



Rapport d'enquête technique

**NAUFRAGE DU MOTOR YACHT *YOGI*,
LE 17 FÉVRIER 2012 AU LARGE DE L'ÎLE SKYROS
(MER ÉGÉE)**

**FOUNDERING OF MOTOR YACHT *YOGI*,
ON 17TH FEBRUARY 2012 OFF SKYROS ISLAND
(AEGEAN SEA)**

Bureau d'enquêtes sur les événements de mer

Rapport publié : Février 2013

Rapport d'enquête technique

NAUFRAGE

DU MOTOR YACHT

YOGI

LE 17 FÉVRIER 2012

AU LARGE DE L'ÎLE SKYROS (MER ÉGÉE)



Avertissement

Le présent rapport a été établi conformément aux dispositions du code des transports, notamment ses articles L1621-1 à L1622-2 et du décret n° 2004-85 du 26 janvier 2004 modifié relatifs aux enquêtes techniques après événement de mer, accident ou incident de transport terrestre, ainsi qu'à celles du « Code pour la conduite des enquêtes sur les accidents » de l'Organisation Maritime Internationale (OMI), résolution MSC 255(84).

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

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 a été 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.

PLAN DU RAPPORT

1	PRÉAMBULE	Page	6
2	CIRCONSTANCES	Page	6
3	CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE	Page	7
4	NAVIRE	Page	11
5	ÉQUIPAGE	Page	18
6	CHRONOLOGIE	Page	19
7	ANALYSE	Page	24
8	CONCLUSION	Page	36
9	ACTIONS ENTREPRISES	Page	37
10	RECOMMANDATIONS	Page	38

ANNEXES

- A. Décision d'enquête
- B. Dossier navire
- C. Stabilité
- D. Dossier Météo France

Liste des abréviations

ABS	: <i>American Bureau of Shipping</i>
BEAmer	: Bureau d'enquêtes sur les évènements de mer
CCS	: Commission Centrale de Sécurité
CNSNP	: Commission Nationale de Sécurité de la Navigation de Plaisance
DO	: <i>Diesel Oil</i>
DPA	: <i>Designated Person Ashore</i> (Personne désignée à terre)
MRCC	: <i>Maritime Rescue Coordination Center</i>
M/Y	: <i>Motor Yacht</i>
PSC	: <i>Port State Control</i>
PV	: Procès-verbal
RIF	: Registre International Français
SITREP	: <i>SITuation REPort</i>
STCW	: <i>International Convention on Standards of Training Certification and Watchkeeping</i> (Convention internationale sur les normes de formation des gens de mer, de délivrance des brevets et de veille)
TU	: Temps Universel
VDR	: <i>Voyage Data Recorder</i> (Boîte noire)

1 PRÉAMBULE

Le rapport provisoire a été diffusé en consultation pour observations éventuelles aux parties intéressées. À l'issue de cette phase finale de l'enquête, il ressort des commentaires de l'armateur, du chantier naval, de la société de classification, et de l'autorité du pavillon, que le navire était techniquement irréprochable et conforme en tous points aux exigences de l'administration française.

Le *YOGI* a cependant coulé.

L'hypothèse d'un attentat ou d'un sabotage étant écartée, le *BEA*mer croit comprendre que, selon ces quatre parties, le seul facteur humain pourrait être à l'origine du naufrage, en l'occurrence une conduite du navire inadaptée aux circonstances par l'équipage qui assurait le transit Istanbul – Cannes.

Le *BEA*mer a examiné le facteur humain avec attention au cours de l'enquête et ne partage pas cette analyse. Le *BEA*mer a par contre apporté des corrections aux données techniques et administratives, intégrant ainsi dans la version définitive du rapport certains commentaires des parties consultées.

Pour mémoire, la version officielle du rapport est rédigée en langue française. La traduction en langue anglaise est proposée pour faciliter la lecture du rapport aux non francophones.

2 CIRCONSTANCES

Dans la nuit du 16 au 17 février 2012 le motor yacht français *YOGI* fait route en Mer Égée, à destination de Cannes, avec un équipage de conduite de huit marins.

Les conditions météo sont relativement bonnes (mer et vent de l'arrière) et les deux moteurs sont en service ; la vitesse moyenne est proche de 14 nœuds (cf. § 7.6).

Une élévation anormale de la température eau douce de réfrigération et une fuite sur l'échappement du moteur tribord contraignent le capitaine, qui est de quart, à stopper celui-ci. Peu après, le moteur bâbord est également en surchauffe et stoppe automatiquement, alors que le chef mécanicien, de quart, a demandé au capitaine de réduire le nombre de tours. La personne désignée à terre est alertée de la situation par le capitaine.

Le navire est alors en dérive, travers à la houle, et gîte sur bâbord. Les filtres du circuit d'eau de mer de réfrigération des deux moteurs sont contrôlés mais trouvés propres. Le moteur bâbord est remis en route et les températures sont redevenues normales ; le capitaine décide de mettre le cap vers l'île Skyros, distante de 25 milles, mais la barre ne fonctionne plus et indique un angle de 30 degrés sur tribord.

De ce fait, des investigations sont alors effectuées par le second capitaine et les mécaniciens vers les trois compartiments de l'arrière (beach club 1, beach club 2 et local appareil à gouverner) ; tous sont trouvés partiellement envahis, avec des hauteurs d'eau plus ou moins importantes. L'assèchement est mis en route.

Alerte PAN PAN et demande d'assistance par remorqueur auprès des autorités grecques.

Sous l'effet de la giration, la gîte passe sur tribord puis s'accroît brusquement. Les moyens d'assèchement ne fonctionnent plus. Peu après, le pont inférieur et le pont principal sont envahis.

Un MAYDAY avec demande d'évacuation de l'équipage est envoyé. Un remorqueur d'assistance est mobilisé et l'intervention d'un hélicoptère des garde-côtes grecs est rapidement confirmée. À 8h50, les opérations d'hélicoptère sont terminées et l'équipage est sain et sauf. En fin de matinée, le *YOGI* sombre par 500 mètres de fond.

3 CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

3.1 Réglementation applicable

Les conventions internationales de l'OMI excluent de leur champ d'application les « *navires de plaisance ne se livrant à aucun trafic commercial* ». Pour autant, il n'existe pas de texte spécifique traitant du cas des navires de plaisance à utilisation commerciale ; ceux-ci sont assimilés à des navires de charge, dès lors que leur jauge est supérieure à 500, que leur longueur de référence est supérieure à 24 mètres, que leur navigation est internationale et qu'ils transportent douze passagers au maximum.

Ces navires doivent dès lors être conformes aux règles de la convention sur les lignes de charge (LL66/88), de la convention sur la sauvegarde de la vie humaine en mer (SOLAS), de la convention sur la prévention des pollutions par les navires (MARPOL). Ils sont

armés par des équipages professionnels répondant aux normes de la convention sur la formation des gens de mer et la délivrance des brevets (STCW).

Toutefois, les conventions internationales contiennent des articles permettant des aménagements que les États doivent notifier à l'Organisation (Article I/5 de la SOLAS et article 8 de la Load Lines/ protocole de 1988, par exemple). Ces aménagements ne doivent pas faire baisser le niveau de sécurité des navires visés.

Le Royaume-Uni a notifié à l'OMI son « *Large Yacht Code* » en 1996 (révisé LY2 en 2005). Ce texte était le seul relatif aux navires de plaisance à utilisation commerciale jusqu'à la notification, par la France en 2009, de sa version identifiée comme étant la division 242 du règlement annexé à l'arrêté ministériel du 23 novembre 1987 modifié. (Lettre Circulaire de l'OMI n° 2988 du 7 août 2009). Sur les aspects liés à la sécurité du navire, les deux textes, français et anglais, ne diffèrent pas sur le fond.

La division 242, introduite en droit par l'arrêté ministériel du 23 mai 2008 a été rendue opposable par sa publication au journal officiel de la république française du 10 juillet 2008.

Ainsi, entre le 2 février 2010 et le 28 avril 2011, les plans et documents du YOGI ont été étudiés par la Commission Nationale de Sécurité de la Navigation de Plaisance (CNSNP), suivant les règles de la division 242, et ses avis ont été approuvés par le ministre chargé de la marine marchande. Les avis de la commission peuvent comprendre des exigences complémentaires aux règles de la division 242.

D'autres textes du règlement annexé à l'arrêté ministériel du 23 novembre 1987 ont également été visés par les études de la CNSNP, notamment ceux relatifs aux organismes techniques (relation avec les sociétés de classification, division 140), à la délivrance des titres de sécurité (division 130), à la gestion de la sécurité (code ISM, division 160), à la stabilité (division 211), aux radiocommunications (division 219), par exemple.

3.2 Immatriculation au RIF

L'immatriculation sous pavillon français RIF représente une alternative aux pavillons habituellement rencontrés en grande plaisance (Îles Caïmans, Île de Man, Madère, etc.). La France s'étant dotée d'une réglementation spécifique pour les navires de plaisance à utilisation commerciale de longueur supérieure à 24 mètres et de jauge inférieure à 3000, le dossier YOGI a revêtu l'importance du premier exemple.

Le *YOGI* est un navire de plaisance à utilisation commerciale au sens du décret 84-810 du 30 août 1984, tel que modifié par le décret 2012-161 du 30 janvier 2012. Compte tenu du type d'exploitation prévu : plaisance professionnelle, navigation internationale, équipage français et douze passagers au maximum, il peut être enregistré au Registre International Français, conformément à l'article 2 de la Loi n° 2005-412 du 3 mai 2005 relative à la création du RIF.

Les objectifs du RIF sont décrits par la Circulaire Interministérielle n° 423 du 9 juillet 2008, relative à l'immatriculation au RIF des navires de plaisance professionnelle :

« Ce registre d'immatriculation des navires de commerce français a été créé pour promouvoir le pavillon français en le rendant plus attractif, et ainsi développer l'emploi maritime et renforcer la sécurité. »

Cette même Circulaire précise :

« ...pour toute approbation de navire, le guichet unique oriente l'armateur vers le secrétariat permanent de la CNSNP qui coordonne le suivi du navire avec le ou les centres de sécurité des navires concernés. »

« ...Après la mise en service, l'armateur contacte le secrétariat permanent de la CNSNP préalablement à toute modification du navire ou de ses conditions d'exploitation. Le Centre de sécurité des navires compétent pour la zone d'exploitation est informé par l'armateur de chacune de ces modifications, ou de toute avarie ou évènement relatif à la sécurité survenu en mer ou à quai, sous réserve des dispositions rendues applicables par le décret 84-810 du 30 août 1984 modifié. »

À la signature du contrat, le 18 août 2008, le navire NB 49 devait être immatriculé aux Îles Caïmans. Mais en novembre 2009, le propriétaire décide de l'inscrire au RIF. Il désigne alors le futur capitaine comme mandataire pour le suivi de la construction du NB49 et de sa conformité au contrat et aux spécifications.

3.3 Permis de navigation et certificats internationaux

Dans son premier examen du dossier (procès-verbal n° 321/NAV 01 du 2 février 2010), la CNSNP précise que le navire devra recevoir un certificat de classification pour la coque et la machine, conformément à l'article 242-3.01.

La visite de mise en service est réalisée le 31 mars 2011 par quatre membres de l'autorité du pavillon, et un permis de navigation est délivré jusqu'au 6 septembre 2011. Les certificats internationaux sont délivrés jusqu'au 14 avril 2016, le certificat international provisoire

de sûreté est délivré jusqu'au 30 septembre 2011, de même que le document de conformité provisoire au code de gestion de la sécurité et le certificat provisoire de gestion de la sécurité.

3.4 Propriété et gestion de la sécurité

Le *YOGI* est la propriété de la société LOV NB49, domiciliée à Paris. L'armateur n'étant pas doté d'une structure de gestion technique adaptée, il a signé un contrat de gestion, au sens du paragraphe 3.1 du Code International de gestion de la sécurité (code ISM), avec la société Atalante Yachting SARL, domiciliée en région parisienne. Celle-ci devait prendre en charge la gestion technique du navire dès la fin de la période de garantie.

Cette société a fait l'objet, les 12 et 13 janvier 2012, d'un audit initial ISM par les services de l'administration chargée de la mer, conformément à la division 160 du règlement annexé à l'arrêté ministériel du 23 novembre 1987 modifié. L'audit a mis en évidence un certain nombre d'écarts (PV CCS 854/ISM.02 du 1er février 2012). Un document de conformité a cependant été délivré, valide jusqu'au 10 février 2013.

Le premier audit ISM du navire, par le centre de sécurité des navires de Saint-Nazaire, était prévu début mars 2012. Afin de s'y préparer, un audit interne de trois jours a été effectué à bord en septembre 2011 par la société Atalante ; il devait être suivi d'un second audit interne dès l'arrivée du *YOGI* en France.

3.5 Franc-bord

La société de classification est l'American Bureau of Shipping (ABS), agréée par l'État du pavillon pour la délivrance du certificat international de franc-bord.

Champ d'application de la division 242 article 242-1.01 IV : « *Dans tous les cas, les règles techniques prévues par les conventions internationales sont appliquées lorsqu'elles sont expressément citées dans le texte. En l'absence de référence explicite, les seules dispositions applicables sont celles du présent règlement.* »

Par ailleurs, concernant le franc-bord, l'article 242-2.01.II des dispositions générales prévoit que : « *Les navires de plaisance de longueur supérieure ou égale à 24 m, lorsqu'ils sont exploités à titre commercial lors de voyages internationaux, sont astreints aux règles de la convention internationale sur les lignes de charge. Toutefois, lorsque ces mesures ne sont ni raisonnables, ni nécessaires compte tenu des conditions d'exploitation de ces navires, les*

dispositions de la présente division peuvent être appliquées à titre d'équivalence pour la délivrance et le renouvellement du certificat international de franc-bord. »

Les plans et documents du *YOGI*, ainsi que les demandes de dérogations formulées par l'armateur, ont été instruites par la CNSNP puis approuvées par le ministre chargé de la marine marchande.

La CNSNP a donné un avis favorable à l'approbation du rapport de franc-bord rédigé par la société de classification dans son procès-verbal n° 327/NAV.01 du 27 janvier 2011.

4 NAVIRE

4.1 Généralités

Le *YOGI* est le troisième d'une série de trois navires construits à Pendik (District d'Istanbul) par le chantier Proteksan Turquoise, sous le nom NB 49. Plus long de 6,40 m, il se distingue des NB 47 et NB 48 par un sun deck couvert et un hard top. De ce fait, un lest a été soudé sur la quille, au cours de la construction, pour un poids total de 27,9 tonnes (donnée chantier Proteksan Turquoise). La coque est en acier et les superstructures en aluminium.

Proteksan Turquoise a réalisé les études de coque, de structure, d'ingénierie et les plans de détails. Le cabinet d'architecture JG Vergés Design a réalisé le style extérieur, l'architecture intérieure et le design du mobilier de pont.

Livré en avril 2011, il est considéré comme une vitrine du savoir-faire de Proteksan Turquoise. Le *YOGI* a reçu la distinction internationale « *Most innovative yacht of 2011* » à Cannes.

Le *BEA*mer a noté que de nombreux navires sont « potentiellement » à vendre peu de temps après leur livraison, ce qui semblait être le cas du *YOGI*. Cette pratique est spécifique au grand yachting.

Principales caractéristiques :

- Longueur hors tout : 60,20 m ;
- Largeur hors membres : 9,40 m ;
- Creux : 5,40 m ;
- Franc-bord été : 2105 mm ;

- Tirant d'eau maxi : 3,34 m ;
- Stabilisateurs : 2 x 5 m² ;
- Jauge UMS : 1027 ;
- Déplacement maxi été : 843 t ;
- Propulsion : 2 Caterpillar type 3512 B-Rating HD (2 x 1423 kW) – 800 heures de marche ;
- Réfrigération : Échangeurs ED/ EM intégrés aux moteurs ;
- Puissance : 3228 kW ;
- Propulseur d'étrave : 150 kW ;
- Autonomie : 4000 milles à 13 nds ;
- Zones de navigation : Sans restriction ;
- Vitesse de croisière : 13 nds (Beaufort 2/3) ;
- Vitesse maxi : 16,4 nds (Beaufort 2/3).

Le navire n'a pas la marque AUT mais dispose de renvois d'alarmes et écrans de visualisation en passerelle, cabine de contrôle, carré équipage, cabines chef, second mécanicien et second capitaine. La centrale d'alarmes est commutable en mode Port ou Mer (en mode Port, l'alarme de position des portes est seulement visuelle).

Absence de VDR (non obligatoire).

Absence d'échelles de tirant d'eau (marques d'enfoncement maximal déclarées, à l'avant et à l'arrière, à 100 mm au-dessus de la ligne de flottaison).

Moyens de communication portatifs :

- 3 VHF Sailor GMDSS et 14 VHF ICOM non-GMDSS.

4.2 Particularités techniques

4.2.1 Échappements

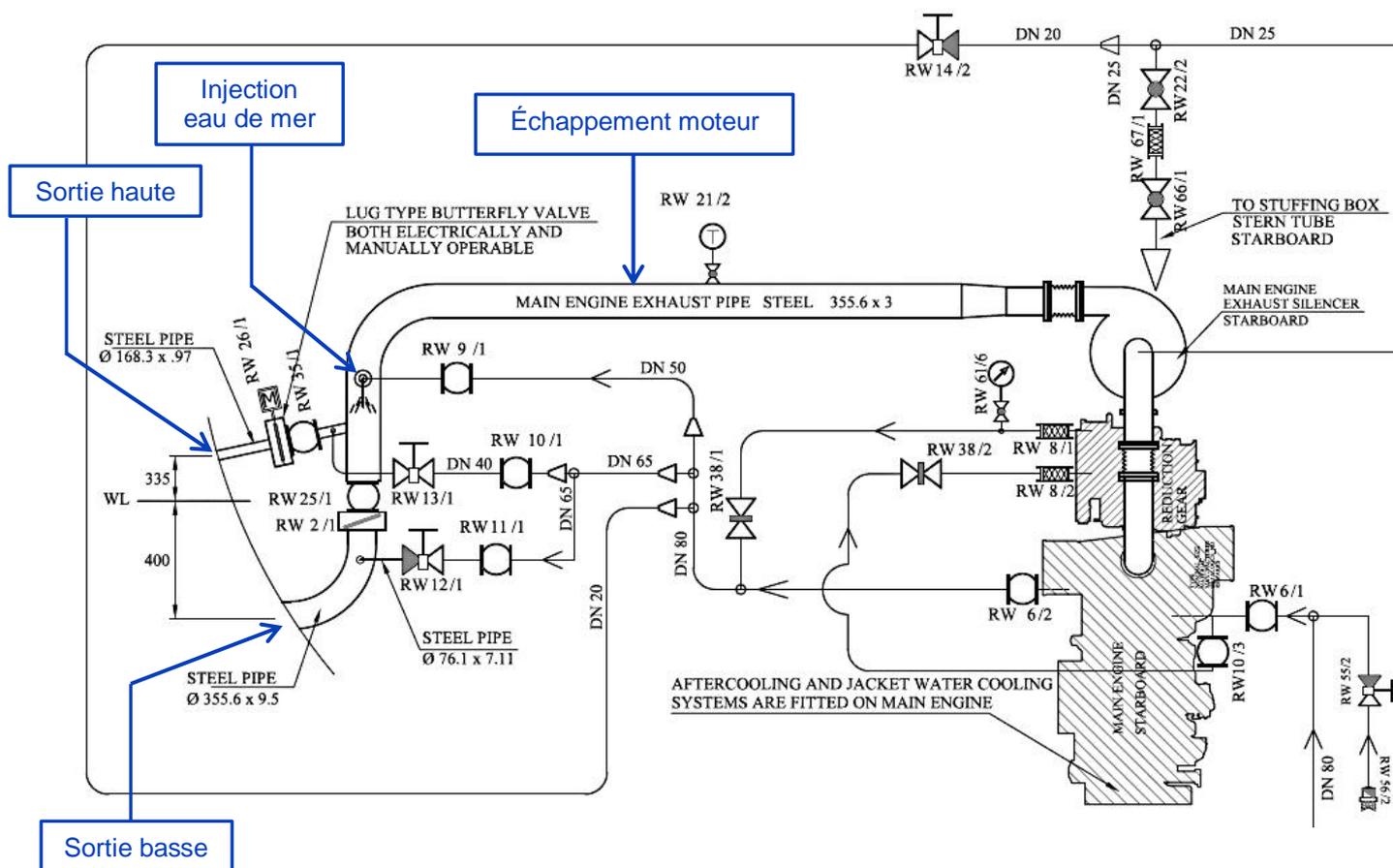
Afin d'éviter les salissures et les désagréments dus aux gaz d'échappement, la sortie principale d'échappement de chaque moteur de propulsion est immergée (échappement humide).

Pour éviter les contre-pressions, le flux des gaz est accéléré par une injection d'eau de mer. L'échappement est conçu pour empêcher les entrées d'eau de mer lorsque le navire est en marche arrière.

Le réglage du débit d'eau de réfrigération du coude de l'échappement humide, situé en aval du joint de dilatation en caoutchouc RW25/1, est assuré via la vanne RW 12/1. Dans des conditions normales de navigation, cette vanne est maintenue ouverte en grand.

Il n'y a pas d'alarme des températures d'échappement en aval du dispositif d'injection d'eau de mer (non requis dans la division 242, mais habituel dans la réglementation française concernant les systèmes d'échappement humide).

Une sortie haute, située au-dessus de la flottaison, fonctionne lorsque la pression des gaz d'échappement est faible (ralenti, manœuvres).



L'échappement des groupes électrogènes est uniquement aérien, mais réfrigéré et silencieux.

4.2.2 Portes de bordé et arrière

Le navire dispose de deux larges portes d'accès à la mer au niveau du pont inférieur. La porte de bordé, sur tribord, permet les mouvements des embarcations de loisir à partir du beach club 2. En plus de sa fonction de « plage », la porte arrière constitue un coffre pour les deux échelles de bains rétractables et accessibles à partir du beach club 1. Les deux portes s'ouvrent vers le bas et l'extérieur.

Munies de joints, elles sont étanches à l'eau de mer et, a fortiori, aux intempéries. Le verrouillage est assuré pour chaque porte par huit vérins hydrauliques portés par la coque (cf. extraits du plan NB49-224-i, annexe B1). À la fermeture, si la partie mâle du vérin n'est pas parfaitement ajustée dans la porte, le verrouillage est empêché et une alarme se déclenche.

