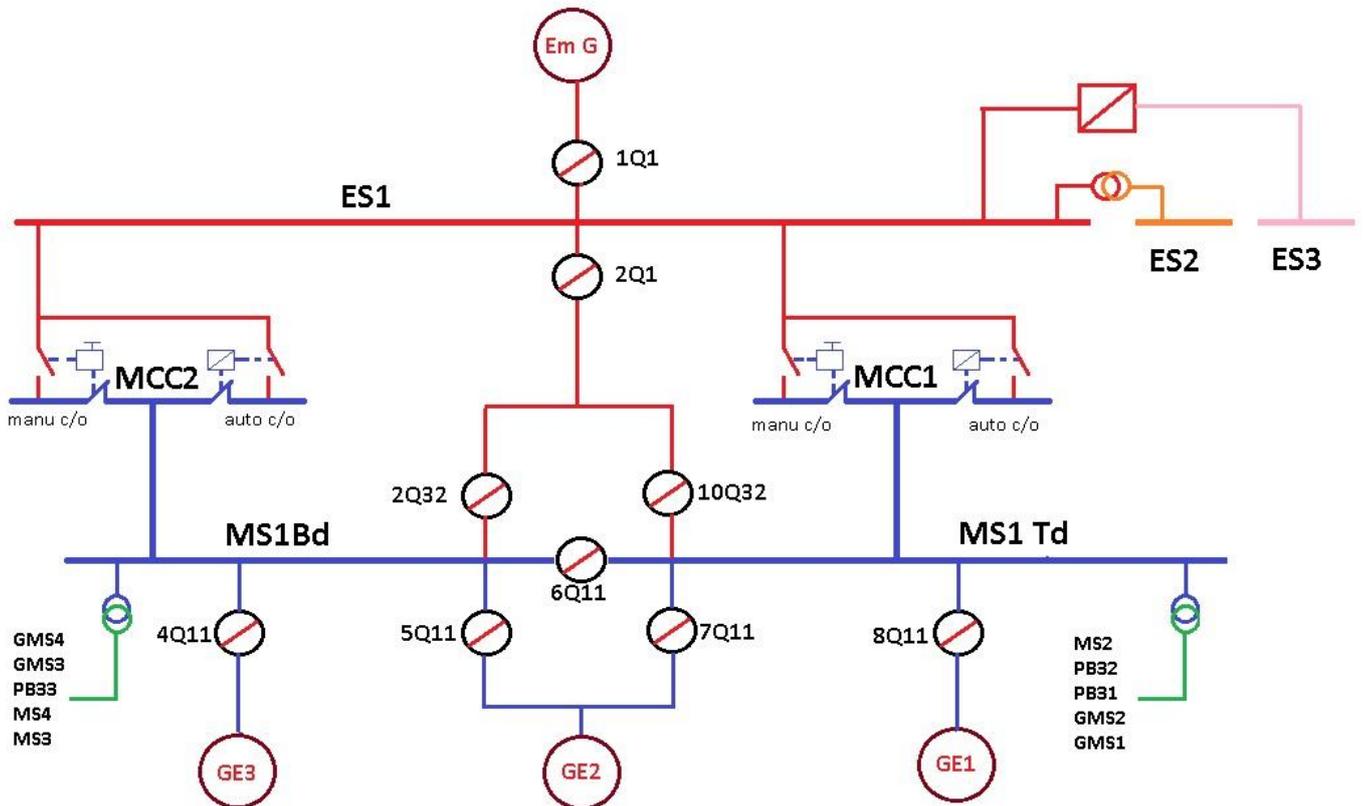
La séquence des événements

Le navire en service à la mer a besoin que les deux demi-tableaux de distribution (MS1 Bd et Tb), soient en service simultanément. Le disjoncteur 6Q11 est donc en position « passant ».

Après le court-circuit, le GE1 qui était en service se découple des barres principales (MS1 Bd et Td), puis le GE2, en suppléance démarre et tente de se coupler, sans succès. Le

navire est en position de black-out sur les barres principales tandis que le groupe de secours est en service sur les barres de secours (ES 1).

Synoptique de la distribution électrique



Le bord essaye de coupler le GE2 sur les demi-barres bâbord (MS1 Bd) après isolation du demi-tableau tribord (MS1 Td) endommagé par le court-circuit, en ouvrant manuellement le disjoncteur 6Q11, mais la manœuvre échoue.

Le chef mécanicien décide de remettre en état de marche le GE3 qui était en maintenance et donc isolé du système de production électrique.