La manœuvre d'ouverture/fermeture s'effectue au moyen d'une centrale hydraulique, doublée d'une commande manuelle de fermeture en cas d'avarie de la centrale. Les vérins restent verrouillés si une avarie survient lorsque la porte est déjà fermée.

4.2.3 Fenêtres de bordé

Les fenêtres de bordé, situées au ras de la flottaison et éclairant les cabines passagers situées au pont inférieur, ont fait l'objet d'une dérogation du fait de leurs dimensions (PV CNSNP 321 NAV.01 du 2 février 2010). L'épaisseur des vitres est supérieure de 30% aux valeurs standard.

4.3 Dossier Stabilité

4.3.1 Stabilité à l'état intact

La stabilité à l'état intact a été étudiée conformément à l'article 242-5.01.I des dispositions générales : « *Sauf précision expresse contraire dans le présent chapitre, les navires visés par la présente division sont conformes aux dispositions de la division 211 applicable aux navires de charge.* »

Une expérience de stabilité a été effectuée le 17 mars 2011 en présence du représentant local de la société de classification, lequel représentait également l'autorité du pavillon (mandat spécial évoqué dans le PV CNSNP 328/NAV.01 du 17 mars 2011).

4.3.2 Stabilité après avarie



Compartment 01
(Beach club 1)
Volume = 98 m³



Compartment 02
(Beach club 2)
Volume = 131 m³



Compartment 03
(Appareil à gouverner)
Volume = 97,7 m³

La stabilité après avarie a fait l'objet de plusieurs propositions, lesquelles étaient liées à la définition des compartiments étanches proposée par l'armateur et pour laquelle la société de classification demandait l'avis du pavillon (PV CNSNP 322/NAV.01 du 30 mars 2010). En effet, dans un premier temps, les compartiments beach club 1 et beach club 2 ne faisaient qu'un (pas d'étanchéité à l'eau entre eux). Cette disposition n'était pas conforme aux critères de stabilité après avarie décrits à l'article 242-5.06.

L'étanchéité entre ces deux compartiments a été rétablie par la mise en place d'une porte étanche à charnières sur la cloison les séparant (PV CNSNP 324/NAV.01 du 29 juin 2010).

Le compartimentage, ainsi que la disposition des portes étanches, ont fait l'objet d'un nouvel examen (PV CNSNP 326/NAV.01 du 25 novembre 2010) au cours duquel il a été demandé :

... « Compte tenu du type de porte installée entre les compartiments 1 (décrit comme le Beach Club 1) et 2 (décrit comme le Secondary Beach Club), l'étude de stabilité après avarie devra intégrer le cas où ces deux compartiments sont envahis. Cette porte devra rester fermée lorsque le navire est en route. »

La stabilité après avarie a été étudiée conformément à l'article 242-5.06 :

Art 242-5.06.III : *Les cloisons étanches sont disposées de telle manière qu'une brèche mineure dans le bordé, entraînant l'envahissement d'un compartiment quelconque, permette tout de même au navire de flotter avec une ligne de surimmersion qui n'est en aucun cas à moins de 75mm en dessous du pont exposé aux intempéries, du pont de franc-bord, ou du pont de cloisonnement, si ces dispositions ne sont pas concurrentes.*

Art 242-5.06.IV : *Pour la détermination des cas d'avarie, il est considéré qu'une brèche mineure est susceptible de se produire n'importe où sur la longueur du navire, sauf au niveau d'une cloison étanche...*

La société de classification n'a cependant pris en compte l'envahissement que d'un seul beach club et non des deux.

Enfin, la CNSNP n'a pas émis d'observation sur l'étude de stabilité remise par la société de classification (PV CNSNP 328/NAV.01 du 17 mars 2011).

Le dossier de stabilité du navire (Rév. 07) a été considéré comme définitif par la CNSNP (PV 329/NAV.01 du 28 avril 2011).

4.4 Travaux effectués

4.4.1 Travaux effectués à Gênes

Deux mois après la livraison, le *YOGI* a effectué une escale technique en juin 2011 pour intervenir sur le circuit de climatisation et réparer les dégâts occasionnés par une fuite du fluide frigorigène sur la boiserie et la moquette.

L'escale a été mise à profit pour corriger les défauts (à caractère technique et esthétique) constatés sur la porte arrière :

- Réparation des circuits hydraulique et électrique de commande d'ouverture/fermeture, endommagés par des infiltrations d'eau dans les coffres inox des échelles de bain ;
- Remplacement du joint d'étanchéité (mal collé mais cependant étanche) par un joint silicone d'une couleur plus appropriée.

De plus, à la demande de l'équipage, une caisse de récupération des égouttures d'eau des beach clubs d'environ 200 litres, séparée en deux compartiments avec pompes immergées, a été installée sur l'arrière de l'appareil à gouverner, dans le compartiment 03. L'installation a nécessité une importante modification du circuit de drainage (cf. schéma de principe en annexe B2, communiqué au *BEA*mer). Ces modifications, bien que touchant une installation sous pont de franc-bord, n'apparaissent pas au plan NB49-427A « Deck drains & Scuppers layout » et n'ont pas été portées à la connaissance de l'ABS et de l'administration.

Le schéma de principe ne fait donc pas partie de la liasse de plans approuvés.

Par mesure de sécurité, à la demande du capitaine qui a pris le commandement du navire en juillet 2011, les colliers de fixation des raccords des tuyauteries souples du circuit de drainage modifié ont été doublés.

Les travaux effectués au cours de cette escale technique ont été réalisés par une équipe du chantier Proteksan Turquoise, aidée de sous-traitants locaux, et pris en garantie.

4.4.2 Visite de garantie à Tuzla

Différents travaux ont été programmés au cours de la visite de garantie effectuée au chantier, d'octobre 2011 à février 2012 (cf. liste des « *claims* » en annexe B3).

Les interventions majeures consistaient à repeindre le navire et démonter la porte arrière pour remise en état des caissons des échelles de bain, ce qui a nécessité le découpage des charnières (cf. photo annexe B4). Les connexions électriques, les tiroirs hydrauliques et la visserie ont été remis à neuf. Les opérations ont été contrôlées par un expert, architecte naval, et des tests d'étanchéité (concluants bien que n'ayant pas concernés la partie basse de la porte arrière) ont été effectués avec de l'eau douce à 3 bars. L'étanchéité a par la suite été contrôlée par l'équipage au cours des traversées Tuzla – Istanbul et Istanbul – Dardanelles.

Toutefois, une liste prévisionnelle de travaux dans le cadre de la visite de garantie (dont le *BEA*mer a eu connaissance début janvier 2013) montre une demande spécifique liée à l'instabilité du navire (nouvelle expérience de stabilité), des problèmes d'immersion de la marque de franc-bord dans certaines conditions de chargement et une demande d'étude d'une cabine VIP supplémentaire (cf. liste en annexe B 3bis).

5 ÉQUIPAGE

Pour effectuer des voyages de plus de 150 milles, sans clients à bord, la décision d'effectif pour la conduite est de six membres d'équipage. Pour le transit Istanbul – Cannes, l'effectif a été renforcé, à la demande du capitaine, d'un lieutenant et du chef mécanicien « sortant ».

Lorsque des clients sont à bord (douze personnes au maximum), l'équipage est constitué de quinze personnes.

Capitaine : 51 ans, titulaire du brevet de capitaine yacht 3000 et des titres STCW requis. Navigation professionnelle depuis 1994 (chef de bord NUC, patron, capitaine de yacht). À bord du *YOGI* depuis le 17 juillet 2011.

À noter que le précédent capitaine a suivi la construction du navire en tant que consultant technique pour le compte de l'armateur.

Second capitaine : 38 ans, titulaire du brevet de capitaine yacht 500 et des titres STCW requis. Premier embarquement marine marchande en 2002. Électricien Marine nationale. Suivi du chantier depuis janvier 2011 puis embarquement le 15 avril 2011.

Lieutenant : 28 ans, titulaire du diplôme d'officier chef de quart passerelle et des titres STCW requis. Navigation au long cours (stagiaire) ; à bord du *YOGI* depuis le 13 février 2012.

Chef mécanicien 1 (chef M1, « prenant »): 50 ans, titulaire des brevets de capitaine yacht 500, de chef mécanicien 3000 kW et des titres STCW requis. À bord depuis le 30 janvier 2012.

Chef mécanicien 2 (chef M2 « sortant ») : 35 ans, titulaire des brevets de second capitaine 3000, de chef mécanicien 3000 kW et des titres STCW requis. Suivi du chantier depuis octobre 2010 puis embarquement le 15 avril 2011. Devait débarquer à l'arrivée en France.

Maître mécanicien : 37 ans, titulaire des brevets de capitaine 200, mécanicien 750 kW et des titres STCW requis. À bord depuis le 31 juillet 2011.

Un **matelot** (titulaire du certificat de formation à la sécurité) et une **hôtesse** (titulaire des diplômes de capitaine 200 et mécanicien 750 kW).

Organisation des quarts :

Commandant : 21h00 – 01h00 et 09h00 – 13h00 ;

second capitaine : 01h00 – 05h00 et 13h00 – 17h00 ;

lieutenant : 05h00 – 09h00 et 17h00 – 21h00.

Chef mécanicien 1 : 00h00 – 03h00 et 09h00 – 12h00 et 18h00 – 21h00 ;

chef mécanicien 2 : 03h00 – 06h00 et 12h00 – 15h00 ;

maître mécanicien : 21h00 – 00h00 et 06h00 – 09h00 et 15h00 – 18h00.

Cette organisation n'appelle pas de commentaire particulier, et justifie la présence de deux officiers en renfort pour le transit Istanbul – Cannes.

6 CHRONOLOGIE

Aucun enregistrement, listing d'alarmes ou document écrit n'ayant pu être sauvé, la chronologie des actions antérieures à l'intervention des secours a été établie à partir des interviews de l'équipage et du DPA.

Heures TU + 2 (heure bord)

Dans les jours qui ont précédé l'appareillage, application des procédures ISM : exercice d'abandon, incendie, barre de secours, rondes de sûreté.

Le **15 février 2012**,

Le *YOGI* appareille de Tuzla (Turquie) à destination d'Istanbul pour soutage. Arrivée au mouillage vers **22h00**, le navire souteur subit un contrôle douanier. Mise en place de pare-battages et organisation d'un quart de surveillance des mouvements du navire.

Le bord n'étant pas doté d'un logiciel de stabilité, un calcul sur papier est effectué par le capitaine. Afin d'alléger le navire et conserver une assiette nulle, les ballasts piscines sont vidés et les ballasts DO de l'arrière (TK DO 7 et 8) resteront vides, conformément à la consigne du chantier Proteksan Turquoise.

Le **16 février 2012**,

Météo :

Rapport du capitaine : vent de nord nord-ouest force 5 à 6 avec rafales à 35 nœuds. Houle de 2 m à 2,50 m.

Analyse la plus probable de Météo France : de la sortie des Dardanelles à la position du PAN PAN, vent d'est nord-est 10 à 15 nœuds puis nord nord-est 25 nœuds (rafales 30 à 35 nœuds).

Hauteur significative des vagues entre 0,70 m et 1 m, mer peu agitée, puis agitée par l'ouest et le sud-ouest du bassin pour atteindre 1,30 m à 1,50 m à partir de 20h00 autour de Skyros. La « mer totale », essentiellement composée par la mer du vent reste agitée.

Hauteur maximale la plus probable sur un échantillon de 100 vagues (environ 1 vague toutes les 10 min) : 1,50 m avant 20h00, jusqu'à 3 m à partir de 23h00 autour de Skyros. En considérant un échantillon de 1000 vagues (environ 1 vague toutes les 1h30), les valeurs sont augmentées de 40 à 70 cm.

L'expert Météo France précise que les valeurs des bulletins d'alerte diffusés par les services météorologiques grecs sont surestimées (cf. analyse détaillée en annexe D).

Vers **03h00**, fin du contrôle de douane et début du soutage (25 000 litres répartis dans les TK DO 14, 15 et 16).

À **06h30**, appareillage à destination de Cannes.

À **18h30**, sortie du détroit des Dardanelles et débarquement du pilote. Le comportement du navire est normal.

Réglage du pilote auto : 5° d'angle de barre maxi – « weather » 3 sur une échelle de 1 à 5.

Après avoir suivi une route au sud-ouest, le navire est au cap 185°, vitesse fond proche de 14 nœuds, mer et vent de l'arrière. D'après l'équipage, les moteurs sont réglés à environ 60% de la charge maximale.

Le **17 février 2012**,

Vers **01h40**, le chef mécanicien de quart (chef M1) constate que le manchon de dilatation de l'échappement du moteur tribord est fendu et fuit. Le téléphone ne fonctionnant pas, il tente d'avertir la passerelle par l'interphone mais celui-ci est également défectueux. Le chef M1 monte alors en passerelle et demande au capitaine de stopper le moteur tribord (il n'y a pas eu d'alarme de température haute).

À ce moment, prévenu par le chef M1, le chef M2 arrive en machine. Il ferme les deux vannes de coque d'échappement du moteur tribord.

À **01h46**, e-mail de confirmation de l'avarie au DPA. Le moteur tribord est indisponible.

Peu après, les températures d'échappement et d'eau douce du moteur bâbord sont également anormalement élevées. Le chef M1 demande au capitaine de ralentir l'allure ; au même moment le moteur stoppe par sécurité.

Le *YOGI* est stoppé sans erre et prend la houle par le travers tribord ; il roule et gîte sur bâbord.

À **02h00**, le DPA est informé de l'avarie du second moteur.

Les trois mécaniciens (le maître machine a également été réveillé) entreprennent la visite des 2 filtres d'aspiration eau de mer (RW 44/1 et 44/2 – cf. annexe B5) et des 2 filtres de réfrigération des moteurs (RW 5/1 et RW 5/2). Les paniers des filtres sont propres, mais il semble aux mécaniciens que ceux-ci sont montés trop « justes » dans les boîtes et que le débit d'eau de mer est insuffisant.

Les boîtes sont refermées sans les paniers, la traverse eau de mer est purgée et le circuit est rétabli.

Le circuit de la pompe eau de mer de service général (RW 20/1, qui alimente les groupes électrogènes) est disposé sur les presse-étoupes de lignes d'arbre (t° maxi 35°C, normalement réfrigérés par le circuit eau de mer des moteurs de propulsion) ; mais peu après, la pression de réfrigération des groupes est insuffisante : retour à la configuration initiale.

À **02h20**, alerte PAN PAN.

Vers **02h30**, le moteur bâbord est redémarré et les températures redeviennent normales. Le chef M2 monte en passerelle. Lorsque le capitaine embraye le moteur il constate que la barre ne répond pas : le pilote auto est déconnecté et les 2 moteurs de barre sont « hors service ». Les voyants d'alarme sont allumés et le répéteur indique que la barre est à 30° sur tribord. De plus, il ne parvient pas à démarrer le propulseur d'étrave.

Les mécaniciens envisagent de colmater la fuite à l'échappement tribord avec une couverture isotherme (calorifugeage du groupe de secours) et des sangles à cliquet.

Le chef M1 et le maître mécanicien se rendent alors à l'arrière (sans VHF portative) pour une première investigation du local de l'appareil à gouverner, via le panneau d'accès situé à tribord du beach club 2 : environ 15 cm d'eau a envahi le beach club 2. Lorsqu'ils ouvrent le panneau (cf. annexe B6), ils constatent que le local appareil à gouverner est également partiellement envahi (30 à 40 cm), sans que l'alarme de montée d'eau ait fonctionné. Le panneau étant ouvert, l'eau s'écoule du beach club 2 vers le local appareil à gouverner et l'alarme se déclenche.

Le chef M1 retourne dans le compartiment machine et démarre l'assèchement. La porte étanche d'accès au local Hi-Fog est alors fermée par l'un des mécaniciens.

Le maître mécanicien monte en passerelle pour rendre compte au capitaine et au second capitaine.

Puis le second capitaine, accompagné du maître mécanicien (également sans VHF portative), va investiguer le beach club 1 en passant par l'escalier extérieur tribord ; lorsqu'il ouvre la porte étanche d'accès, à la faveur d'un coup de roulis sur bâbord, il constate une hauteur d'eau d'environ 1 mètre.

Afin de s'écarter de la position travers à la houle, une faible vitesse sur le moteur bâbord est maintenue, malgré la barre indisponible.

Peu après, le second capitaine et le maître mécanicien effectuent une seconde investigation du beach club 1, après s'être équipés de combinaisons de survie à la passerelle ; il leur semble que la hauteur d'eau est la même que précédemment.

Sous l'effet de la giration et du changement d'amure, la gîte passe sur tribord puis s'accroît brusquement.

De l'eau, en provenance du ballast des eaux usées, se répand dans le compartiment machine.

À **03h18**, contact du DPA avec le MRCC Le Pirée.

À **03h25**, contact DPA avec la société Vernicos Athènes pour affrètement d'un remorqueur d'assistance.

À **03h40**, le local Hi-Fog, situé à l'arrière du compartiment machine, est envahi. Les pompes d'assèchement se désamorcent.

À **03h45**, confirmation du contrat Lloyd open form et appareillage du remorqueur d'assistance.

À **04h00**, premier contact DPA – CROSS Gris-Nez.

À **04h13**, contact Gris-nez avec MRCC Le Pirée qui coordonne le sauvetage.

À **04h28**, MAYDAY. L'équipage est prêt pour l'évacuation.

À **04h40**, dernière communication par SAT C entre le navire et le DPA.

Vers **06h00**, l'équipage tente d'atteindre les radeaux de sauvetage situés sur l'arrière du sun deck via le salon, mais les deux portes en verre sont bloquées en position fermée par la gîte. L'équipage ne parvient pas à les casser.

L'équipage se réfugie sur les superstructures du navire.

À **06h43**, problème technique à bord du premier hélicoptère qui annule sa mission.

À **06h47**, dernière communication par téléphone mobile entre le capitaine et le DPA.

À **07h45**, arrivée d'un second hélicoptère sur zone.

Dans les minutes qui suivent, hélitreuillage de l'hôtesse et du matelot depuis la superstructure du navire.

Deux radeaux sont largués automatiquement par déclenchement des largueurs hydrostatiques.

L'hélicoptère depuis la superstructure du navire est jugé trop périlleux. Aggravation des conditions météo (neige et grêle).

Les six autres membres de l'équipage se jettent à l'eau un par un puis sont hélitreuillés.

À **08h50**, tout l'équipage est évacué par hélicoptère à destination de l'île Skyros.

À **11h04** la balise 406 Mhz du *YOGI* cesse d'émettre. Position : 38°35,4 Nord – 025°03,7 Est.

7 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).

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.

7.1 Remarques préliminaires

Le naufrage du navire ne peut s'expliquer que par une dégradation rapide de la stabilité, due à un envahissement progressif des trois compartiments de la tranche arrière. L'investigation menée par l'équipage a montré que, des trois compartiments visités, le beach club 1 était le plus rempli (environ 1m d'eau). En l'absence de brèche, les combinaisons de scénarios et conditions hypothétiques pourraient expliquer un envahissement d'eau :

- Deux scénarios et deux conditions relèvent de l'analyse des facteurs matériels (cf. § 7.3.5).
- Un scénario et une condition relèvent de l'analyse du facteur humain (cf. § 7.4.1).

Le navire, quelle que soit l'origine des dysfonctionnements constatés (propulsion, stabilité, portes de bordé), est appréhendé comme entité matérielle.

La stabilité après avarie (présence d'eau sans brèche) a été simulée après calibration des trois compartiments arrière, en les assimilant à des capacités pour prise en compte des effets de carène liquide. Les ballasts et caisses du compartiment 03 sont considérés intacts, il n'y a pas, de ce fait, d'effet de « carène perdue ».

7.2 Facteurs naturels

Vent : pas d'écart entre l'intensité du vent observé à bord et l'analyse de Météo France. Écart sur l'orientation du vent observé à bord (nord nord-ouest) et l'analyse de Météo France (nord nord-est).

État de la mer : pas d'écart entre l'observation du bord et l'analyse de Météo France.

Lorsque le navire faisait route, mer de l'arrière, l'état de la mer a dû générer un tangage et un roulis modérés ; ces conditions n'appellent cependant pas une réduction d'allure.

Lorsque le *YOGI* a été privé de propulsion et de capacité à gouverner, l'état de la mer a par contre été un **facteur déterminant** pour la suite des événements.

7.3 Facteurs matériels

7.3.1 Avaries de propulsion

Moteur tribord

La fuite de gaz, due au fendillement puis à la déchirure du manchon de dilatation d'échappement, n'a été précédée d'aucune alarme. Une avarie similaire à bord du M/Y *PETARA* a été signalée au *BEA*mer (le joint de dilatation en caoutchouc, ayant fondu à des températures voisines de 600°C, a été remplacé par un joint métallique).

Les mécaniciens ayant manqué de temps pour effectuer une réparation provisoire, le moteur tribord n'a pas été redémarré.

Moteur bâbord

L'élévation des températures d'eau douce et d'échappement n'a pas entraîné d'avarie immédiatement identifiable du manchon de dilatation de l'échappement. Le moteur a stoppé automatiquement, avant que le commandant (averti par le mécanicien de quart) n'ait réduit l'allure depuis la passerelle.

Le moteur a pu être redémarré une fois le débit d'eau de mer de réfrigération rétabli.

Circuit de réfrigération des moteurs

Selon les informations de l'équipage, l'allure des moteurs était réglée à environ 60% de la charge maximale, les moteurs ayant plus généralement fonctionné à des charges plus faibles depuis le lancement du *YOGI*. La nuit du 16 au 17 février, l'état de la mer et les mouvements du navire ne nécessitaient toutefois pas une réduction d'allure à moins de 60%. Le *BEA*mer ne retient donc pas l'hypothèse d'un désamorçage du circuit d'eau de mer dû aux effets du roulis et du tangage.

Le *BEA*mer retient par contre l'hypothèse d'un débit d'eau de mer de réfrigération insuffisant, dû à des paniers filtres montés trop justes dans leurs boîtes (fonctionnement normal du moteur bâbord après enlèvement des paniers), comme étant un **facteur sous-jacent** ayant contribué à mettre le navire en difficulté. De plus, le cas du *YOGI* n'est pas unique (problème également constaté à bord du M/Y *VINHYDREA*. Cette hypothèse est cependant contestée par le chantier Proteksan Turquoise (cf. plan des filtres en annexe B7, non approuvé).

Les seuils des températures de réfrigération ont été dépassés, sans que la centrale d'alarme n'ait permis aux officiers de quart (à la passerelle et à la machine) d'anticiper un « stop auto » du moteur bâbord et une avarie majeure du moteur tribord. Ce dysfonctionnement constitue également un **facteur sous-jacent**.

7.3.2 Stabilité à l'état intact

Les évolutions apportées aux superstructures du navire, par rapport aux sister ships NB 47 et NB 48, ont entraîné une élévation du centre de gravité. Le lest (d'un poids total de 27,9 tonnes), soudé sur toute la longueur de la quille du NB 49 pour corriger cet effet, n'apparaît pas sur les plans « tel que construit » et le rapport de franc-bord transmis à l'administration. Par la suite, le *BEA*mer a toutefois pris connaissance du plan NB49-264 (Additional Keel plate), approuvé par l'ABS en mars 2010, sans que celui-ci ait été transmis à l'administration du pavillon.

La répartition des masses a été finalisée par l'ajout de 2 tonnes de lest dans la zone du bulbe et par 1 tonne de lest dans le compartiment du stabilisateur tribord.

Ces poids supplémentaires ont été pris en compte pour la pesée du navire lège et les calculs des trois cas de chargement (navire au départ, à mi-voyage et à l'arrivée) validés par la société de classification.

En outre, afin de limiter l'enfoncement, deux options de ballastage (bien que ne figurant pas dans le document des données hydrostatiques du navire) sont appliquées par les deux capitaines qui se sont succédé :

- Navigation côtière avec des clients à bord : ballasts eau douce pleins et ballasts DO peu remplis ;
- Navigation en transit sans clients à bord : configuration inverse.

Le *BEA*mer note également que l'expérience de stabilité n'a pas été effectuée en présence de représentants de l'administration française.

D'une manière générale, du fait de l'absence d'échelles de tirant d'eau (vérification de l'assiette et du déplacement exact du navire), les calculs de stabilité effectués à bord manquent de précision.

Enfin, les résultats des calculs du cas de chargement du 17 février 2012 font apparaître des valeurs juste aux limites des critères réglementaires :

STABILITE A L'ETAT INTACT

ARGOS 8.2.g :

YOGI

CAS DE CHARGEMENT: 17 FEVRIER 2012

		RESULTATS	CRITERES MINI.
GÎTE A L'EQUILIBRE		0,00°	
AIRE 0 - 30°	Courbe GZ limitée à 60°	0,069 m.rad	0,055 m.rad
AIRE 0 - 40°	Courbe GZ limitée à 60°	0,098 m.rad	0,09 m.rad
AIRE 30 - 40°	Courbe GZ limitée à 60°	0,029 m.rad	0,03 m.rad
ANGLE GZ max.	Courbe GZ limitée à 60°	28°,423	25°, préférable > 30°
GZ max.	Courbe GZ limitée à 60°	0,215 m	0,20 m à gîte > ou = 30°
GM		0,560 m	0,150 m
ARC GZ > 0	Courbe GZ limitée à 60°	44°,723	
AIRE GZ max.		0,063 m.rad	
GZ 30°		0,213 m	

Au-delà des calculs, la stabilité du navire à l'état intact apparaît insuffisante à l'équipage lorsque le navire est à la mer : même sous l'effet d'un vent modéré, le navire prend une gîte sensible.

De ce fait, lorsque le capitaine mandaté par l'armateur rédige la liste prévisionnelle des travaux à effectuer en garantie, il demande qu'une nouvelle expérience de stabilité soit effectuée, afin de vérifier les valeurs relevées le 17 mars 2011. Cette demande sera rejetée par le chef de projet du chantier Proteksan Turquoise (cf. point 2 « List of warranty works winter 2011 » en annexe B3 bis) et supprimée de la liste définitive des travaux à effectuer.

Cette situation à l'état intact est un facteur sous-jacent et met en évidence la vulnérabilité du navire (cf. extraits de l'étude Orion Naval en annexe C).

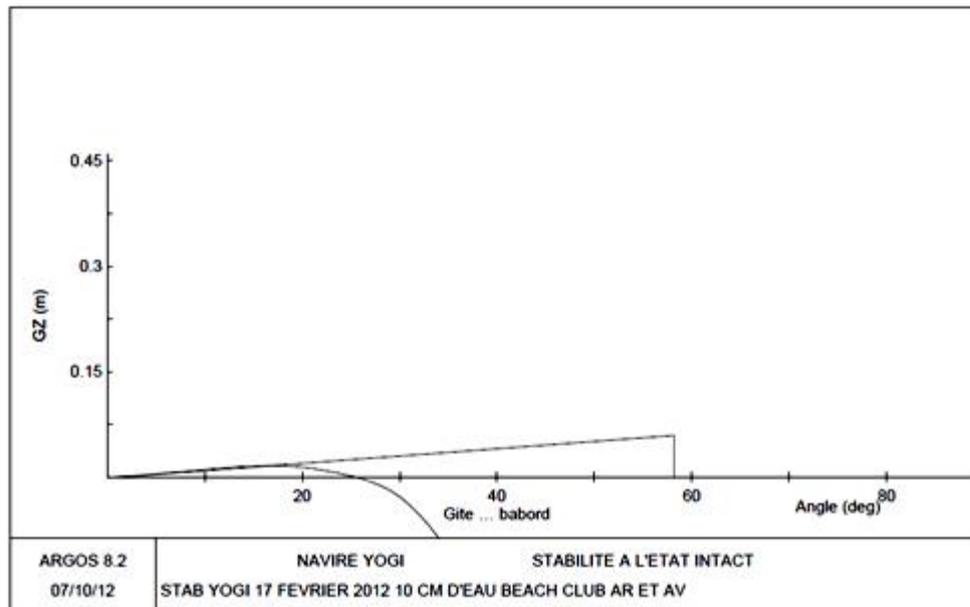
7.3.3 Stabilité après avarie

La validité de l'étude de stabilité après avarie est compromise par un avis de la CNSNP qui n'a pas été suivi d'effet, ce qui semble confirmer que la société de classification n'a pas eu connaissance du procès-verbal CNSNP 326/NAV.01 du 25 novembre 2010 (cf. § 4.3.2), qui précise que l'étude doit intégrer le cas où les deux beach clubs sont envahis simultanément.

Par ailleurs, il est très probable que les critères de la division 242 n'auraient pas été respectés si cette étude avait intégré cette exigence. Ceci a été confirmé par « l'incapacité » du navire à se redresser après que la gîte sur tribord se soit accentuée. En considérant la présence de 10 cm d'eau (et a fortiori 20, 30 cm ou plus) dans chacun des beach clubs, il apparaît que le navire ne pouvait pas se redresser :

ARGOS 8.2.g : YOGI
STABILITE A L'ETAT INTACT

NAVIRE YOGI PAGE 75
Client: 161 - O.N.E 07/10/12



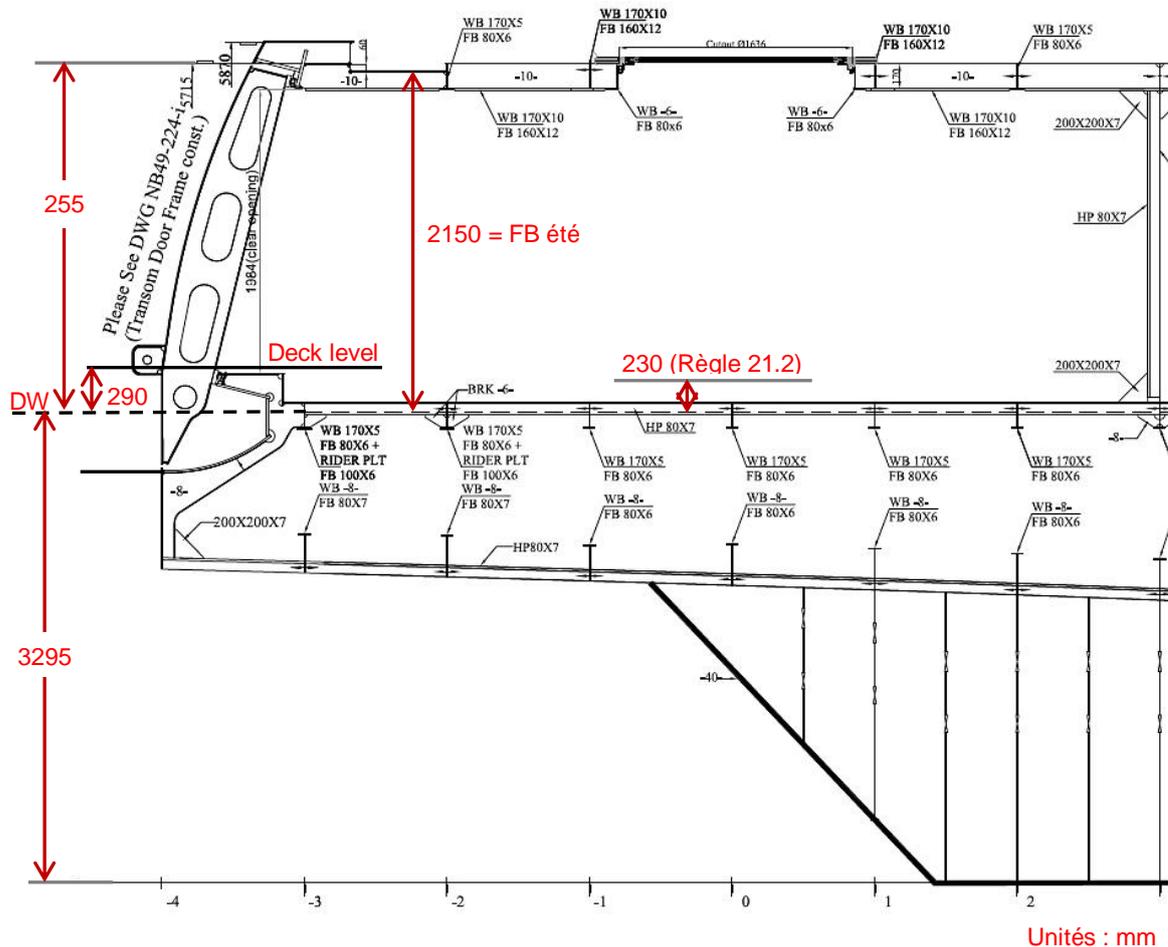
Cette très faible réserve de stabilité a été un **facteur aggravant** de l'envahissement d'eau de compartiments contigus. Elle a entraîné le naufrage du navire lorsque les points d'envahissement des superstructures du navire (entrées d'air du compartiment moteur et de la salle à manger équipage) ont été noyés, quand la gîte a atteint une quarantaine de degrés.

Le BEAmer relève en outre que la notion de « brèche mineure », décrite par la division 242 au chapitre 5, constitue un risque pour la capacité de survie du navire. La définition devrait concerner l'entièreté d'une tranche de coque entre deux cloisons étanches et ne pas se limiter à un compartiment.

7.3.4 Portes de bordé

Les portes de bordé situées sous la ligne du pont de franc-bord doivent être étanches à l'eau et répondre aux exigences de la division 242, laquelle renvoie également à la règle de la division 221 (221-II-I-25.10. ou en nouvelle numérotation : 221-II1/15-1), équivalente à la règle II-I-25.10 de la SOLAS.

Le can inférieur des portes est sous la flottaison. Cependant, les plans détaillés n° NB 49-224 (inexistants dans le dossier CNSNP), montrent que les seuils intérieurs des portes, protégés par les joints d'étanchéité, sont au-dessus de la flottaison maximale en charge (DWL).



Toutefois, le *BEA*mer relève que la règle 21 de la convention internationale sur les lignes de charge (LL66, protocole de 1988) n'est pas visée par la division 242, alors qu'elle semble particulièrement pertinente dans les cas de portes de bordé de grandes dimensions ouvrant sur des compartiments étanches :

« R21.2 : sauf dérogation prévue par l'Administration, le can inférieur des ouvertures... ne doit pas se trouver au-dessous d'une ligne tracée sur le bordé parallèlement au livet du pont de franc-bord et ayant son point le plus bas au moins à 230 mm au-dessus du bord supérieur de la ligne de charge la plus élevée. »

7.3.5 Hypothèses sur les origines de la voie d'eau (facteurs matériels)

Scénario 1 - envahissement du beach club 1 par défaut d'étanchéité de la porte arrière :

Bien que ne figurant pas sur la liste des travaux de garantie, le démontage de la porte arrière a été difficile. Ces difficultés ont eu pour conséquence un contrôle minutieux de l'étanchéité, tant au chantier que pendant les traversées Tuzla – Istanbul et Istanbul – Dardanelles.

Pour passer inaperçue, une entrée d'eau n'a pu commencer que peu de temps avant l'avarie machine, avec un débit important. De plus, lorsque la hauteur d'eau est supérieure à plusieurs dizaines de centimètres, son origine ne peut plus être identifiée.

Un défaut d'étanchéité du joint de porte arrière est le premier facteur hypothétique de l'envahissement d'eau du *YOGI*.

Scénario 2 - défaut d'étanchéité d'un des deux puits de jaumière :

Une étanchéité défaillante d'un ou des deux puits de jaumière (passage de la mèche de gouvernail) aurait pour conséquence un envahissement d'eau relativement rapide du compartiment de l'appareil à gouverner. Or l'investigation a montré qu'il y avait au plus 30 à 40 cm d'eau dans le local barre, et environ 1 m dans le beach club 1.

Cette hypothèse est donc écartée.

Condition 1 - alarme tardive de niveau haut du puisard du compartiment de l'appareil à gouverner :

Quelle que soit la cause et la rapidité de l'envahissement d'eau, les officiers de quart (passerelle et machine) n'ont, à aucun moment, été alertés par l'alarme de montée d'eau du local appareil à gouverner. Compte tenu des mouvements du navire et de la hauteur d'eau constatée au cours de l'investigation (30 à 40 cm), celle-ci aurait dû se déclencher (seuil à 30 cm).

Ce dysfonctionnement, qui peut être dû à une temporisation excessive de l'alarme, est le second **facteur hypothétique** ayant contribué à l'envahissement d'eau.

Condition 2 - dysfonctionnement du circuit de drainage des trois compartiments arrière :

Le circuit de drainage modifié constitue un important réseau distribuant :

- les trois compartiments arrière (beach clubs et appareil à gouverner),
- les deux plages arrière d'amarrage du navire.
- Il est en communication avec le tank de récupération des égouttures d'eau des beach clubs (installé à Gênes), le ballast de stockage d'eau des puisards et le collecteur de pompage des puisards (à l'aide de trois pompes également raccordées au réseau incendie).

Ce circuit non approuvé constitue un « point faible » qui a pu favoriser la propagation de l'eau d'un premier compartiment vers les deux autres, par effet de siphon en cas de « débordement » de la caisse des égouttures, et faisant suite à l'envahissement du beach club 1. Ce dysfonctionnement constitue un troisième **facteur hypothétique**.

7.4 Facteurs humains

Le *BEA*mer remarque que la gestion de crise a été assurée sans prise de risques inutiles et avec sang-froid par l'équipage, sous l'autorité du capitaine.

7.4.1 Hypothèses sur les origines de la voie d'eau (facteurs humains)

Scénario 3 - envahissement du beach club 1 par la porte d'accès au chaumard bâbord (n°34) et via la porte coupe-feu :

La propagation au beach club 2 se ferait alors par la porte étanche de communication entre les deux beach clubs. L'envahissement du local appareil à gouverner se ferait par l'un des panneaux plat pont (n° 33 ou n°9 cf. annexe B5).

Or au cours des interviews réalisées par le *BEA*mer, l'équipage a affirmé que le navire était en « situation d'étanchéité » maximale, c'est à dire toutes portes et panneaux fermés, à l'exception de la porte étanche de communication entre le compartiment machine et le local Hi-Fog. En outre, si une porte ou un panneau avait été mal fermé, cet oubli n'aurait pas pour autant permis l'envahissement progressif et quasi simultané des trois compartiments arrière. Et cet oubli aurait a priori été corrigé avant la première avarie machine.

Ce scénario n'est donc pas retenu par le *BEA*mer comme pouvant être à l'origine de l'envahissement d'eau.

Condition 3 - absence de ronde de sécurité dans le beach club 1, peu de temps avant l'avarie machine :

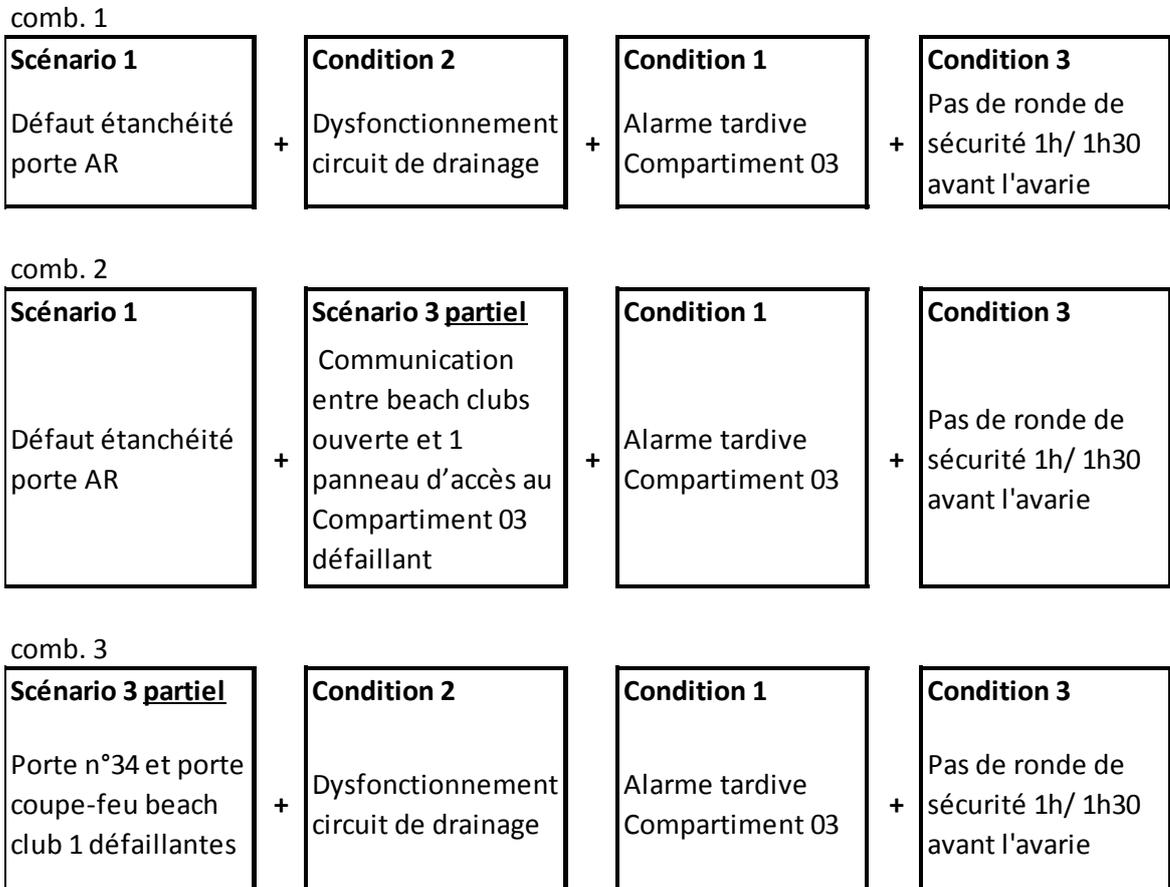
Le début de l'envahissement d'eau est postérieur à la sortie du passage des Dardanelles, à 18h30, heure à laquelle l'équipage aura pu circuler dans les deux beach clubs (notamment le beach club 2 où se trouve la cabine du chef mécanicien) en dehors des rondes de sécurité. De plus, l'eau, même en faible quantité, est très visible sur un sol en teck.

Ainsi, les rondes de sécurité, effectuées dans les quatre à cinq heures qui ont précédé l'avarie machine, auraient permis de détecter la présence d'eau.

Le BEAMer retient donc pour hypothèse qu'il n'y a pas eu de ronde de sécurité du beach club 1 seulement dans les 60 à 90 minutes qui ont précédé l'avarie machine. Cette situation ne constitue pas, *a priori*, une anomalie, compte tenu de l'organisation des quarts et de la fréquence des rondes de sécurité.

7.5 Analyse critique des facteurs hypothétiques

L'envahissement des trois compartiments pourrait s'expliquer par l'une des trois combinaisons de facteurs matériels et humains :

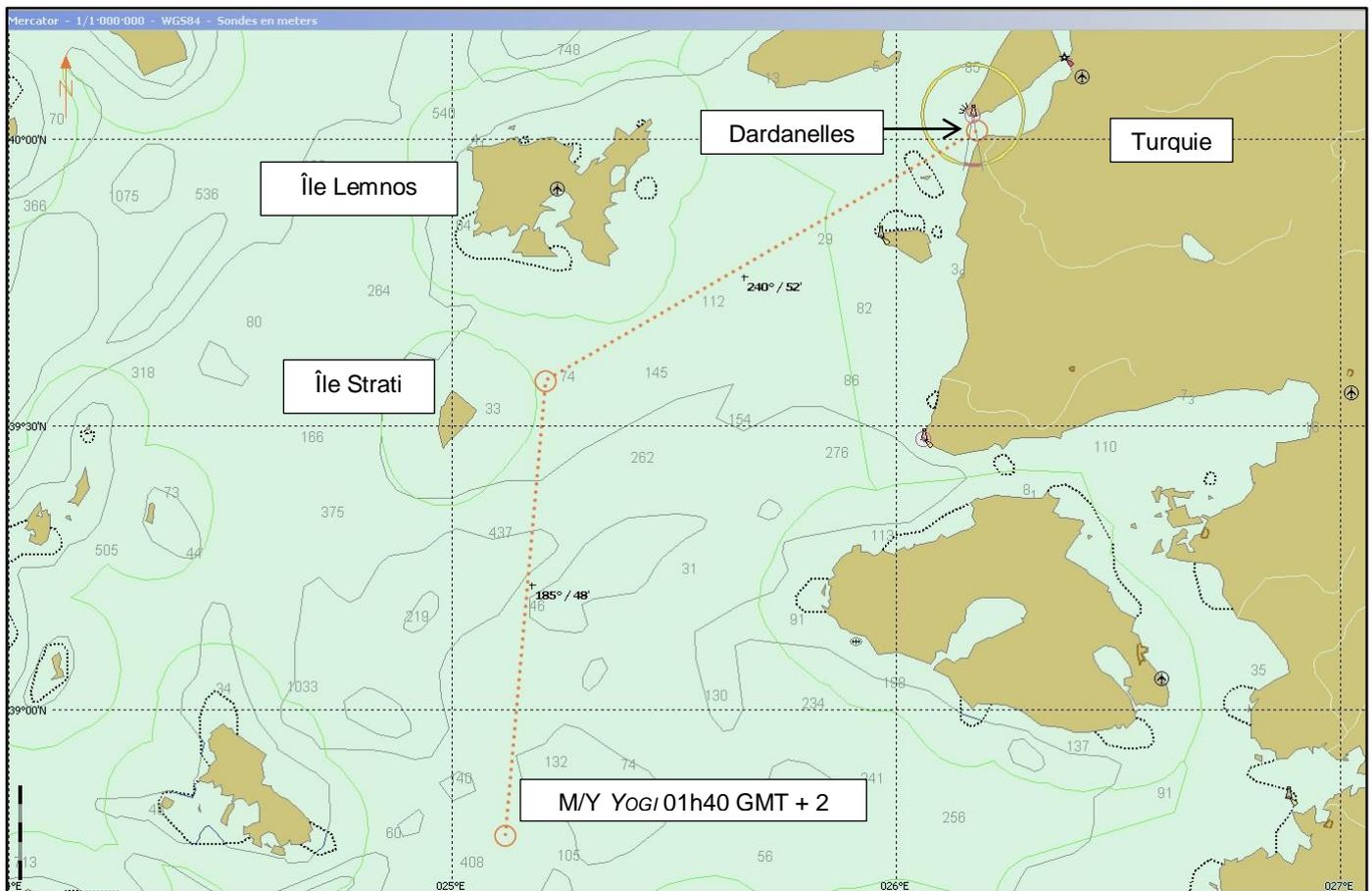


Combinaison 1 : le beach club 1 est considéré comme étant le premier compartiment envahi. La hauteur d'eau qui a été observée (1 m), peut cependant paraître élevée si l'on admet que l'écart de pression hydrostatique entre l'extérieur et l'intérieur du navire est relativement faible. L'eau qui rentre devrait donc ne pas rester en totalité dans le beach club 1, sauf lorsque l'enfoncement de l'arrière du navire devient très prononcé, ce qui n'était semble-t-il pas encore le cas lorsque l'investigation a été menée.