Le navire perd sa propulsion par manque d'air de commande sur les embrayages, 20 minutes après le court-circuit. Les compresseurs 7 bar (air de contrôle et air de service) qui ont leurs alimentations croisées, entre les demi tableaux bâbord et tribord, avec l'alimentation de leurs ventilateurs, se sont mis à chauffer et ont stoppé.

Le GE3, remis en condition, est couplé sur les demi-barres bâbord (MS1 Bd).

Le compresseur d'air sept bars de service général est finalement remis en route pour fournir l'air de contrôle (alimenté par MS1 Bd).

Après remise en service des auxiliaires indispensables, une heure trente après la perte de propulsion, le chef mécanicien informe le commandant que les moteurs pourront bientôt être remis en route. Deux des 4 moteurs principaux (les 2 et 3) sont lancés avec succès et le navire fait route vers Cherbourg.

L'ensemble du Tableau 1 (MS1 Td et Bd) est remis en service après avoir isolé la cellule 9, endommagée par le court-circuit.

Le GE1 peut être couplé sur le tableau principal en utilisant le mode manuel pour exciter l'alternateur. La manœuvre d'arrivée peut se faire sur 2 GE.

La distribution électrique

Le tableau principal est constitué de deux demi-barres (MS1 Td et MS1 Bd) connectées par un disjoncteur (6Q11). Les équipements desservis sont répartis entre les deux demi-barres. Il n'y a pas de redondance. Pour assurer le service à la mer, les deux demi-barres doivent être en service.

Il n'y a aucun système permettant d'isoler automatiquement une barre en défaut. Ainsi, lorsque le GE1 se découple sur défaut électrique sur la demi-barre Td, aucun système ne coupe le disjoncteur 6Q11 (alors que la demi-barre Bd est intacte) et le GE2 démarre et tente de se coupler sur un tableau en défaut.

Ces dispositions sont toutefois totalement conformes à la réglementation applicable au navire compte tenu de la date de pose de sa quille (1^{er} mai 1991).

Résumé des dispositions réglementaires applicables au *NORMANDIE* (Convention SOLAS de 1997, chapitre II/1, partie D).

Il doit y avoir au moins deux GE dont l'un est capable d'assurer les services nécessaires pour garantir des conditions normales de propulsion et de sécurité.

Les groupes générateurs doivent être tels qu'en cas de panne d'un GE, les groupes restant puissent assurer l'alimentation des services électriques nécessaires au lancement de l'appareil propulsif principal à partir de la condition « navire privé d'énergie ».

Les barres principales doivent être divisées en deux parties au moins, normalement reliées par des connexions amovibles. Les GE et appareils en double doivent dans la mesure du possible être répartis entre les deux parties.

Compte tenu de la réglementation applicable au NORMANDIE, le BEAMer n'a pas identifié d'événement perturbateur dans la séquence ayant entraîné la perte de propulsion du NORMANDIE, après les deux courts-circuits sur le tableau principal.

5 CONCLUSIONS

Les facteurs contributifs des trois accidents survenus sur le *NORMANDIE*, à savoir, les flashes électriques, les brûlures au technicien et la perte de propulsion, sont les suivants :

- Une méthode d'intervention s'écartant de la procédure définie par *Schneider Electric* sur le *NORMANDIE* ;
- La compréhension des rôles réciproques du technicien et du bord, ayant conduit à une analyse des risques incomplète ;
- Le manque de précision dans la proposition d'intervention de *Schneider Electric* ;
- L'absence de port des EPI au cours de l'intervention sur un tableau électrique non consigné.

D'autre part, bien que les causes techniques ayant permis l'apparition du court-circuit initial n'ont pas pu être déterminées, le *BEAMer* ne peut écarter totalement l'hypothèse d'un problème d'isolement sur le tableau principal.

6 MESURES PRISES

6.1 Par la compagnie *Brittany Ferries*

Décroisement des alimentations des compresseurs 7 bar afin que chacun puisse fonctionner de façon continue sur son demi tableau seulement (cette mesure devrait être effective en janvier 2017).

Mise en place de perches de sauvetage aux électrisés à proximité du tableau principal et d'une couverture anti-feu à l'entrée du PC machine.

Le plan de prévention des risques navire et ses modalités, au niveau de la coordination des travaux avec les entreprises extérieures, est en cours de révision.

6.2 Par la société *Schneider Electric*

La Société *Schneider Electric* n'a pas transmis les mesures qu'elle compte prendre à l'issue de cet événement.

7 ENSEIGNEMENTS

Les dispositions réglementaires de la convention SOLAS, applicables au *NORMANDIE* et concernant les redondances et secours destinés à prévenir les pertes de propulsion ne prennent en compte que les avaries aux génératrices. Elles ne prennent pas en considération l'apparition de défauts électriques sur la distribution.