Combinaisons 2 et 3 : elles ne sont « valides » que si certaines portes ou panneaux (scénario 3 partiel) sont, sinon ouverts, du moins d'une étanchéité défailante. Le scénario 3, toutes portes et panneaux ouverts, ayant été précédemment rejeté (cf. § 7.4.1).

Ainsi, quant à l'origine de l'invasion d'eau des trois compartiments arrière, aucune des trois combinaisons ci-dessus ne paraît suffisamment « robuste » pour être intégralement retenue par le *BEA*mer.

7.6 Estimation de la vitesse moyenne



De la sortie des Dardanelles (18h30 TU+2) à l'est de l'île Strati : cap 240°, d # 52 milles ;

De l'est de l'île Strati à la première avarie moteur (position estimée à 01h40 TU+2 : 4 à 5 milles plus au nord de la position du message PAN): cap 185°, d # 48 milles ;

Soit #100 milles/7,2 heures # 14 nœuds sur le fond.

La vitesse estimée est cohérente avec celle annoncée par le capitaine lors de son interview par le *BEA*mer, ainsi qu'avec les vitesses mesurées lors des essais à la mer (14,8 nœuds à 1400 tr/mn – cf. graphique annexe B8) ; elle est compatible avec les conditions météo et les qualités nautiques du *YOGI*.

7.7 Autres facteurs (gestion de l'information et délégation des tâches)

Administration

La Circulaire Interministérielle n° 423 du 9 juillet 2008 mentionne l'étude des plans et documents du navire par la CNSNP. Les avis de cette commission consultative sont alors approuvés par le ministre chargé de la marine marchande.

Cependant, l'évaluation de l'ABS, conformément au règlement CE 391/2009, a été effectuée par l'administration. Le rapport d'audit s'intéresse au cas particulier du *YOGI* et conclut à la compétence de la CCS sur ce dossier (PV CCS 846/REG 01 du 6 juillet 2011).

Société de classification

Le passage sous pavillon RIF a entraîné une réduction du périmètre d'intervention de l'ABS, la division 140 prévoyant l'agrément de l'ABS uniquement pour la délivrance du certificat de franc-bord.

Un mois avant la mise en service du navire, ABS a contesté l'intervention de sa société au profit du *YOGI* sous pavillon français. Après des hésitations, préjudiciables en cette période critique du projet, l'ABS a accepté d'effectuer les tâches finales de classification du *YOGI*.

Par ailleurs, la division 242 du règlement annexé à l'arrêté du 23 novembre 1987 modifié impose que le *YOGI* reçoive un certificat de classification pour la coque et la machine avec la mention « Commercial Yachting Service », ainsi que rappelé par la CNSNP dans son PV 321/NAV.01 du 2 février 2010.

Propriétaire du navire

Pendant la période de garantie, le capitaine a coordonné les démarches nécessaires vers les autorités du pavillon : il a été déclaré, de part et d'autre, que les relations de travail ont été profitables.

Cependant, le *BEA*mer a pu constater que les représentants de la société de classification, tout comme ceux du chantier, déclaraient ne pas connaître les PV de la CNSNP et étaient surpris en prenant tardivement connaissance de certains avis les concernant.

Le *BEA*mer a également relevé l'absence d'enregistrement des travaux effectués à Gênes (modification du circuit de drainage) et à Tuzla (notamment le démontage de la porte arrière). Or ces travaux, bien qu'effectués sous garantie, remettent en cause la validité du certificat de franc-bord.

Le *BEA*mer note ainsi que le mandataire du propriétaire n'avait pas de relations directes avec l'ABS, la communication se faisant via la direction de projet du chantier Proteksan Turquoise.

Au final, ces **facteurs structurels** constituent une déficience ISM. Ce type de déficience peut conduire à une détention du navire, au titre de la Directive 2009/16/CE sur le contrôle par l'État du port.

Le *BEA*mer note que le recrutement d'un ingénieur d'armement affecté au *YOGI* était prévu par la société Atalante en mars 2012.

8 CONCLUSION

Le naufrage du *YOGI* survient dans un contexte réglementaire « exigeant » et un environnement où les évolutions techniques ont été importantes dès le début du projet. Il ressort de l'analyse 10 points clés :

- 1. Premier grand yacht immatriculé au RIF ;
- 2. Délivrance de certificats par une société (ABS) dont l'agrément par l'administration française est limité au franc-bord ;

- 3. Administration française non présente elle-même lors de l'expérience de stabilité ;
- 4. Rejet par le chantier de la demande du capitaine de procéder à une nouvelle expérience de stabilité, à la faveur de l'arrêt technique de fin 2011, et critères de stabilité après avarie ne prenant pas en compte la situation la plus défavorable (envahissement de 2 compartiments contigus dans la tranche arrière) ;
- 5. Contraintes de ballastage pour limiter l'enfoncement du navire et ne pas noyer la marque de franc bord;
- 6. Importantes modifications non signalées et non portées à la liasse de plans « tel que construit » du navire (lest supplémentaire de 27,9 tonnes, circuit de drainage), transmis à l'administration française ;
- 7. Importants travaux non enregistrés en application du système ISM compagnie (démontage de la porte arrière) ;
- 8. Alarme tardive (niveau d'eau dans le compartiment de l'appareil à gouverner) ou défailante (températures de réfrigération des moteurs) ;
- 9. Choix architectural risqué (parties basses de la porte de bordé et de la porte arrière immergées), notamment au regard du rayon d'action du navire ;
- 10. Conditions météo n'appelant pas à une réduction d'allure.

Les points numérotés 3 à 8 constituent des dysfonctionnements ou des anomalies dont les effets se sont cumulés, même si la cause première de l'envahissement d'eau gagnant rapidement trois compartiments demeure incertaine.

9 ACTIONS ENTREPRISES

9.1 Version 3 du Large Yacht Code britannique (LYC3) : introduction de la règle 21 de la convention internationale sur les lignes de charge ;

9.2 Modification du décret 84-810 par le décret 2012-161, et notamment l'article 3-1 qui exclut les navires de plaisance à utilisation commerciale de la délégation aux sociétés de classification agréées.

10 RECOMMANDATIONS

Le **BEA**mer recommande :

Aux armateurs de yachts de grande plaisance :

- 1 **2013-R-001**: de déployer, dès le début de la construction du navire, des procédures de travail inspirées de la norme ISO 9001 par les différents acteurs du projet, à l'instar des pratiques en vigueur pour les navires de commerce. Ces procédures préfigurent et facilitent la mise en place du code de gestion de la sécurité ;
- 2 **2013-R-002**: d'informer la société de classification, dès le transfert de propriété, de toute modification pouvant remettre en cause la validité des certificats délivrés au navire.

Aux architectes et constructeurs de yachts de grande plaisance :

- 3 **2013-R-003**: de s'affranchir des contraintes esthétiques pouvant nuire à la sécurité de l'équipage et des passagers (accessibilité des radeaux de sauvetage en toutes circonstances, par exemple) ;
- 4 **2013-R-004**: de proscrire les choix d'architecture présentant des risques pour la sécurité du navire.

À l'administration :

- 5 **2013-R-005**: d'inclure dans la division 242 la référence à la règle 21 de la convention internationale sur les lignes de charge (portes de bordé de grandes dimensions ouvrant sur des compartiments étanches) ;
- 6 **2013-R-006**: d'inclure dans la division 242 une étude de stabilité, proche de celle de la division 211 pour les navires à passagers, notamment les conséquences d'une brèche mineure :
 - par une méthode déterministe, pour une tranche,
 - ou par une méthode probabiliste d'envahissement de compartiments contigus ;
 - d'inclure l'influence des moments inclinants dus au fardage du navire dans cette étude de stabilité ;

- 7** **2013-R-007:** d'inclure à la division 242 l'obligation d'emport d'un VDR (doté d'une capsule avec largeur hydrostatique et flotteur) sur les navires d'une jauge de plus de 500 ;
- 8** **2013-R-008:** de participer à l'expérience de stabilité mentionnée à l'article 211-1.02, en s'inspirant des procédures telles que décrites par l'article 211-2.05, et en précisant le cas particulier des « navires de plaisance à utilisation commerciale » de plus de 500 pratiquant une navigation internationale.

Aux sociétés de classification :

- 9** **2013-R-009:** d'informer sans retard l'autorité du pavillon de toute modification remettant en cause la validité des certificats délivrés au navire ainsi que les réserves de classe.

Safety investigation report

FOUNDERING

OF MOTOR YACHT

YOGI

ON 17TH FEBRUARY 2012

OFF SKYROS ISLAND (AEGEAN SEA)



Warning

This report has been drawn up according to the provisions of Transportation Code, specially clauses L1621-1 to L1622-2 and to the decree of enforcement No 2004-85 passed on 26th January 2004 modified relating to technical investigations after marine casualties and terrestrial accidents or incidents 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.

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

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 identify relevant safety issues and thereby prevent similar accidents in the future.** The use of this report for other purposes could therefore lead to erroneous interpretations.

CONTENTS

1	FOREWORD	Page	46
2	CIRCUMSTANCES	Page	46
3	REGULATORY BACKGROUND	Page	47
4	VESSEL	Page	51
5	CREW	Page	57
6	SEQUENCE OF EVENTS	Page	59
7	ANALYSIS	Page	63
8	EXECUTIVE SUMMARY	Page	75
9	ACTIONS TAKEN	Page	76
10	RECOMMENDATIONS	Page	77

APPENDIX LIST

- A. Enquiry decision
- B. Vessel file
- C. Stability
- D. Météo France file

Abbreviation list

ABS	:	American Bureau of Shipping
BEAmer	:	<i>Bureau d'enquêtes sur les évènements de mer</i> (MAIB French counterpart)
CCS	:	<i>Commission Centrale de Sécurité</i> (Main Safety Committee)
CNSNP	:	<i>Commission Nationale de Sécurité de la Navigation de Plaisance</i> (French pleasure navigation safety committee)
CSN	:	<i>Centre de Sécurité des Navires</i> (Vessels safety centers)
DO	:	Diesel Oil
DPA	:	Designated Person Ashore
IMO	:	International Maritime Organisation
ISM	:	International Safety Management
MRCC	:	Maritime Rescue Coordination Centre
M/Y	:	Motor Yacht
PSC	:	Port State Control
RIF	:	French International Register
SITREP	:	SITuation REPort
STCW	:	Standards of Training, Certification and Watch keeping
UMS Gauge	:	Universal Measurement System Gauge
UMS ship	:	Unattended machinery space ship
UTC	:	Universal Time Coordinated
VDR	:	Voyage Data Recorder
VHF	:	Very High Frequency

1 FOREWORD

The draft report had been circulated to the concerned parties so that they had the opportunity to review and comment it. At the end of the final phase of this enquiry, it emerges from the comments of the owner, the shipyard, the classification society, and of the flag state authority, that the vessel was technically beyond reproach and fully complied with the requirements of the French administration.

Yet Yogi sank.

As the hypothesis of an attack or a sabotage is ruled out, *BEA*mer believes it understands that, according to these four parties, the sole human factor could have been the causal factor of the foundering, i.e. a ship management inappropriate to the circumstances by the crew in charge of the voyage from Istanbul to Cannes.

*BEA*mer had carefully studied the human factor during this enquiry and does not share this analysis. On the other hand, *BEA*mer amended the technical and administrative data, including thus some of the consulted parties comments in the final version of the report.

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

2 CIRCUMSTANCES

On the 16 February 2012 night the French motor yacht *YOGI* bound to Cannes was underway in the Aegean Sea with an eight member vessel operation crew.

Weather conditions were relatively good (following sea and wind) and both engines were running; the average speed made good was close to 14 knots (cf. 7.6).

An abnormal cooling freshwater temperature rise and a leak on the starboard engine exhaust, obligated the master who was on watch to stop this engine. Soon after, as the port engine was overheating, it shut down automatically while the chief engineer, on watch, was asking the master to reduce the motor speed. The master informed the designated person ashore.

The vessel was then drifting, broadside on to the waves, and listing to port. The

strainers of both engine sea water cooling circuits had been checked but found clean. The port engine had been restarted and the temperatures were back to normal; the master decided to head to Skyros Island, 25 miles away, but the helm was out of order and a rudder angle of 30° to starboard was displayed.

Therefore, investigations were then undertaken by the first officer and the engineers towards the three aft compartments (beach club 1, beach club 2 and steering room); all of them were found partially flooded, with different heights of water. Pumping was started.

A PAN PAN alert had been transmitted and a request for assistance by a tug had been sent to the Greek authorities. Due to the tacking, the list shifted to starboard then suddenly increased. The pumping means became unserviceable. Soon after, the lower deck and the main deck were flooded.

A MAYDAY with a ship evacuation call had been transmitted. A salvage tug had been made ready and the intervention of a Greek Coast Guard helicopter had been rapidly confirmed. At 8.50 am, the winching operations were completed and the crew was safe and sound. At the end of the morning, *YOGI* sank to the bottom at a depth of 500 meters.

3 REGULATORY BACKGROUND

3.1 Regulation

IMO international conventions do not apply to « *pleasure yachts not engaged in trade* ». Nevertheless, there are no regulations specific to yachts in commercial use; the latter are considered as cargo vessels, if they are over 500 GT and more than 24 meters in load line length, if they are on international voyages and carrying no more than 12 passengers.

These vessels have then to comply with the regulations of the Load Lines convention (LL66/88), of the convention for the Safety of Life At Sea (SOLAS) and of the convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL). They are manned with professional crews complying with the Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW).

However, the international conventions contain articles allowing arrangements that have to be notified by the states to the Organisation (for example: SOLAS Article I/5 and Load Lines/protocol 1988 article 8). These arrangements should not downgrade the safety level of the

subjected vessels.

The United Kingdom notified its Large Yacht Code in 1996 (revised LY2 in 2005). This text was the only text relative to pleasure vessels engaged in trade, until the notification by France in 2009 of its version, identified as division 242 of the regulation attached to the revised 23th November 1987 Arrêté ministériel (IMO Circular letter N° 2988 7 August 2009). On the vessel safety side, French and English texts content do not diverge.

Division 242, legally introduced by the 23 May 2008 Arrêté Ministériel, became enforceable when published on 10 July 2008 in the journal officiel de la République Française.

So, between the 2 February 2010 and the 28 April 2011 YOGI plans and documents had been examined by the Commission Nationale de Sécurité de la Navigation de Plaisance (CNSNP) according to the division 242 regulations and its advices had been approved by the minister in charge of the merchant navy. CNSNP advices may include requirements that are supplementary to division 242 regulations.

Other aspects of the regulations attached to the 23 November 1987 Arrêté Ministériel were also concerned by the examination conducted by the CNSNP, particularly for example those about technical agencies (partnership with classification societies, division 140), about safety certificate issue (division 130), about safety management (ISM code, division 160), about stability (division 211), about radio communications (division 219)...

3.2 RIF registration

The registration under the RIF French Flag is an alternative to a registration under flags commonly used in yachting (Caiman Islands, Isle of Man, Madeira, and so on...). As France had just built up dedicated regulations for pleasure vessels engaged in trade, more than 24 meters in load line length and under 3000GT, YOGI case was given a special importance being the first to be examined.

YOGI was a pleasure vessel engaged in trade according to decree 84-810 30 August 1984 as revised by decree 2012-161 30 January 2012. Considering the intended operation type: professional yachting, international voyages, French crew and no more than 12 passengers she could be registered under the French International Register, according to article 2 of law N° 2005-412 3 May 2005 on the creation of the RIF.

The RIF targets are described in the Circulaire Interministérielle N° 423 9 July 2008

on the registration under the RIF of professional pleasure vessels:

« This French commercial vessels registry had been created to promote the French Flag by making it more attractive and thus to develop maritime employment and to increase safety. »

This circular specifies:

« ...for any vessel approbation, the Guichet Unique sends the owner to the CNSNP permanent secretary who coordinates the monitoring of the vessel with the appropriate vessel safety centre(s). »

« ...after commissioning, the owner gets in contact with the CNSNP permanent secretary before any modification to the vessel or to her operation conditions. The CSN competent for the area is informed by the owner of each modification, as well as of any damage or event related to safety which occurred at sea or alongside, subject to the arrangements enforceable according to revised decree 84-810 30 August 1984. »

On the signature of the contract, on 18 August 2008, the vessel NB 49 was intended to be flagged under Caimans Islands Flag. However in November 2009 the owner decided to shift her to the RIF. He named then the future master as his owners representative whose duties were, inter alia, to supervise the building of NB49 and confirm for the owner that the yacht complied with the contract and the specifications.

3.3 Navigation license and international certificates

In its first case examination (minutes N° 321/NAV 01 - 2 February 2010), the CNSNP specified that the vessel would need a hull classification certificate as well as a machinery classification certificate according to article 242-3.01.

The commissioning visit was conducted on 31 March 2011 by four members of the flag state authority and a navigation license issued, valid until 6 September 2011. The international certificates issued were valid until 14 April 2016, the interim security certificate was valid until 30 September 2011 as well as the interim document of compliance with the safety management code and the interim safety management certificate.

3.4 Ownership and safety management

YOGI was owned by the LOV NB49 Company based in Paris. As the owner had no appropriate vessel technical management cell, he signed a contract in accordance with the

International Safety Management Code paragraph 3.1, with the Atalante Yachting SARL Company based near Paris. The latter should have taken in charge the technical management of the Yacht as soon as the warranty period ends.

This society had been subjected on 12 and 13 January to an initial ISM audit by the services of the French administration in charge of the merchant navy, according to division 160 of the regulation attached to the revised 23 November 1987 Arrêté Ministériel. The audit had pointed out a number of deviations (Minutes CCS 854/ISM.02 1st February 2012). However a document of compliance had been issued, valid until 10 February 2013.

The first vessel ISM audit was scheduled by Saint-Nazaire CSN at the beginning of March 2012. In order to prepare for this task, an internal audit had been carried out aboard in September 2011 by the Atalante company ; it should have been followed by a second internal audit as soon as *YOGI* arrival in France.

3.5 Free-board

The classification society was the American Bureau of Shipping (ABS), authorised by the flag state to issue the international free-board certificate.

The jurisdiction of division 242 article 242-1.01 IV is: « *In any case the technical rules stipulated by the international conventions should be enforced when they are expressly quoted in the text. Without explicit reference, the only enforceable rules are those of this hereby regulation.* »

In addition, with regards to the free-board, article 242-2.01.II from general provisions stipulates that: « *Pleasure vessel, more than 24 meters long, when they are on commercial international voyages, have to comply with the regulations of the load lines international convention. However, when these measures are neither reasonable nor necessary considering the operation conditions of these vessels, the rules of the hereby division can be enforced and taken as equivalent for the issue and the renewal of the international free-board certificate.* »

YOGI plans and documents as well as the requests for exemptions introduced by the owner had been examined by the CNSNP then approved by the minister in charge of the merchant navy.

The CNSNP issued a positive opinion for the approval of the free-board report written by the classification society in its minutes N° 327/NAV.01 on 27 January 2011.

4 VESSEL

4.1 Miscellaneous

YOGI was the third of a three vessel class built at Pendik (Istanbul district) by Proteksan Turquoise shipyard and named NB 49. 6.40 m longer, she differed from NB 47 and NB 48 by a covered sun deck and a hard top. It's the reason why a 27.9 metric tons additional keel (Proteksan Turquoise shipyard data) had been welded to the keel during the building. The hull was made of steel and the superstructures of aluminium.

Proteksan Turquoise carried out the design of the hull and of the structures, as well as the engineering work and the detailed plans drawing. The Cabinet d'Architecture JG Vergès was responsible for the exterior styling, the interior design and the design of the deck furniture.

Delivered in April 2011, she was considered as the showcase of Proteksan Turquoise know-how. *YOGI* had been awarded the « Most innovative Yacht of the year 2011 » international distinction at Cannes.

*BEA*mer noticed that many vessels were « potentially » on the market soon after commissioning, which seemed to be the case with *YOGI*. This practice is particular to yachting.

Main characteristics:

- Length overall : 60.20 m ;
- Breadth : 9.40 m ;
- Depth : 5.40 m ;
- Summer freeboard : 2105 mm ;
- Maximum draught : 3.34 m ;
- Stabilisers : 2 x 5 sqm ;
- UMS Gauge : 1027 ;
- Summer displacement : 843 metric tons ;
- Main engine : 2 Caterpillar type 3512 B-Rating HD (2 x 1423 kW) – 800 hours of operating time ;
- Refrigeration : Exchangers ED/EM integrated to the engines ;
- Power : 3228 kW ;

- Bow thruster : 150 kW ;
- Range : 4,000 miles at 13 knots ;
- Navigation area : No restriction ;
- Service speed : 13 knots (Beaufort 2/3) ;
- Maximum speed : 16,4 knots (Beaufort 2/3).

The vessel was not an UMS ship, but she was fitted with alarm duplication and displays on the bridge, in the monitoring room, in the crew mess room, in the chief engineer's cabin, in the second engineer's cabin and in the first officer's cabin. The telemonitoring device could be shifted in port mode or in sea mode (in port mode the door position alarm was only visual).

Lack of VDR (not compulsory).

Lack of draught marks (maximum draught marks declared at the bow and at the stern at 100 mm above the water line).

Hand held communication means:

3 VHF Sailor GMDSS and 14 VHF ICOM non-GMDSS.

4.2 Technical characteristics

4.2.1 Exhausts

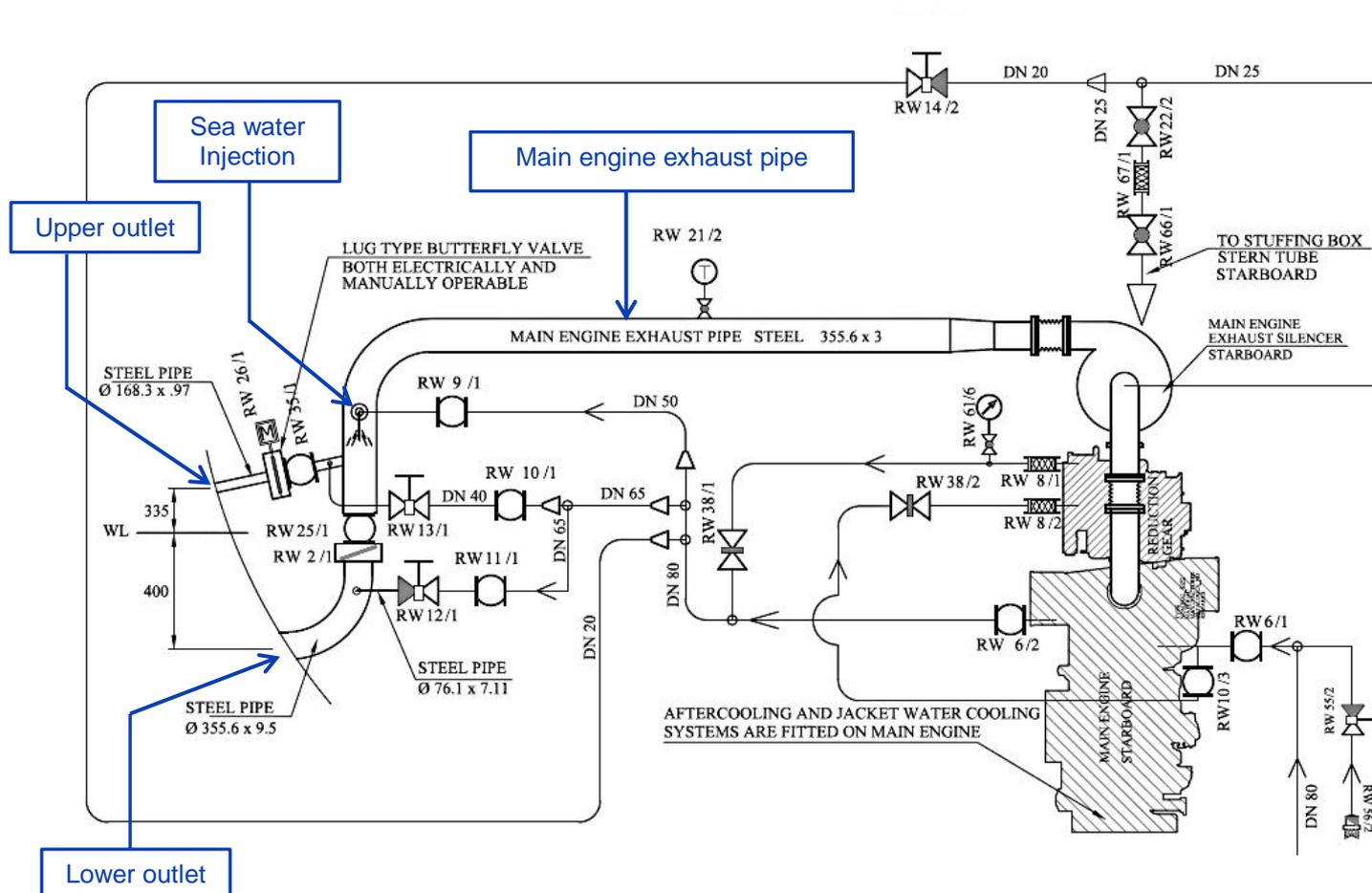
In order to avoid dirty marks and the inconvenience due to exhaust gas, the main exhaust outlet of each engine was underwater (wet exhaust). To avoid backpressure, the gas jet was accelerated by a seawater injection. The exhaust was designed to prevent the seawater to flood the exhaust when the vessel was backing.

The setting of the cooling water flow rate of the wet exhaust elbow, located downstream the rubber expansion joint RW 25/1, was done with valve RW 12/1. In standard navigation conditions, this valve was kept fully opened.

There was no exhaust temperature alarm downstream the seawater injection device

(not required by division 242, but usual in the French regulations related to wet exhaust systems).

A high outlet, located over the waterline, was used when the exhaust gas pressure was low (idling, manoeuvres).



The generating-set exhaust was only above the waterline, but silent and refrigerated.

4.2.2 Side door and stern door

The vessel had two wide access shell doors to the sea at the level of the lower deck. The side door on starboard allowed pleasure boat movements from beach club 2. In addition to its “beach” role, the stern door was used to store the 2 retractable swim ladders. It was accessible from beach club 1. Both doors opened downward and outward.

Fitted with joints, they were watertight and *a fortiori* weathertight. The locking was done by 8 hydraulic jacks fastened on the hull (cf. extracts of plan NB49-224-I in appendix B1). When closing, if the male part of the jack was not perfectly fit in the door, the locking was

impeded and an alarm went off.

The opening/closing manoeuvre was done with an hydraulic central control. A manual control was fitted in case of a failure of the central control. The jack remained locked should a failure occur when the door was already closed.

4.2.3 Side windows

The side windows, located at the waterline level and lighting up the passenger's cabin located on the lower deck, had been subjected to an exemption due to their dimensions (PV CNSNP 321 NAV.01 on 2 February 2010). The thickness of the glass panes was 30% over the standard values.

4.3 Stability information

4.3.1 Intact Stability

Intact stability had been analysed according to article 242-5.01.I of general provision: « *Except if express precision contrary in the hereby chapter, vessels subjected by the hereby division are to enforce provisions of division 211 enforceable to cargo vessels.* »

An inclining experiment was done on 17 March 2011 in the presence of the local representative of the classification society, who was also the representative of the flag state authority (special mandate noted in the minute N° CNSNP 328/NAV.01 – 17 March 2011).

4.3.2 Damage stability

Damage stability was subjected to several propositions, which were linked to the definition of the watertight compartments proposed by the owner and for which the classification society asked the flag state advice (Minute CNSNP 322/NAV.01 – 30 March 2011). Indeed, at first, compartment beach club 1 and beach club 2 constituted one compartment (no tightness between the 2 compartments). This arrangement was not compliant to the damage stability criteria described in article 242-5.06.



Compartment 01
(Beach club 1)
Volume = 98 m³



Compartment 02
(Beach club 2)
Volume = 131 m³



Compartment 03
(Steering gear)
Volume = 97,7 m³

The watertightness between these two compartments had been restored by a watertight hinged door (minute CNSNP 324/NAV.01 – 29 June 2010).

The compartmentation as well as the watertight doors location was subjected to a new examination (minute CNSNP 326 – 25 November 2010) after which it had been asked:

« given the type of door fitted between compartment 1 (described as beach club 1) and compartment 2 (described as beach club 2), the damage stability analysis should consider the case when these two compartments are flooded. This door would have to remain closed when the vessel is underway. »

The damage stability had been analysed in accordance with article 242-5.06:

Art 242-5.06.III: *The watertight bulkheads of the vessel should be so arranged that minor hull damage that results in the free flooding of any one compartment, will cause the vessel to float at a waterline which, at any point, is not less than 75mm below the weather deck, freeboard deck, or bulkhead deck if not concurrent.*

Art 242-5.06.IV: *Minor damage should be assumed to occur anywhere in the length of the vessel, but not on a watertight bulkhead.*

However, the classification society took into account the flooding of only one beach club and not both.

At last the CNSNP did not express any remark on the stability booklet handed by the classification society (minute CNSNP 328/NAV.01 – 17 March 2011).

The vessel stability booklet (rev. 07) had been considered as final by the CNSNP (minute 329/NAV.01 – 28 April 2011).

4.4 Works done

4.4.1 Works done in Genoa

Two months after the delivery, *YOGI* had a technical call in June 2011 in order to sort out a problem on the air conditioning system and to repair the damages caused by a leak of refrigerant on the trim and on the carpet.

To take advantage of the call some deficiencies noted on the stern door (technical or aesthetic) had been corrected:

- repair of hydraulic and electric opening/closing circuits damaged by water infiltrations in the swim ladder stainless chest ;
- replacement of the door seal (poorly bonded but tight) by a silicone seal with a more appropriate colour.

In addition, on demand of the crew, an about 200 litre two compartment with submersible pumps tank to collect the dripping from the beach clubs had been installed aft of the steering gear in compartment 03. The installation required the modification of the draining circuit (cf. schematic diagram in appendix B2). These important modifications, although they affect an installation located under the freeboard deck, do not appear on plan NB49-427A “Deck drains & Scuppers layout” and the ABS company and the French administration were not informed.

The schematic diagram is not part of the approved drawing package.

As a safety measure, on master’s request (who has taken over his command of the vessel in July 2011), double hose clamps had been fitted on the modified draining circuit connexions.

Works done during this technical call had been carried out by a team from Proteksan Turquoise Shipyard, helped by local sub-contractors and covered by the warranty.

4.4.2 Warranty survey at Tuzla

Different works were scheduled during the warranty survey done at the shipyard from October 2011 to February 2012 (cf. claim list in Appendix B3).

The major works were to recoat the vessel and to take down the stern door in order to refit the swim ladders chests, and it was necessary to punch the two hinges (cf. pictures Appendix B4). The electric connections, the hydraulic spools and the fastening had been renewed. Operations had been monitored by an expert, a naval architect, and tightness tests (passed although the lower part of the stern door had not been tested) had been conducted with fresh water at a pressure of 3 atm. The tightness had then been checked by the crew during the voyage from Tuzla to Istanbul and from Istanbul to Dardanelles.

However a projected work list to be done in the frame of the warranty visit (which has been transmitted to BEAmer in early January 2013) shows a specific request linked to the vessel instability (new inclining experiment), problems of submersion of the freeboard marks for some particular loading cases and a request to study an additional VIP cabin (cf. list in Appendix B 3bis).

5 CREW

For more than 150 mile voyages without passengers, the manning requirements for operations was 6 crew members. For the Istanbul – Cannes voyage, the ship's complement had been reinforced, on master's demand, by an officer and the « leaving » chief engineer.

When clients were on board (12 persons at the most), the crew was made of fifteen members.

Master: 51 years old, holds a yachtmaster 3000GT and the required STCW titles. Seafarer since 1994 (Pleasure vessel in commercial use skipper, Yacht skipper, Yachtmaster), he had been on board *YOGI* since 17 July 2011.

Note that the previous master had monitored the building as a technical advisor on behalf of the owner.

First officer: 38 years old, holds a yachtmaster 500GT and the required STCW titles. Originally working as an electrician in the French navy (Marine nationale), he joined his first merchant vessel in 2002. He had followed-up the building since January 2011 and then joined

the ship on 15 April 2011.

Second officer: 28 years old, holds an Officer in charge of a navigational watch certificate of competency and the required STCW titles. After an ocean-going training period, he joined *YOGI* on 15 April 2011.

Chief Engineer 1 (Chief M1, « relieving »): 50 years old, holds a yachtmaster 500GT certificate, a chief engineer officer 3000kW certificate and the required STCW titles. He joined on 30 January 2012.

Chief engineer 2 (Chief M2 « leaving »): 35 years old, holds a chief mate 3000GT certificate, a chief engineer officer 3000kW certificate and the required STCW titles. Followed-up the building since October 2010 then he joined *YOGI* on 15 April 2011. He was to be paid off on the arrival in France.

Master mechanics: 37 years old, hold a master 200 GT certificate and an engineer officer 750 kW certificate and the required STCW titles. He joined on 31 July 2011.

A rating (holder of a safety certificate of competency) and a stewardess (holder of a master 200GT certificate and of an engineer officer 750 kW).

Watch organisation:

Master : 9.00 pm – 1.00 am and 9.00 am – 1.00 pm ;

first officer : 1.00 am – 5.00 am and 1.00 pm – 5.00 pm ;

second officer : 5.00 am – 9.00 am and 5.00 pm – 9.00 pm.

Chief engineer 1 : 0.00 am – 3.00 am and 9.00 am – 12.00 am
and 6.00 pm – 9.00 pm ;

chief engineer 2 : 3.00 am – 6.00 am and 12.00 am – 3.00 pm ;

master mechanics : 9.00 pm – 0.00 am and 6.00 am – 9.00 am
and 3.00 pm – 6.00 pm.

This organisation does not call for any specific commentary, and justifies the need for two reinforcement officers for the voyage from Istanbul to Cannes.

6 SEQUENCE OF EVENTS

As no record or alarm report or written log had been saved, the sequence of events before the salvage operation was drawn up from the interviews of the crew members and of the DPA.

Time: UTC + 2

During the days before getting underway, the ISM procedures had been enforced: abandon ship drill, fire drill, emergency tiller drill, safety patrols.

On **15 February 2012**,

YOGI sailed from Tuzla (Turkey) bound to Istanbul for bunkering. Moored around **11.00 pm**, the bunker barge was subjected to a customs inspection. Fenders were positioned and an anchor watch was organised in order to monitor the vessel position.

As the vessel was not fitted with a stability analysis software, the master carried out the stability calculations on a paper. In order to lighten the vessel and to keep a level trim, the swimming pool tanks were emptied and the DO tanks (TK DO 7 and 8) were left empty according to Proteksan Turquoise shipyard instructions.

On **16 February 2012**,

Weather conditions:

Master's report: wind NNW 5 to 6 with 35 knot gusts. Swell 2 m to 2.50 m high.

Météo France most probable analysis: from the end of Dardanelles straits to PAN PAN position, wind NE 10 to 15 knots then NNE 25 knots (30 to 35 knot gusts).

Significant wave height between 0.70 m to 1 m, sea state slight, then moderate in the western and south-western part of the basin, reaching 1.30 m to 1.50 m after 8.00 pm around Skyros. The mixed wave height mainly due to the wind action remained moderate.

The most probable maximum height measured in a hundred wave sample (about 1 wave every 10 minutes): 1.50 m before 8.00 pm reaching 3.00 m after 11.00 pm around Skyros. Considering a thousand wave sample (about 1 wave every 1.5 hour), the values would be increased of 0.4 m to 0.70 m (cf. detailed analysis in Appendix D).

Météo France expert points out that the figures given by the Greek met office were over-estimated (cf. detailed analysis in appendix D).

Around **3.00 am**, end of the customs inspection and beginning of bunkering (25,000 litres dispatched in tanks TK DO 14, 15 and 16).

At **6.15 am**, getting under way bound to Cannes.

At **6.30 pm**, out of Dardanelles straits, pilot dropped. The vessel was operating normally.

The auto pilot setting was: 5° maximum rudder angle – “weather” 3 on a 1 to 5 scale.

After having a southwesterly route, the vessel was heading 185°, speed made good close to 14 knots, following wind and sea. According to the crew, the engines were running at 60% of the maximum load.

On **17 February 2012**,

Around **1.40 am**, the chief engineer on watch (Chief M1) observed that the starboard engine exhaust expansion ring was split and leaking. As the phone was out of order, he tried to inform the bridge with the interphone but this one was defective as well. Chief M1 went up to the bridge and asked the master to stop the starboard engine (there had been no high temperature alarm).

At this moment, Chief M2, informed by Chief M1, arrived on the bridge. He closed the two starboard engine exhaust hull valves.

At **1.46 am**, failure confirmation e-mail sent to DPA. The starboard engine was out of service.

Soon after, the port engine exhaust and coolant freshwater temperature were also abnormally high. Chief M1 asked the master to slow down; at the same instant the engine automatically shut down.

YOGI was stopped and making no way, starboard broadside on to the waves, she was rolling and listing to port.

At **2.00 am**, the DPA was informed of the second engine failure.

The three engineers (the Master Mechanics had also been woken up) undertook the survey of the 2 seawater suction strainer (RW 44/1 and 44/2 – cf. appendix B) and of the 2 engine cooling circuit strainers (RW 5/1 and RW 5/2 – cf. appendix B5). The baskets were clean, but it seemed to the engineers that they were frame fit in the chamber without enough clearance and thus the inlet rate of seawater flow was insufficient.

The chambers were put back without the baskets, the seawater cross-pipe was bled and the circuit was placed back in service.

The service pump circuit (RW 20/1, which was feeding the generators – cf. appendix B) had been set on the propeller shaft stuffing box (max. temp. 35°C, normally cooled by the main engine seawater cooling circuit); but soon after the generators coolant pressure was insufficient: back to initial set-up.

At **2.20 am**, PAN PAN alert.

Around **2.30 am**, the port engine was restarted and the temperatures were back to normal. Chief M2 came to the bridge. When the master clutched in he observed that there was no answer to the helm: the autopilot was off and the 2 steering engines were “out of order”. The alarm lamps were on and a 30° angle to starboard was displayed on the helm angle repeater. In addition he did not succeed in starting the bow thruster.

The engineers consider to seal the leak on the starboard exhaust with a thermal blanket (back-up generator insulation) and ratchet straps.

Chief M1 and the master mechanics went then aft (without hand held VHF) for a first investigation in the steering room, through the companion hatch located on the starboard side of beach club 2: about 15 cm of water flooded the beach club 2. When they opened the hatch (cf. appendix B6), they observed that the steering room was also partially flooded (30 to 40 cm) without any flooding detection alarm actuation. As the companion hatch was opened, the water was running down from the beach club 2 to the steering room and the alarm set off.

Chief M1 went back to the engine room and started to pump. The watertight door to access the Hi-Fog room was then closed by an engineer.

The master mechanics went up to the bridge to report to the master and the first officer.

The first officer accompanied by the master mechanics (Also without hand held VHF)

went to inspect the beach club 1 using the outside starboard staircase; taking advantage of a lurch to port, he opened the watertight door, and observed about 1 meter of water.

In order to keep off a broadside on to the waves route, the engine was kept running dead slow despite the unavailable helm.

Soon after, the first officer and the master mechanics carried on a second investigation in beach club 1, after they had put on their survival suit on the bridge; it appeared to them that the height of water was the same than previously.

Due to the tacking, the list shifted to starboard and increased suddenly.

Water from the sewage tank flooded the engine room.

At **3.18 am**, the DPA contacted Piraeus MRCC.

At **3.25 am**, DPA in contact with the Vernicos company in Athens to charter a salvage tug.

At **3.40 am**, the Hi-Fog room located aft of the engine room was flooded. The draining pumps ran dry.

At **3.45 am**, the Lloyd open form contract was confirmed and the salvage tug went underway.

At **4.00 am**, first contact between the DPA and Gris-Nez MRCC.

At **4.13 am**, Gris-Nez contacted Piraeus MRCC in charge of the rescue coordination.

At **4.28 am**, MAYDAY. The crew was ready to abandon ship.

At **4.40 am**, last SAT C communication between the vessel and the DPA.

Around **6.00 am**, the crew attempted to reach the liferafts, located on the aft of the sundeck, through the lounge but the two glass windows were blocked closed by the list. The crew did not succeed to brake them.

The crew found refuge in the superstructures of the vessel.

At **6.43 am**, the first helicopter cancelled its mission due to a technical failure.

At **6.47 am**, last mobile phone communication between the master and the DPA.

At **7.45 am**, the second helicopter was on task.

During the following minutes the stewardess and the rating were winched from the superstructures of the vessel.

2 liferafts were released by the hydrostatic release unit.

As the weather condition were deteriorating (snow and hail), the winching from the superstructures was considered too dangerous.

The six other crew members jumped in the water the one after the other to be winched up.

At **8.50 am**, the all crew was in the helicopter bound to Skyros.

At **11.04 am**, the 406 MHz beacon ceased to transmit. Position 38°35.4 N – 025°03.7 E.

7 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).

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 ;**
- **causal 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. Their aim remains to avoid other accident of the same type; they have privileged with no *a priori* an inductive analysis of the factors which have a significant risk of recurrence due to their inherent character.

7.1 Preliminary remarks

The foundering of the vessel can be explained only by a fast deterioration of the stability, due to a progressive flooding of the three compartments of the aft zone. The investigation done by the crew showed that, among the three visited compartments, beach club 1 was the more flooded (around 1m of water).

In the absence of a breach, the combination of scenarios with hypothetical conditions could explain the progressive flooding :

- Two scenarios and two conditions are in the scope of the material factor analysis (cf. § 7.3.5).
- One scenario and one condition are in the scope of the human factor analysis (cf. § 7.4.1).

The vessel, whatever the observed malfunctions origin could be, is comprehended as a material entity.

The “lost buoyancy method” does not apply for the damage stability modeling as ballasts and compartment 03 tanks are considered as intact (presence of water with no breach). The three aft compartments have been considered as tanks and calibrated in order to take into account the free surface effect.

7.2 Natural factors

Wind: there is no difference between the wind force observed aboard and the analysis done by Météo France. There is a difference between the wind direction observed aboard (north-northwesterly) and the analysis by Météo France (North-northeasterly).

Sea state: there is no difference between the sea state observed aboard and the analysis done by Météo France.

When the vessel was underway, with a following sea, the sea state should have generated moderate pitching and rolling.

When *YOGI* was deprived from propulsion and manoeuvring capacity, the sea state had then been a causal factor for what happened next.

7.3 Material factors

7.3.1 Propulsion failures

Starboard engine

The gas leak due to the crazing then to the cracking of the expansion ring, had been preceded by no alarm actuation. *BEAmer* had been informed that a similar failure occurred on board M/Y *PETARA* (the rubber expansion ring, which melted at near 600°C temperature, had been replaced by a metallic ring).