Or, compte tenu du régime du neutre réglementairement applicable à bord d'un navire (régime IT), un premier défaut électrique sur l'installation ne provoque aucune coupure. Il faut qu'il se produise un second défaut pour que les appareils de protection contre les courts-circuits se déclenchent et coupent la production électrique. Seuls les contrôleurs permanents d'isolement (CPI) permettent d'alerter sur l'existence d'un premier défaut.

Il est par conséquent primordial de prévenir les accidents résultant de ce type de concept, et notamment de s'assurer que toutes les mesures prévues par le code du travail en matière de prévention des risques électriques soient connues des équipages et mises en œuvre.

Dans ce contexte, les CPI apparaissent comme des équipements qui mériteraient de bénéficier de mesures de maintenance et de vérification planifiées.

8 RECOMMANDATIONS

Le *BEA*mer recommande :

À la société *Schneider Electric* :

1. **2016-R-007** : De rappeler à ses techniciens intervenant à bord des navires les principaux éléments des procédures de contrôle, d'une part, et les règles de prévention des risques d'autre part.
2. **2016-R-008** : D'être plus précis dans la rédaction des offres d'intervention, et notamment de mieux décrire les procédures et les équipements nécessaires.

À la Compagnie *Brittany-Ferries* :

3. **2016-R-009** : De mettre en place des mesures planifiées de maintenance et de vérification des CPI du *Normandie*.
4. **2016-R-010** : De définir clairement, à l'issue de la révision du plan de prévention des risques, les responsabilités des bords vis-à-vis des intervenants extérieurs en matière d'autorisation ou d'arrêt de travaux lorsque la sécurité du navire, de son équipage et de ses passagers pourrait être engagée.

LISTE DES ANNEXES

- A. Liste des abréviations**
- B. Décision d'enquête**
- C. Synoptique de la distribution principale**

Liste des abréviations

BEAmer	: Bureau d'enquêtes sur les évènements de mer
CCMM	: Centre de consultation médicale maritime
CPI	: Contrôleur permanent d'isolement
CROSS	: Centre régional opérationnel de surveillance et de sauvetage
DESMM	: Diplôme d'études supérieures de la marine marchande
EPI	: Équipement de protection individuel
GE	: Groupe électrogène
HI-FOG	: Système automatique d'extinction par brouillard d'eau à haute pression
ISM	: Code international de gestion de la sécurité
IT	: Le régime de neutre IT : La première lettre "I" indique que le neutre de l'installation est isolé de la terre (donc pas de connexion) côté générateur et le "T" indique que les masses (carcasses métalliques) sont reliées à la terre
kVA	: kilovoltampères (unité de la puissance maximale pouvant être délivrée par une génératrice)
MSC	: Comité de la sécurité maritime de l'OMI
MS Tb	: « Main switchboard » (tableau principal) tribord
OMI	: Organisation maritime internationale
SOLAS	: Convention internationale pour la sauvegarde de la vie humaine en mer

Décision d'enquête



Bureau d'enquêtes sur
les événements de mer

Paris, le **29 AVR. 2016**

N/réf. : *BEA*mer **001**



D é c i s i o n

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

- 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** Le compte rendu d'événement de mer transmis le 15 avril 2016 par la compagnie BRITTANY FERRIES ;

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 les arcs électriques ayant entraîné des blessures et une perte de propulsion sur le navire à passagers *NORMANDIE* le 11 avril 2016 au large du Cap d'Antifer.

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.

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

*BEA*mer

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

L'Administrateur Général des Affaires Maritimes
Philippe BACQUET
Directeur adjoint du *BEA*mer