As the engineers did not have time enough to make a temporary repair, the starboard engine was not restarted.

Port engine

The increase of the temperature of the cooling freshwater and of the exhaust did not lead to an immediately observable failure of the exhaust expansion ring. The engine shut down automatically, before the master (informed by the engineer on watch) had reduced the speed from the bridge.

The engine had been restarted once the cooling seawater circuit had been reset.

Engines cooling circuit

According to the information given by the crew, the engines were set at a 60% rate of the maximum load. Generally, the engines had been running at lower rates since *YOGI* launching. During 16 February night, the sea state and the vessel motions did not require to reduce the speed under 60%. Beamer does not consider the hypothesis of an air blocked sea water circuit due to the vessel pitching and rolling.

On the other hand, *BEAmer* considers the hypothesis of an insufficient cooling seawater flow rate, due to strainer basket frame fit in the chamber without enough clearance (normal running of the port engine after the basket had been removed), as an **underlying factor** contributing to put the vessel in jeopardy. In addition, *YOGI* case is not unique (same problem observed aboard M/Y *VYNIDREA*). However, Proteksan Turquoise objects to this hypothesis (cf. non approved strainers plan in appendix B7).

The cooling temperature thresholds had been exceeded, without the telemonitoring device had allowed the officer (on the bridge or in the engine room) to anticipate an “auto shut-down” of the port engine and a major failure of the starboard engine. This malfunction is also an **underlying factor**.

7.3.2 Intact stability

The changes made to the superstructures, in comparison to her sister ships NB 47 and NB 48 had led to a raise of the centre of gravity. The additional keel (total weight: 27.9 metric tons) welded all along NB 49 keel to correct this effect, do not appear on the « as built » plans nor on the free-board report transmitted to the administration. Afterwards *BEAmer* was able to have a look on the Additional Keel plate plan NB49-264, approved by ABS on March 2010, without being transmitted to the flag state administration.

The mass breakdown had been completed by the addition of 2 metric tons of ballast in the bulb area and of 1 metric ton of ballast in the starboard stabiliser room.

These additional weight had been taken into account for the weighing of the light vessel and the calculations of the three loading cases (vessel on departure, vessel at mid-voyage, vessel on arrival) validated by the classification society.

In addition, in order to limit the draught, two ballasting options (although they are not written in the vessel hydrostatic data booklet) were enforced by the two successive masters:

- Coastal navigation with clients on board: freshwater ballasts full and DO ballasts little-filled ;
- Offshore navigation without clients on board: reverse situation.

BEAmer observes also that the inclining test was not done in presence of any French administration representative.

Generally speaking, due to the absence of draught marks (to check the trim and the actual gross weight of the vessel), the stability calculations done on board lacked of precision.

At last, the results of the 17 February 2012 loading case calculations show figures hardly at the limits of the required criteria.

Beyond calculations, the intact stability of the yacht appeared inadequate to the crew when the vessel was at sea : even when the wind was moderate the list taken by the vessel was noticeable.

So, when the master mandated by the owner wrote the projected work list to be done in the frame of the warranty visit, he requested an other inclining experiment in order to check the figures measured on 17 March 2011. This request had been rejected by Proteskan Turquoise project manager (cf. point 2 «List of warranty works winter 2011 » in appendix B3 bis) and suppressed from the final list of works to be done.

INTACT STABILITY

ARGOS 8.2.g :

YOGI

LOADING CONDITION: 17 FEBRUARY 2012

		RESULTS	CRITERIA MINI.
HEEL ANGLE		0,00°	
AREA 0 - 30°	GZ curve limited to 60°	0,069 m.rad	0.055 m.rad
AREA 0 - 40°	GZ curve limited to 60°	0,098 m.rad	0.09 m.rad
AREA 30 - 40°	GZ curve limited to 60°	0,029 m.rad	0.03 m.rad
ANGLE AT GZ max.	GZ curve limited to 60°	28°,423	25°, preferably > 30°
GZ max.	GZ curve limited to 60°	0,215 m	0.20 m at angle of heel > or = 30°
GM		0,560 m	0.150 m
ARC GZ > 0	GZ curve limited to 60°	44°,723	
AREA GZ max.		0,063 m.rad	
GZ 30°		0,213 m	

This intact stability situation is an **underlying factor** and points out vulnerability of the vessel (cf. Orion Naval comprehensive study in appendix C).

7.3.3 Damage stability

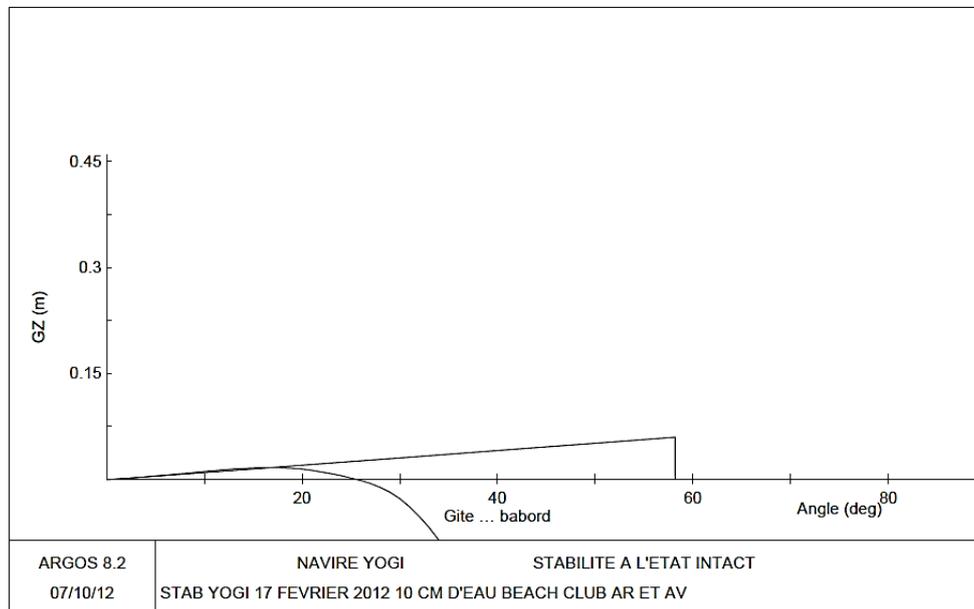
The damage stability analysis has been impaired by a CNSNP advice which was not acted upon, that seems to confirm that the classification society was not acquainted with the 25 November 2010 minute CNSNP 326/NAV.01 (cf. § 4.3.2) which precised that the analysis should take in consideration the case when both beach clubs would be simultaneously flooded.

On the other hand, it is very probable that division 242 criteria would not have been met if this analysis had considered this requirement. This had been confirmed by the inability of the vessel to right up after the list to starboard had increased.

Considering the presence of 10 cm (and *a fortiori* 20, 30 cm or more) of water in each of the beach clubs, it appears that the vessel could not right herself:

ARGOS 8.2.g : YOGI
STABILITE A L'ETAT INTACT

NAVIRE YOGI PAGE 75
Client: 161 - O.N.E 07/10/12



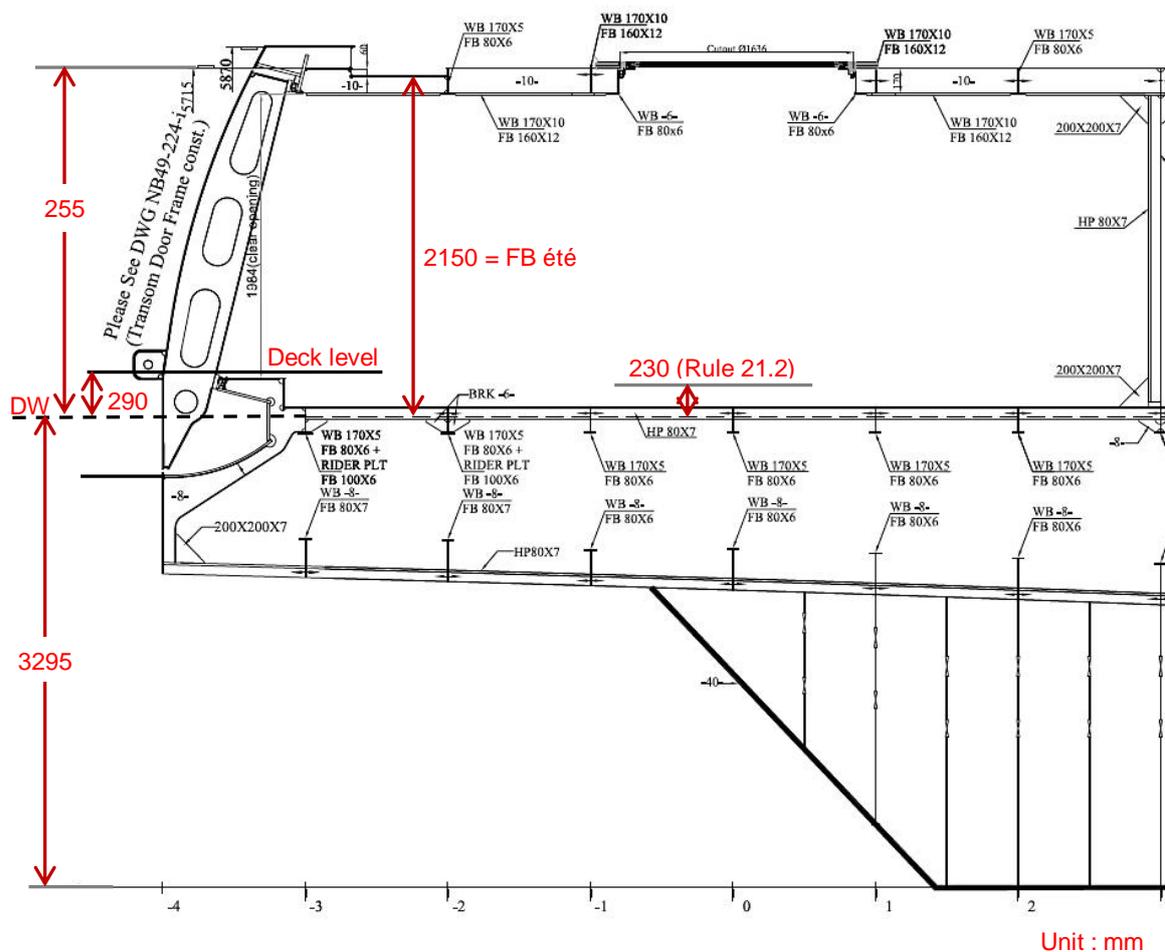
This very small reserve stability had been an **aggravating factor** of the flooding of contiguous compartments. It had led to the foundering of the vessel when the vessel superstructure flooding spots (engine room and crew dinning room air inlets) had been submerged, when the list had been reaching about 40 degrees.

In addition *BEA*mer notices that “minor breach” notion described by division 242 chapter 5, puts the vessel survival capacity at risk. The definition should comprehend the entirety of a hull division between two watertight bulkheads and not be limited to one compartment.

7.3.4 Side doors

The side doors located under the level of the free-board deck have to be watertight and to be in accordance with division 242, which refers also to the rule of division 221 (221-II-I-25.10. or with the new numbering : 221-II/15-1) equivalent to SOLAS rule II-I-25.10.

The sill of the side doors was under the waterline. Yet, the detailed plans NB49-224 (not included in CNSNP file) shows that the door internal lower sills, protected by a seal were above the deep waterline (DWL).



However *BEA*mer observes that International Convention on Load Lines (LL66, 1988 protocol) is not referred in division 242 although it seems particularly relevant in the case of big size side doors opening to watertight compartments:

« R21.2: *Unless an exemption provided for by the administration, the opening sill should not be located below a line marked out on the plating parallel to the freeboard deck line and having its lowest point at least 230 mm above the highest mark of the uppermost load line.* »

7.3.5 Hypothesis on the water leak origins (material factor)

Scenario 1 – flooding of beach club 1 due to a stern door watertightness failure:

Although it was not part of the planned warranty work list, the disassembly of the stern door had been difficult. These difficulties resulted in meticulous watertightness control, both in the shipyard and at sea during the voyages from Tuzla to Istanbul and from Istanbul to Dardanelles.

To remain undetected, a water leak should have begun only shortly before the engine failure, with an important flow rate. Moreover, when the height of water is higher than several dozens of centimeters, its origin cannot be identified anymore.

A tightness failure of the stern door seal is the first **hypothetical factor** of the flooding of *YOGI*.

Scenario 2 - tightness failure of one of the two rudder trunks:

A tightness failure of one or both of the two rudder trunks could have result in the relatively fast flooding of the steering room. However, the investigation, had shown that there was at the most 30 to 40 cm of water in the steering room, but one meter in beach club 1.

This hypothesis can thus be rejected.

Condition 1 - late actuation of the water high level alarm in the steering room well:

Whatever the cause and the rapidity of the flooding, the officers on watch (bridge and engine room) had never been alerted by the flooding alarm of the steering room. Given the vessel motions and the height of water observed during the investigation (30 to 40 cm), it should have gone off (threshold 30 cm).

This malfunction, which could have been caused by an excessive time out, is the second **hypothetical factor** having contributed to the flooding.

Condition 2 - malfunction of the three aft compartment draining circuit:

The modified draining circuit forms a large network dedicated to:

- the three aft compartments,
- the two mooring quarter decks.
- It is connected with the tank, installed in Genoa, to collect the dripping from the beach clubs, the well water ballast and the well pumping pipe (with three pumps also connected to the fire-main).

This non-approved circuit constitutes a « weak link » which could have initiate the spreading of the water from one compartment to the two others, through a siphon effect in case of an overflowing of the drips tank, and following the flooding of beach club 1. This malfunction constitutes a third **hypothetical factor**.

7.4 Human factors

*BEA*mer observes that the crisis had been managed without unnecessary risk-taking and with cold-blood by the crew, under the master's authority.

7.4.1 Hypothesis on the origins of the water leak (human factor)

Scenario 3 – flooding of beach club 1 through the port fairlead access door (n°34) and through the fire door:

The spreading to beach club 2 would occur then through the watertight communication door between both beach clubs. The flooding of the steering room would occur through one of the deck hatches (n° 33 or n°9 cf. appendix B5).

And yet, during the interviews done by *BEA*mer, the crew had confirmed that the vessel was in the best state of tightness, i.e. all doors and hatches closed, except for the communication watertight door located between the engine room and the Hi-Fog room. Should a single door or a single hatch have been closed improperly, this neglect would not have allowed the progressive and almost simultaneous flooding of the three aft compartments anyway. And this neglect would have been *a priori* corrected before the first engine failure.

This scenario is thus not retained as being a cause of the flooding.

Condition 3 – lack of safety patrol in beach club 1, shortly before the engine failure:

The beginning of the flooding took place later than the sailing out of Dardanelles straits, at 6.30 pm, at which time the crew could have been walking through both beach clubs (particularly the beach club 2 where the chief engineer’s cabin is located), apart from the safety patrols. Moreover water, even in a small quantity, is very visible on a teak floor.

Thus the safety patrols done during the four to five hours before the engine failure would have allowed to detect water presence.

BEAmer retains therefore the hypothesis that no safety patrol had been done in beach club 1 only during the 60 to 90 minutes before the engine failure. *A priori*, this situation does not constitute an anomaly considering the watch organization and the safety patrol frequency.

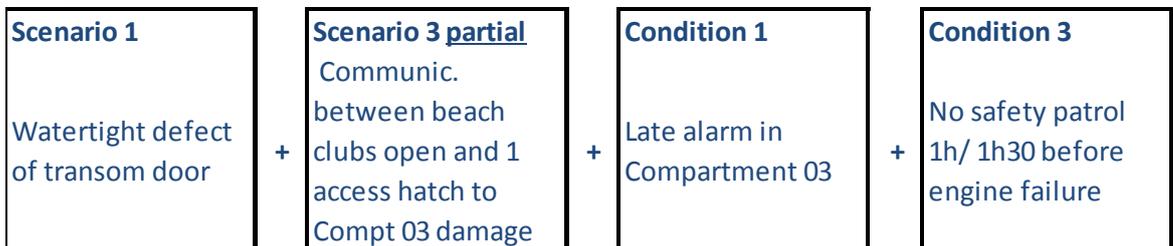
7.5 Hypothetical factors critical analysis

The flooding of the three compartments could be explained by one of these three material and human factor combinations:

comb. 1



comb. 2



comb. 3

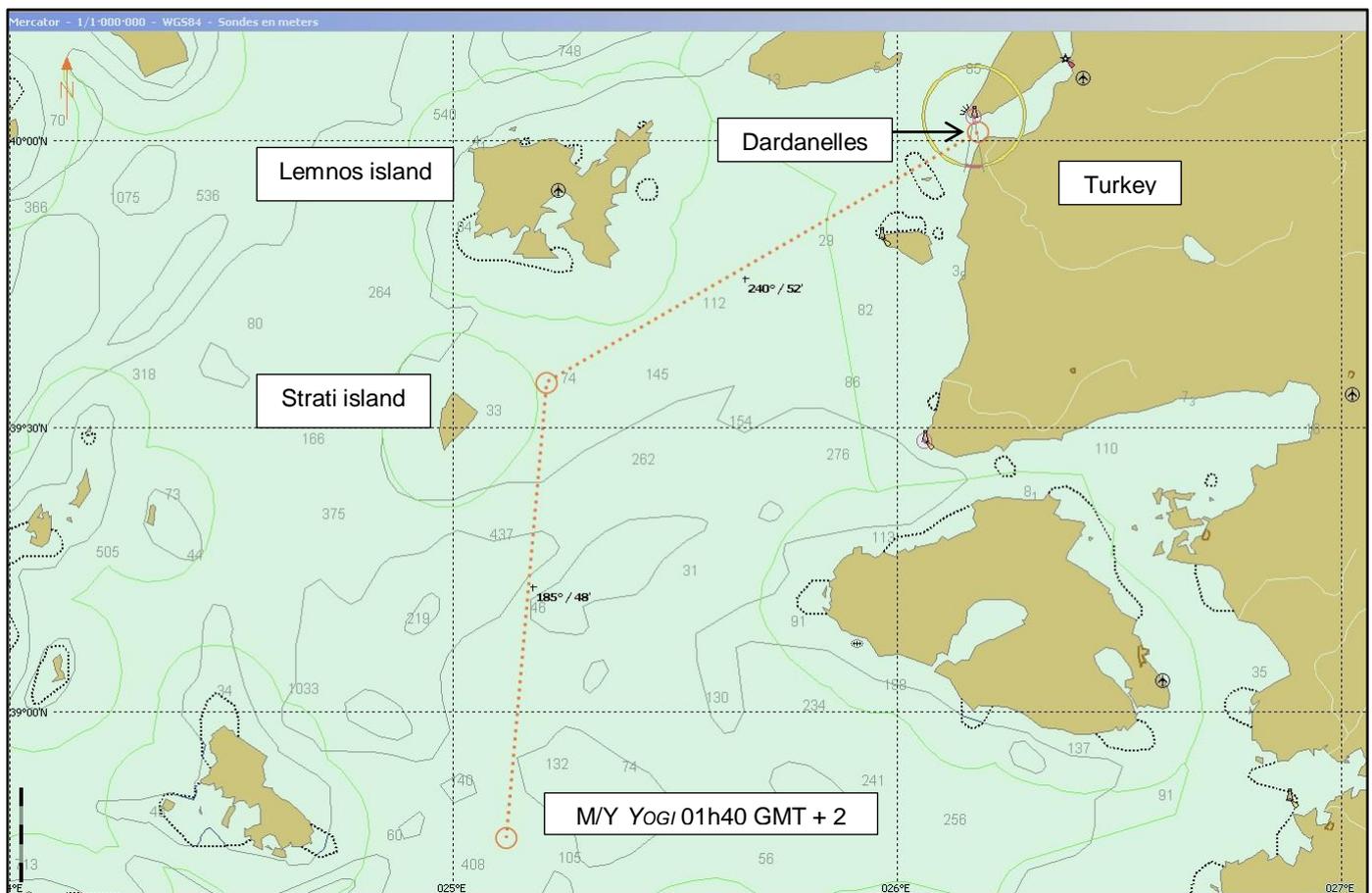


Combination 1: beach club 1 is considered as the first compartment to be flooded. The height of water observed (1 m), could seem to be quite high considering the relatively little hydrostatic pressure difference between the inside and the outside of the vessel. Thus all the water flooding should not stay in the beach club 1, unless the stern sinkage becomes very important, which was not the case, as it seems when the investigation had been done.

Combinations 2 and 3: they are « valid » only if some doors or hatches (scenario 3 partial) were, if not open, at least with a faulty tightness. Scenario 3, all doors and hatches open, has been previously rejected (cf. § 7.4.1).

Thus, as for the origin of the three compartments flooding, none of the three combinations above seem to be “robust” enough to be retained in full by *BEAMER*.

7.6 Average speed estimate



From Dardanelles straits exit (6.30 pm UTC+2) to the east of Strati Island: heading 240°, d # 52 miles;

From the east of Strati Island to the first engine failure (estimated position at 1.40 am UTC+2: 4 to 5 miles in the north of the PAN message position): heading 185°, d # 48 miles;

That is # 100 miles/ 7.2 hours: # 14 knots made good.

The estimated speed is consistent with the speed stated by the master during his interview by *BEA*mer as well as with the speed measured during the sea trials (14.8 knots at 1400 rpm –cf. graph in appendix B8); it is compatible with the weather conditions and *YOGI* sea-keeping qualities.

7.7 Others factors (information management and task delegation)

Administration

The 9 July 2008 Circulaire Ministérielle n° 243 mentions the study of the plans and documents of the vessel by the CNSNP. The advices of this advisory committee are then approved by the ministry in charge of the merchant navy.

However, the assessment of the ABS company had been carried out by the administration according to regulation CE 391/2009. The audit report focused on *YOGI* specific case and concluded that the CCS was competent for this case (PV CCS 846/REG 01 on 6 July 2011).

Classification society

The shifting to RIF French flag resulted in a reduction of ABS scope of intervention, as division 140 granted authorisation to ABS only to issue the free-board certificate.

One month before the commissioning of the yacht, ABS contested its intervention for *YOGI* under the French flag. After a damaging hesitation at this critical stage of the project, the ABS company accepted to do *Yogi* final classification work.

On the other hand, division 242 of the regulation attached to 23 November 1987 Arrêté requires that *YOGI* get a classification certificate for the hull and for the engine with the mention “Commercial Yachting Service” as reminded in CNSNP minute 321/NAV.01 on 2 February 2010.

Owner of the vessel

During the warranty period, the master had coordinated the mandatory administrative procedures with the flag state authorities: it had been declared by all the parties that the business acquaintances had been beneficial.

However *BEA*mer has noticed that the Classification society representatives, as well as the shipyard representatives, stated that they were unaware of CNSNP minutes and they were surprised when they took notice of some advices about themselves.

*BEA*mer has also noticed the lack of recording of the works done in Genoa (draining circuit modification) and in Tuzla (particularly the stern door disassembly). Yet the validity of the freeboard certificate had to be reconsidered after these works, although they had been done under the warranty coverage.

*BEA*mer notes likewise that the owner's representative had no direct relations with the ABS company, as the communication was established through the Proteksan Turquoise project management.

Finally, these **structural factors** constitute an ISM deficiency. This kind of deficiency can lead to a vessel detention according to Directive 2009/16/CE on port state control.

*BEA*mer notes that the recruitment of a technical superintendent appointed to *YOGI* was planned by the Atalante company for March 2012.

8 EXECUTIVE SUMMARY

YOGI foundering occurred in a “demanding” regulatory background and a technical environment where very important evolution occurred from the beginning of the project. Ten key points emerge from the analysis:

- 1. First large yacht registered at RIF ;
- 2. Classification certificates issued by a society (ABS) which authorisation granted by the French administration was restricted to free-board ;
- 3. French administration not present itself during the stability test ;
- 4. Rejection by the shipyard of the master's request to perform a new inclining

experiment during the technical stop at the end of year 2011. Damage stability criteria did not take into account the most adverse situation (Two contiguous aft compartments flooded) ;

- 5. Ballasting constraints to limit the vessel draught in order to avoid to submerge the free-board mark ;
- 6. Important modifications not reported and not inserted in the vessel « as built » drawing package (27.9 metric tons additional keel, draining circuit) transmitted to the French administration ;
- 7. Major works not reported in accordance with the company ISM system (stern door disassembly) ;
- 8. Late alarm (water level in the steering room) or failing alarm (engine coolant temperature) ;
- 9. Hazardous design option (lower part of the side door and of the stern door immersed), in particular with regard to the vessel cruising radius ;
- 10. Weather conditions not requiring to slow down.

Point 3 to 8 are malfunctions or faults which effects had cumulated, even if the first cause of the fast flooding of the 3 aft compartments remains uncertain.

9 ACTIONS TAKEN

9.1 Version 3 of the British Large Yacht Code (LYC3) : introduction of International convention on load lines rule 21;

9.2 Modification of decree 84-810 by decree 2012-161 and particularly article 3-1 which excludes pleasure vessels in commercial use of the authorization granted to agreed classification societies

10 RECOMMENDATIONS

BEAmer recommends:

To yachts in commercial use owners:

- 1** **2013-R-001:** To implement, from the beginning of the building, ISO 9001 standard working procedures with the various companies taking part in the project, as it is enforced for the merchant vessels. These procedures prefigure and facilitate the implementation of the safety management code;
- 2** **2013-R-002:** To inform the classification company, as soon as the property transfer, of any modification that could question the validity of the certificates issued for the yacht;

To naval architects and yacht builders:

- 3** **2013-R-003:** To free themselves from the standards of aesthetic that could impair the safety of the crew and of the passengers (liferafts accessibility in any event, for example);
- 4** **2013-R-004:** To ban architectural options that pose risks for the vessel safety ;

To the administration:

- 5** **2013-R-005:** To include in division 242 the reference to the international convention on Load lines rule 21 (large side doors opening to watertight compartments) ;
- 6** **2013-R-006:** To include in division 242 a stability study, similar to the one requested by division 211 for passenger vessels, particularly the consequences of a minor breach :
 - using a determinist method, for one vertical zone,
 - or using a probabilistic method for the flooding of contiguous compartments;
 - including the influence of the heeling moments due to the top hamper;

- 7** **2013-R-007:** To make it compulsory, in division 242, to have a VDR (fitted with a capsule with a hydrostatic release unit and a buoyant device) on board vessels over 500 GT;
- 8** **2013-R-008:** To take part in the inclining experiment mentioned in article 211-1.02, getting inspired by the procedures as described by article 211-2.05 and to specify the case of the pleasure vessels in commercial use over 500 GT on international voyages

To classification societies:

- 9** **2013-R-009:** To inform without delay the flag state authority of any modification leading to a reconsideration of the validity of the safety certificates delivered to the vessel, as well as the class reservations.

LISTE DES ANNEXES

APPENDIX LIST

- A. Décision d'enquête**
Enquiry decision

- B. Dossier navire**
Vessel file

- C. Stabilité**
Stability

- D. Dossier Météo France**
Météo France file

Décision d'enquête
Enquiry decision



Bureau d'enquêtes sur
les événements de mer

Paris, le **22 FEV. 2012**

N/réf. : *BEA*mer **0002**



Décision

Le Ministre de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement ;

- Vu** le code des transports, notamment ses articles L1621-1 à L1622-2 ;
- Vu** le décret n° 2004-85 du 26 janvier 2004 relatif aux enquêtes techniques après événement de mer, accident ou incident de transport terrestre ;
- Vu** le décret du 09 septembre 2008 portant délégation de signature (Bureau d'enquêtes sur les événements de mer) ;
- Vu** le décret du 09 juin 2008 portant nomination du Directeur du Bureau d'enquêtes sur les événements de mer ;
- Vu** le SITREP 0125 établi le 17 février 2012 par le MRCC Gris-Nez ;

DÉCIDE

Article 1 : En application de l'article L1621-1 du code des transports, une enquête technique est ouverte concernant le naufrage du yacht *YOGI* immatriculé 9544621 et battant pavillon français survenu le 17 février 2012 au large de l'île de Skiros en Grèce.

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'Écologie,
du Développement durable,
des Transports et du Logement

*BEA*mer

Tour Voltaire
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

Pour le Ministre et par délégation
Le Directeur du *BEA*mer
Jean-Pierre MANNIC



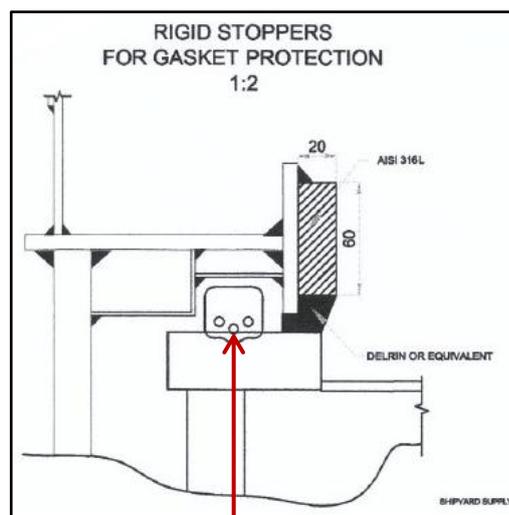
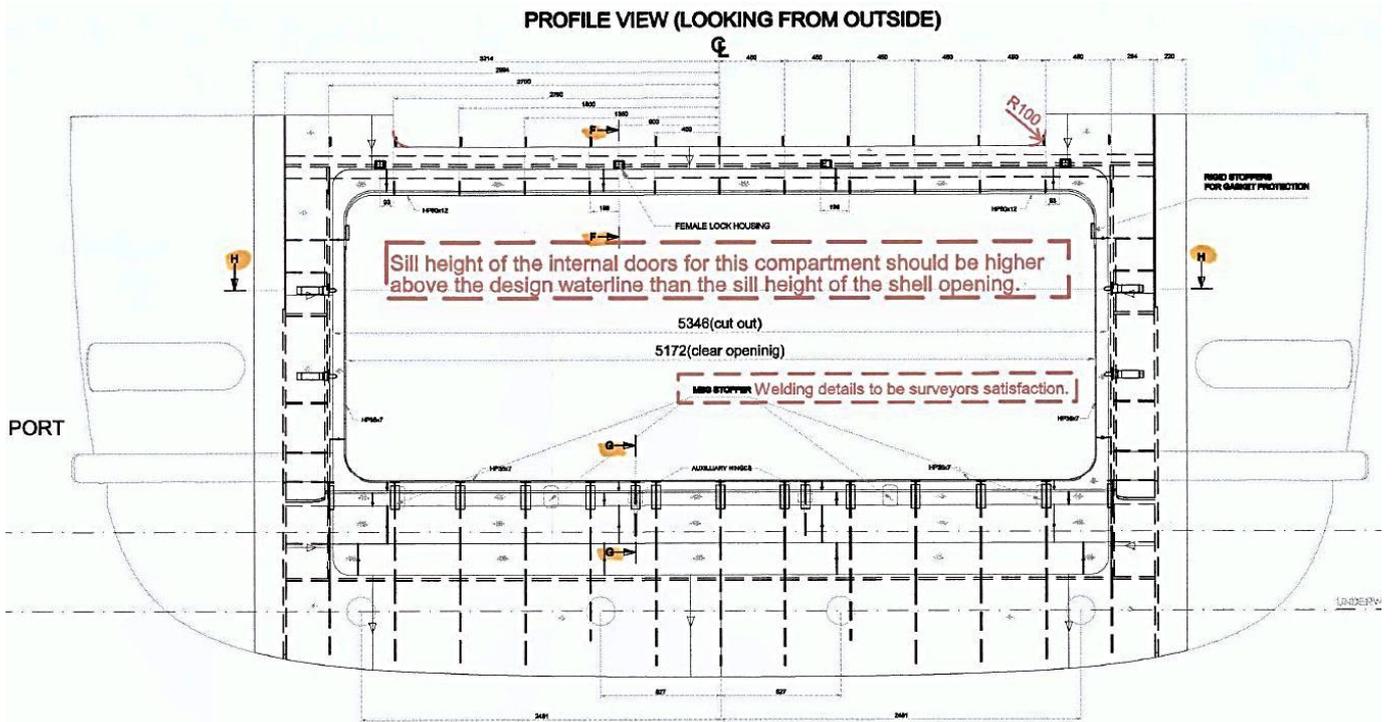
Annexe B
Appendix B

Dossier navire
Vessel file

Annexe B1

Appendix B1

Plan NB49-224-i
Drawing NB49-224-i

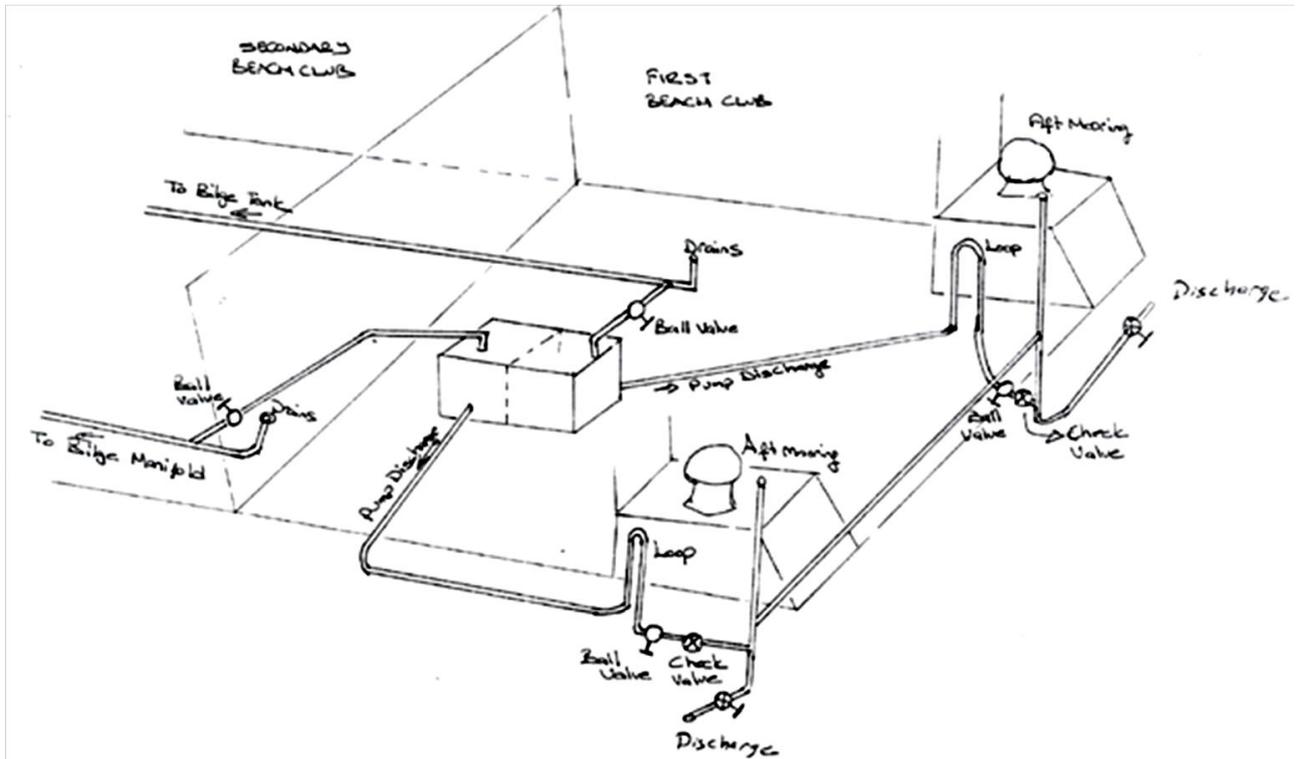


Joint d'étanchéité
Gasket

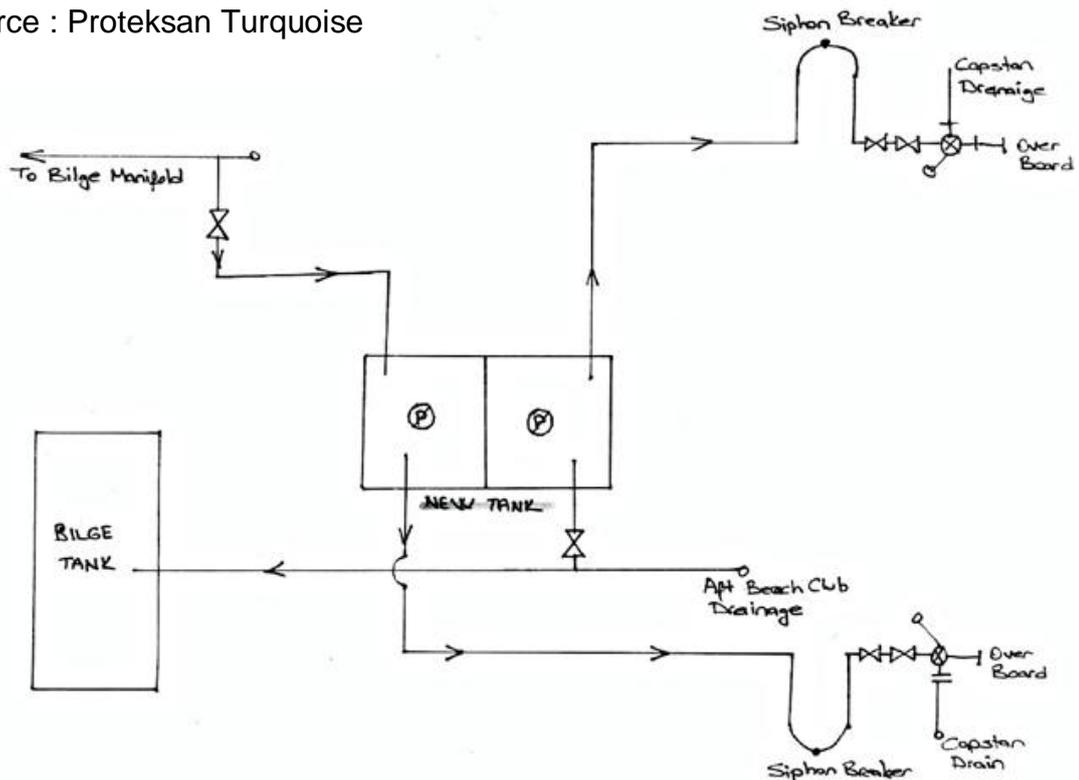
Annexe B2

Appendix B2

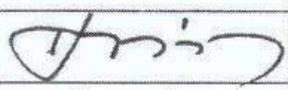
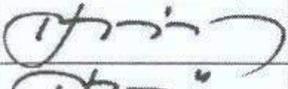
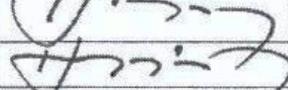
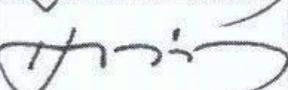
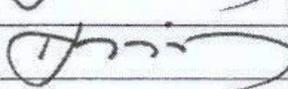
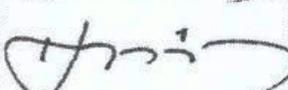
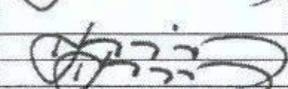
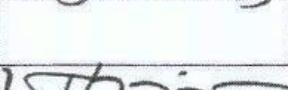
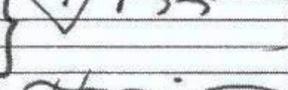
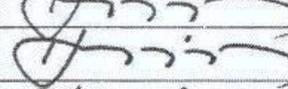
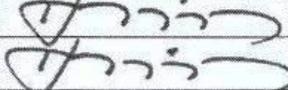
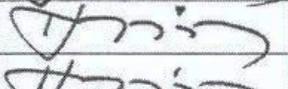
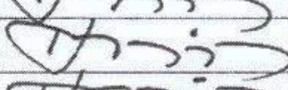
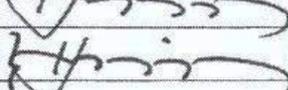
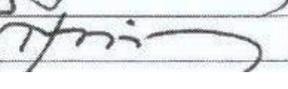
Schéma du circuit de drainage modifié – *Diagram of the modified drain system*



Source : Proteksan Turquoise



Annexe B3 Appendix B3

N°	N°b	Dpt	Items	Status	Description	APPROVED BY PTY
1	A	General	Painting and varnish	Completed	Areas of the vessel hull and super structures must be repaired due to various defects (sanding scratches, orange peel etc).	
9	B	Eng/Tech.	Jacuzzi	Completed	The Jacuzzi blower must be replaced.	
10	C	Eng/tech	Fridge and freezer	Completed	Low insulation on compressor n° 4	
11	D	Eng/tech	General monitoring	Completed	Organize intervention with freetechnics and Caterpillar	
12	E	Eng/Tech	Swimming ladder	Completed	Starboard side : not working Port Side : Change the stainless steel frame	
13	F	Eng/Tech	Main engines prelub Pump	Completed	The port side pump is leaking	
14	G	Eng/Tech	Stabilizer/Insulation	Completed	Due to excessive noise of the stabilizer equipment, extra insulation must installed in the following areas : Power pack unit lock, massage room, guest cabin 1&2 and engineer cabin	 
15	I5	Eng/tech	Swimming pool		Add a system to sanitize the water	
16	H	Eng/Tech	Transom door	Completed	Address the problem of flooding of the transom door when in use. All the electrical parts must be notably made water tight using gel as done in Genova last June	
17	I	Eng/tech	Beach club	Completed	Drainage must be completed	
18	J	Eng/Tech	Side boarding Ladder	Completed	All the operation troubles must be fixed by technician	
19	K	Eng/Tech	Gangway	Completed	Too noisy during the motion in and out	
20	L	Eng/Tech	Shore converter locker	Completed	The ventilation must be increased as the T° over heats.	
21	M	Eng/Tech	Lighting converter n°1	Completed	Not strong enough to supply everything connected.	
22	N	Eng/Tech	Main salon sliding door	Completed	The door does not work properly	
23	O	Eng/Tech	Starboard Generator	Completed	Sea water is leaking on the exhaust	
24	P	Eng/Tech	Starboard Windlass	Completed	Odour of smoke when it is used	
25	Q	Eng/Tech	Fresh water tanks overflow	Completed	All overflows must be connected over board as described in the technical specification	
26	R	Eng/tech	Upper deck door	Completed	Change the position of the controller and set up the door properly.	

N°	Department	Items	Description	Warranty	Comments	PTY Comments
1	General	Painting and varnish	Areas of the vessel hull and superstructures must be	YES		the repairs are to be effected according to the areas shown on the attached profile of Winterbottom's survey report
			repaired due to various defects (sanding scratches, orange peel etc).		Cf survey report Wintherbotham 03/11	
2	General	Stability Booklet	The vessels stability is weak, the effect of the wind creates	YES	A new inclining survey must be	<p>The yacht's stability is satisfactory. Stability calculations and results under the 16 loading conditions reported in the booklet were reviewed and approved by the Class and Flag Authority prior to the delivery. Consequently, there is not an official restriction in the related certificates. Besides, the vessel's stability was also demonstrated at sea in presence of both authorities' surveyors during the official sea trial. The vessel's maneuverability was trialed by the Flag Authorities' surveyors and hence, the sufficiency of the vessel's stability was witnessed by them at the trials. They were all satisfied. Nevertheless, many change and/or modification requests during the project's evolution have had negative impact in the increase of the vessel's weight and weight center of gravity, (such as the enclosure of the sundeck, large windows, new large mast, sundeck bonnet and many furnitures etc...). As the Yard, we have made great efforts to meet the Owner's expectations within applicable rules and requirements and eventually we believe that we were successful in this. All these additions have made a great yacht with most excellent features. The current stability values have actually reached the minimum limits due to the current weight of the vessel. Therefore, it is strictly NOT advisable to add any more weight due to any possible further changes to the layouts or else. The stability values of the vessel may be enhanced by NOT putting additional weight in bottom, but by lowering the center of gravity. Yet, it should be admitted that it is not possible for now.</p>
			an important lift even when the wind is not strong.		carried out to check the original value	
					Necessary actions will have to be taken accordingly.	