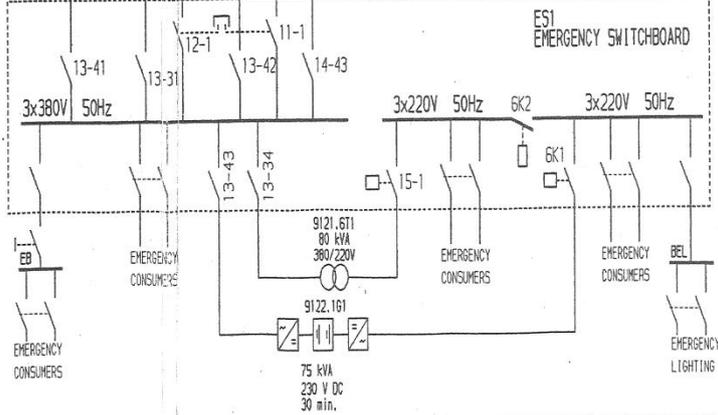
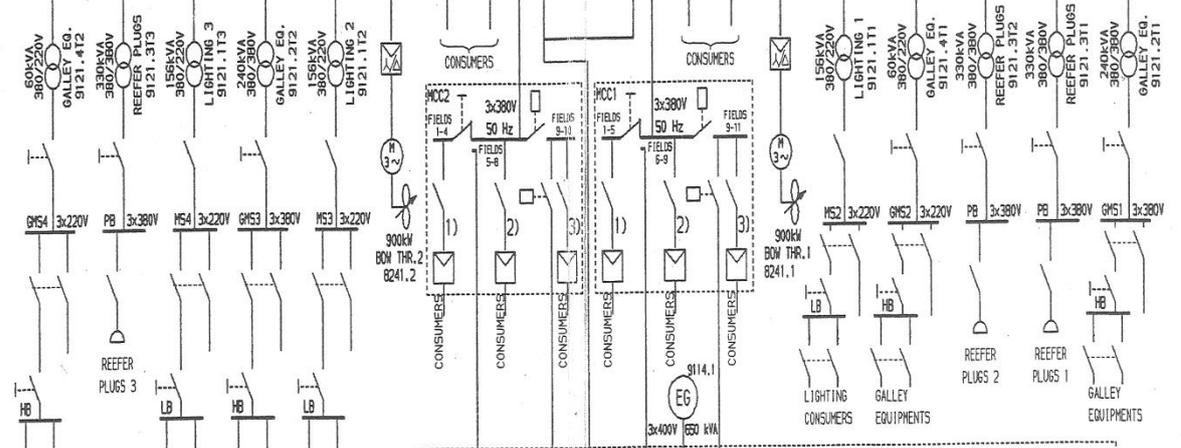
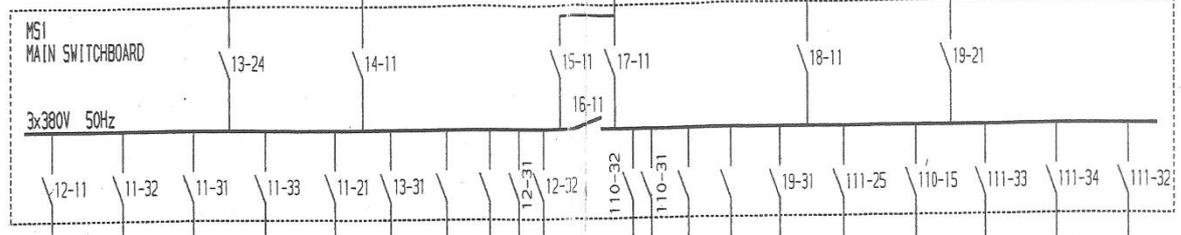
Synoptique de la distribution principale

11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29

L-1315
ELECTRIC DISTRIBUTION SYSTEM

READING INSTRUCTION

SUPPLY 12-11 MEANS MS12-11
MAIN SWITCHBOARD MS1
FIELD NUMBER
SUPPLY NUMBER



SUPPLY ARRANGEMENT OF MCC CONSUMERS:

- 1) NORMAL SUPPLY FROM MS 1
RESERVE SUPPLY FROM ES 1 WITH MANUAL CHANGE OVER
- 2) SUPPLY FROM MS 1 ONLY
- 3) NORMAL SUPPLY FROM MS 1
EMERGENCY SUPPLY FROM ES 1 WITH AUTOMATIC CHANGE OVER

TYÖKOPIO

B		CHANGED NUMBERS OF BOW THRUSTERS		92-03-02	MTM	1/72	Subje		Nimitys Name	
No	Oso	Kenitö	Muutos tai huomautus	Alteration or remark	Päiväys	Muutt.	Hyödk.	Kvaerner Masa-Yards Turku New Shipyard		SÄHKÖN JAKELUKAAVIO ELECTR. DISTRIBUTION SINGLE LINE DIAGRAM
Copyright of Masa-Yards Inc. Finland, whose property this document remains. No part thereof may be disclosed, copied, duplicated or in any other way made use of, except with the approval of Masa-Yards Inc. Finland.							CAD-PIIRUSTUS PIIRIHEITY: 92-03-02 14.07 ESSTM PIIRIHEITY: 92-03-02 14.07 CSSTM		Metri: Korvaa Replaces	
Suunn. MTM		JALJ.	Tark. M MIKKONEN	Hyödk.	MTM	Stand.	Kokonaismäärä	Kieli Lang	Piiri no Drw. No	Versio/Lehti Page
Päiväys 1.6.91			1.6.91	Puh. 7038	1.6.91			R/S	3.216.315.9110.901	B ()





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

Bureau d'enquêtes sur les événements 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