3	General	Stability booklet/weight	The vessel is over loaded, is impossible to fully fill the vessel with	YES	New figures must be calculated	The approved tank usage plan under various scenarios is described in the stability booklet. This is strictly to be followed. The tanks shall not be fully loaded, as the yacht's deadweight is at its limit.
		calculation	fuel following the different scenario described in the stability booklet. The Pimsol mark is under the sea level.		Necessary actions will have to be taken accordingly.	
4	Modif/impro	Aft Main deck	Considering the possibility of modifying the aft main deck, in particular the sunbed area behind the pool. A study of JGV will be carried out.	NO	A quotation from PTY must be assessed	this should be discussed at the meeting to better understand the expectations.
		Sun deck	Investigate the possibility of decreasing the height of the jacuzzi on the aft sun deck		A quotation from PTY must be assessed	
6	Modif/impro	Sundeck	Investigate the possibility of converting the play lounge into a VIP Cabin A survey and estimation will be carried out by JGV	NO	A quotation from PTY will be assessed This must be checked with the stability issue mentioned above	this should be discussed at the meeting to better understand the expectations.
		C3/crew mess	If a VIP cabin is created on the sun deck the possibility to use the C3 to extend the crew mess dimension should be assessed		A quotation of PTY will be assessed	
8	Modif/impro	Engine room	to study the possibility to get the status of "unattended engine" room: upgrade of the general monitoring software allowing us to follow the alarms status directly from the Wheelhouse	NO	to study with PTY and freetechnics and the flag	this should be discussed at the meeting to better understand the expectations.

Annexe B4 Appendix B4

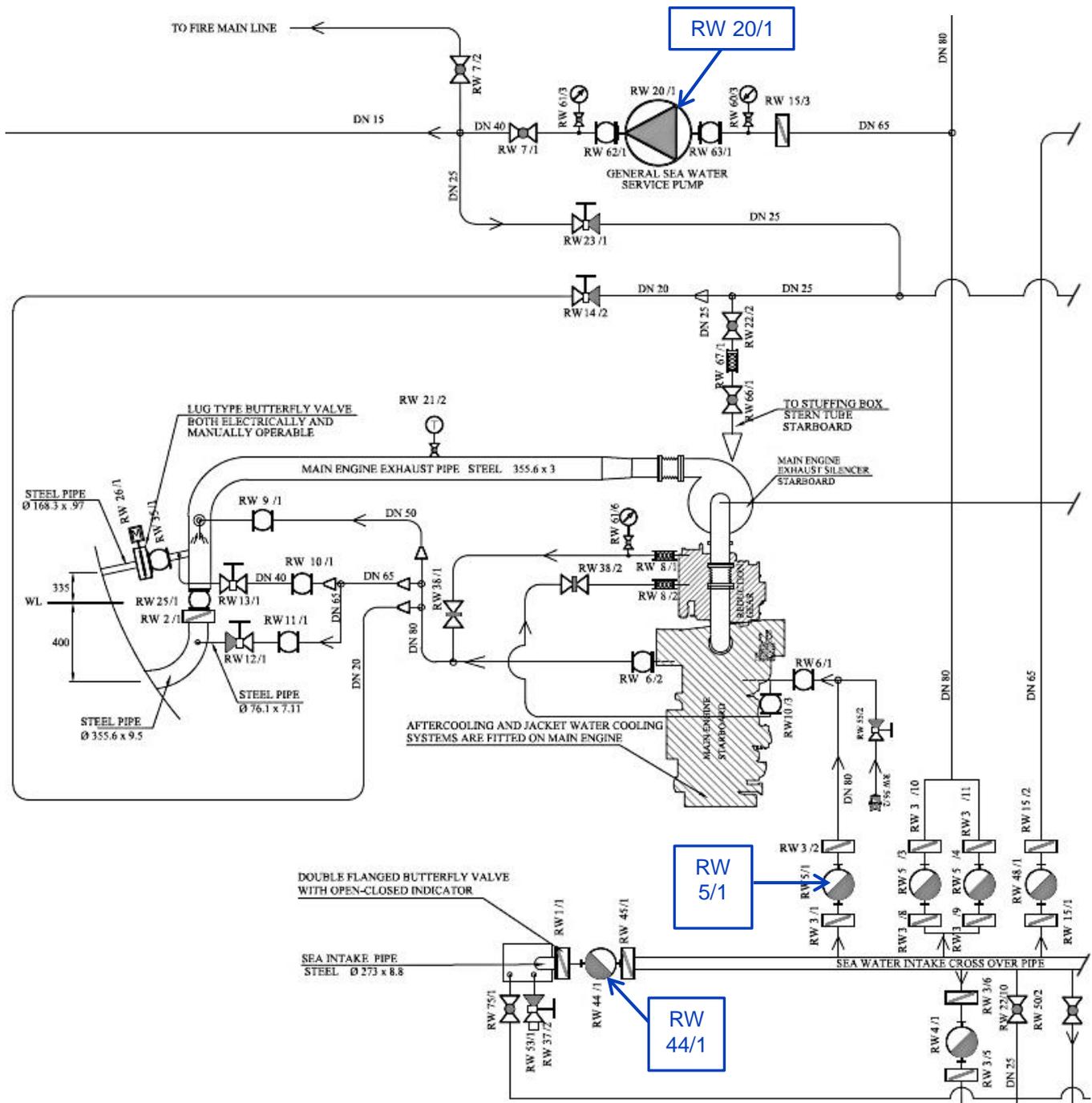


Découpage charnières porte AR – *Punching of transom door's hinges*



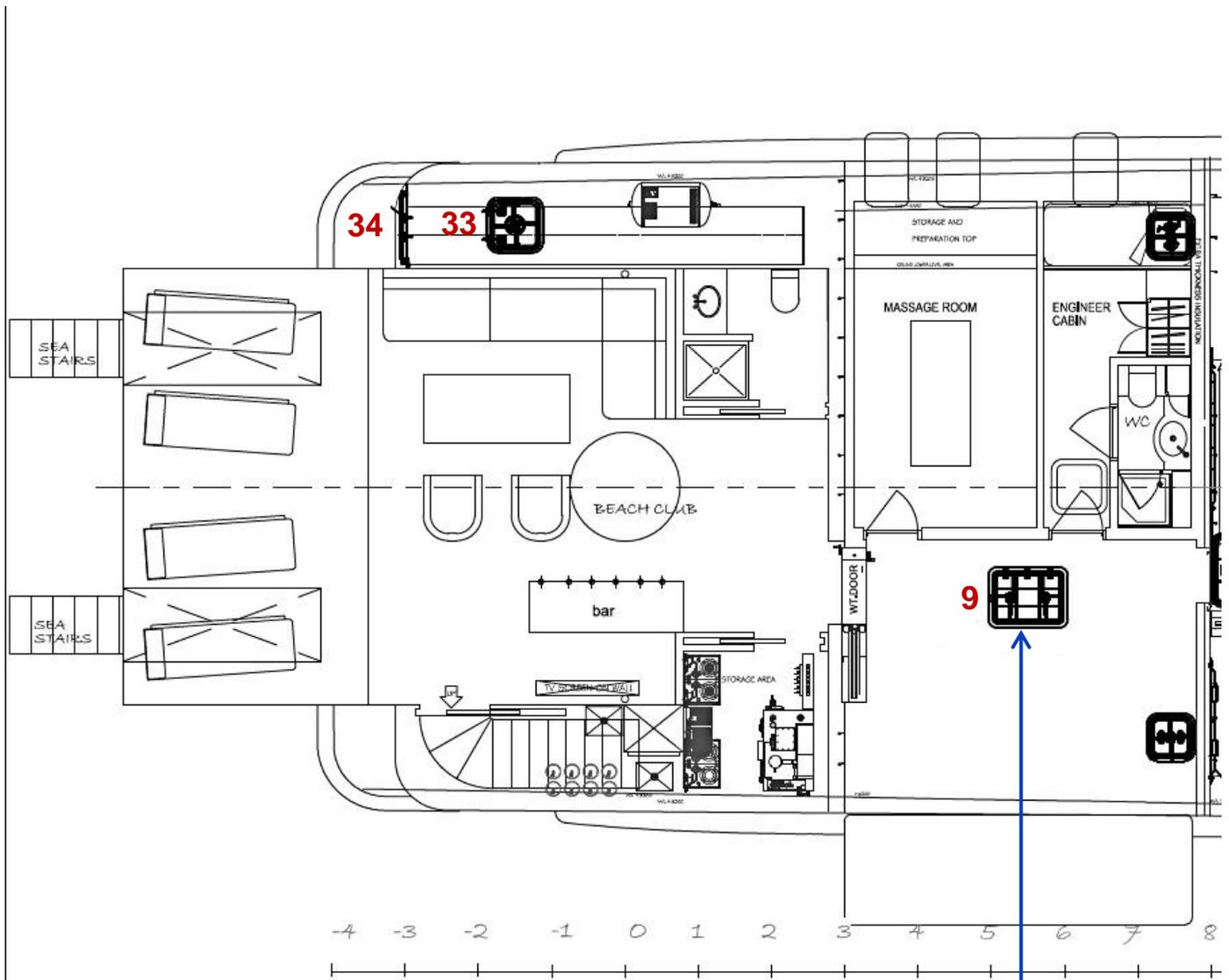
Annexe B5

Appendix B5



Annexe B6

Appendix B6



Panneau d'accès compartiment 03
Access hatch compartment 03

Annexe B7 Appendix B7

MUDBOX BRONZE

- Flanged ends acc to DIN PN 10/16
- Nominal Pressure :
DN 25 - DN 450 = 4 bar
DN 500 - DN 700 = 2.5 bar
- Materials :

NO	Part Name	Bronze (Rg5)
1	Body	G-CuSn5ZnPb
2	Bonnet	G-CuSn5ZnPb
3	Screen	X2CrNiMo 18 10
4	O-Ring	NBR
5	Stud & Nut	A2 304
6	Drain Plug	CuZn39Pb3
7	Eye Bolt	A2 304
8	Ventilation Plug	CuZn39Pb3

- Application :

Especially for suction and discharge lines for sea cooling water and big systems.

The standard perforation of the basket is 8 mm square.

- On request :

Porforation diameters can be changed.

The cover can be attached with 2 eye bolts with wing nuts which makes the basket can be removed and cleaned quickly.

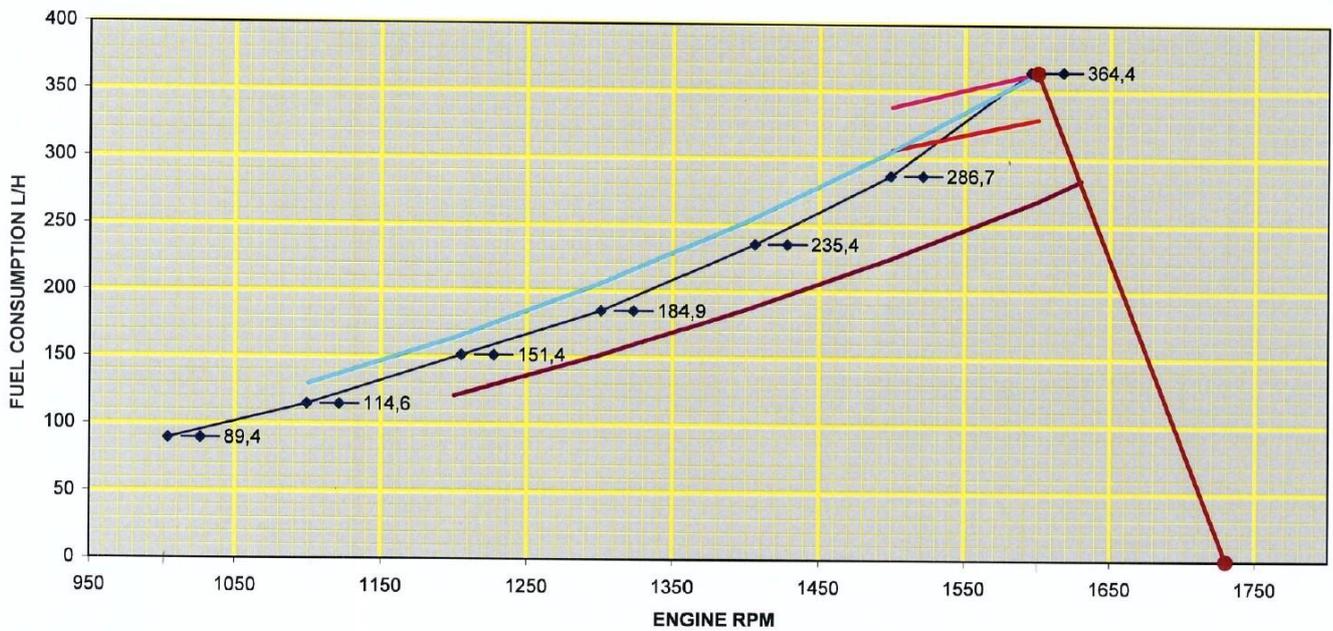
Bigger sizes than DN100 has a ventilating ball valve instead of ventilation plug.

PN	DN	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
	L	160	200	200	230	290	310	350	400	480	600	600	700	800	740	1000	1000	1100	1250
	L1	100	105	125	135	150	175	195	220	270	300	390	450	400	420	500	550	-	-
	H	180	210	210	225	265	300	340	415	465	575	620	660	740	1000	1080	1140	1245	1310
	H1	90	100	100	105	140	150	185	230	255	335	350	370	390	475	525	525	670	670
	H2	200	250	250	260	275	350	365	425	480	550	665	795	735	1000	1020	1070	-	-
10	ØD	115	140	150	165	185	200	220	250	285	340	395	445	505	565	615	670	780	895
16	ØD	115	140	150	165	185	200	220	250	285	340	405	460	520	580	640	715	840	910
KG 1		6	10	11.5	11.5	23	27.5	39	63	83.5	155	175	235	300	370	480	555	820	1000
KG 2		7	11	13	18	22	31	46	62	89	133	163	175	230	320	-	-	-	-
Capacity Water Vs 1.5 m/sec		25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700
1	(m³/h)	2.8	4.7	6.8	10.6	18	30	42.4	58.2	95.4	170	265	382	520	740	936	1200	1500	1700
2	(m³/h)	2.6	4.7	6.8	10.6	18	30	42.4	66.2	95.4	170	265	382	520	740	936	1200	-	-

Annexe B8

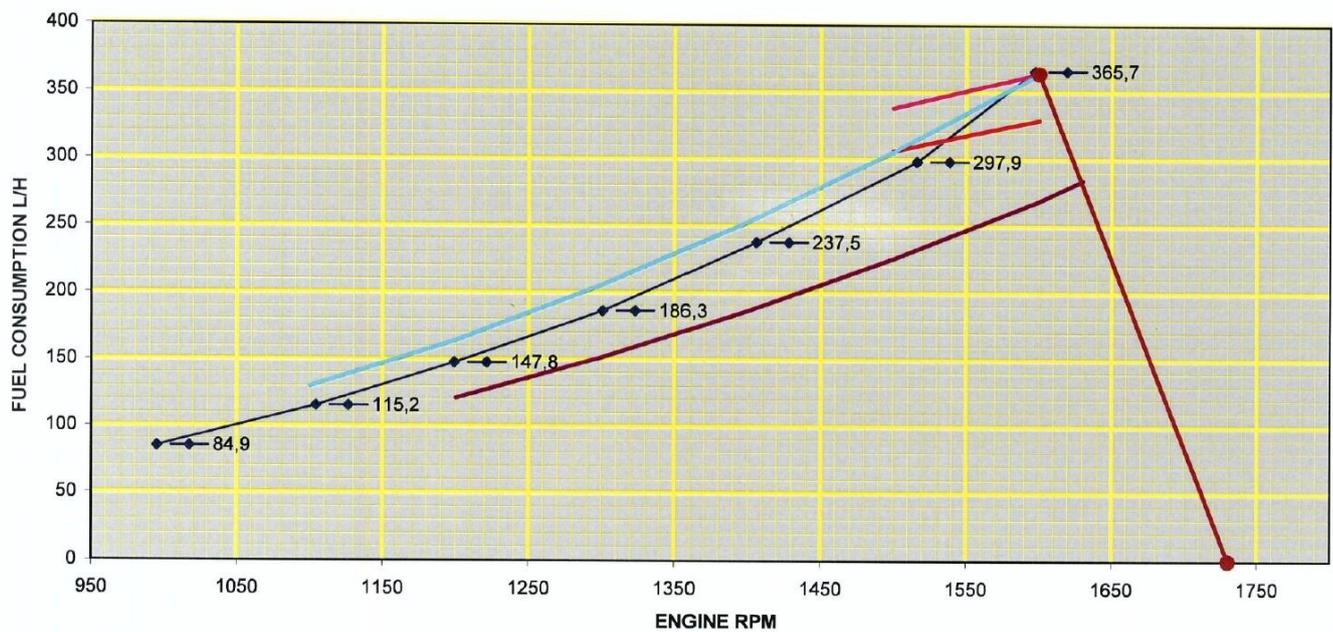
Appendix B8

PERFORMANCE ANALYSIS REPORT
STARBOARD ENGINE CAT 3512B- S2L00709
M/Y PROTEKSAN NB49



◆ FUEL CONSUMPTION
— RATED FUEL MAX
— RATED FUEL MIN
— FUEL TOP CURVE
— FUEL BOTTOM CURVE
● HIGH IDLE

PERFORMANCE ANALYSIS REPORT
PORT ENGINE CAT 3512B- S2L00710
M/Y PROTEKSAN NB49

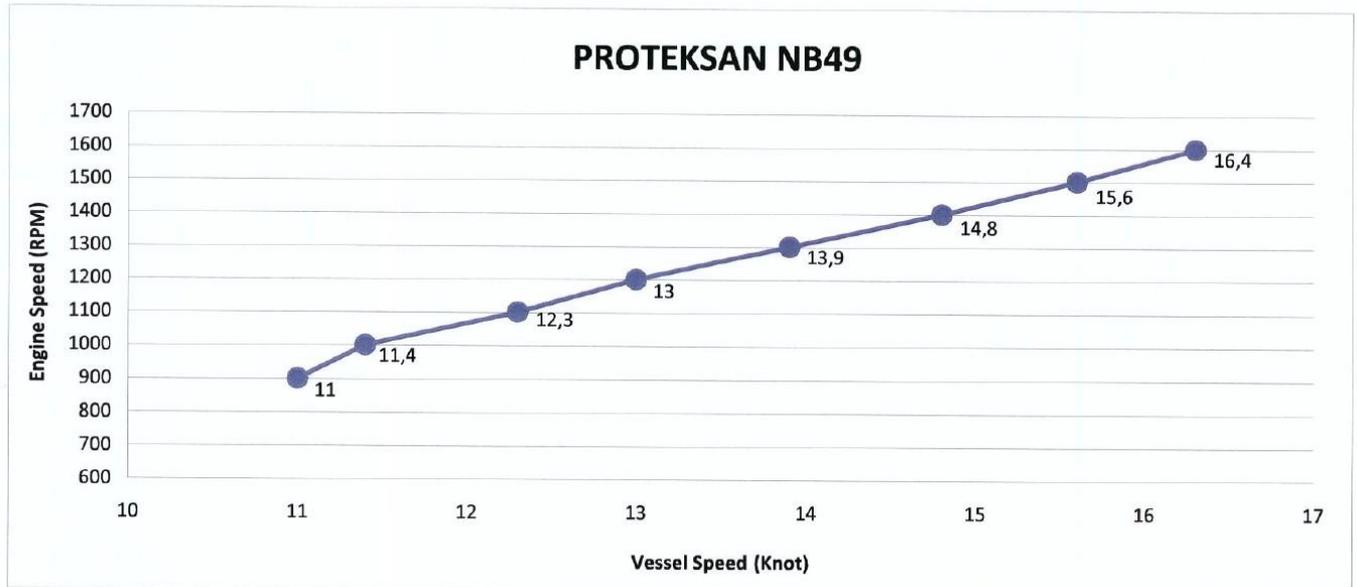


◆ FUEL CONSUMPTION
— RATED FUEL MAX
— RATED FUEL MIN
— FUEL TOP CURVE
— FUEL BOTTOM CURVE
● HIGH IDLE

Annexe B8

Appendix B8

 BORUSAN
GÜÇ SİSTEMLERİ



Average consumption Std / Port engine at 60 % load :
252 L / h => # 1420 – 1440 RPM => # 15 knots

Stabilité
Stability

D O N N E E S D E B A S E D U N A V I R E

IDENTIFICATION DU NAVIRE : NAVIRE YOGI

CHANTIER PROTEKSAN TURQUOIS
TYPE DU NAVIRE MOTOR YACHT 60.20M

D I M E N S I O N S P R I N C I P A L E S

LONGUEUR ENTRE PERPENDICULAIRES	50.846	m
LARGEUR HORS MEMBRES	9.400	m
CREUX	5.400	m
TIRANT D'EAU	3.300	m
LONGUEUR HORS TOUT	60.200	m
DISTANCE ENTRE PPAR ET L'EXTREMITÉ ARRIERE	-4.000	m
DISTANCE ENTRE LIGNE DE BASE ET POINT INFERIEUR	-0.250	m
DISTANCE ENTRE LIGNE DE BASE ET POINT SUPERIEUR	8.000	m

NB : Les volumes sont calcules en supposant que l'evolution des
surfaces des sections suit une loi parabolique

Les tirants d'eau sont mesurés sur ligne de base, aux perpendiculaires du dossier de stabilité. La ligne de base est précisée en première page de ce document (origine des distances verticales), ainsi que la position de la perpendiculaire arrière (origine des distances longitudinales). La longueur entre perpendiculaires est indiquée à la première page des calculs (« données de base du navire »). Les autres dimensions principales, figurant sur cette même page, sont données à titre indicatif.

NOTATIONS UTILISEES

ELEMENTS HYDROSTATIQUES

ASSIETTE	:	Différence des tirants d'eau mesurés aux perpendiculaires, sur ligne de base (TAR – TAV).
TPCM	:	Variation du déplacement pour 1 cm d'enfoncement.
MCT/CM	:	Moment nécessaire pour faire varier l'assiette d'1 cm.
LCB	:	Distance du centre de carène à la PPAR.
LCF	:	Distance du centre de flottaison à la PPAR.
KMT	:	Hauteur du métacentre transversal sur ligne de base.
KML	:	Hauteur du métacentre longitudinal sur ligne de base.
KB	:	Hauteur du centre de carène sur ligne de base.

CAS DE CHARGEMENT – POINTS DE REFERENCE

KG	:	Hauteur du centre de gravité sur ligne de base.
LCG	:	Distance du centre de gravité à la PPAR.
YG	:	Distance du centre de gravité à l'axe longitudinal du navire.
X	:	Distance longitudinale par rapport à la PPAR (positif vers l'avant).
Y	:	Distance transversale par rapport à l'axe du navire (positif vers tribord).
Z	:	Distance verticale par rapport à la ligne de base (positif vers le haut).
FSM	:	Moment inclinant dû à l'effet des carènes liquides.
KGc	:	Hauteur du centre de gravité du navire sur ligne de base, corrigé pour l'effet des carènes liquides.

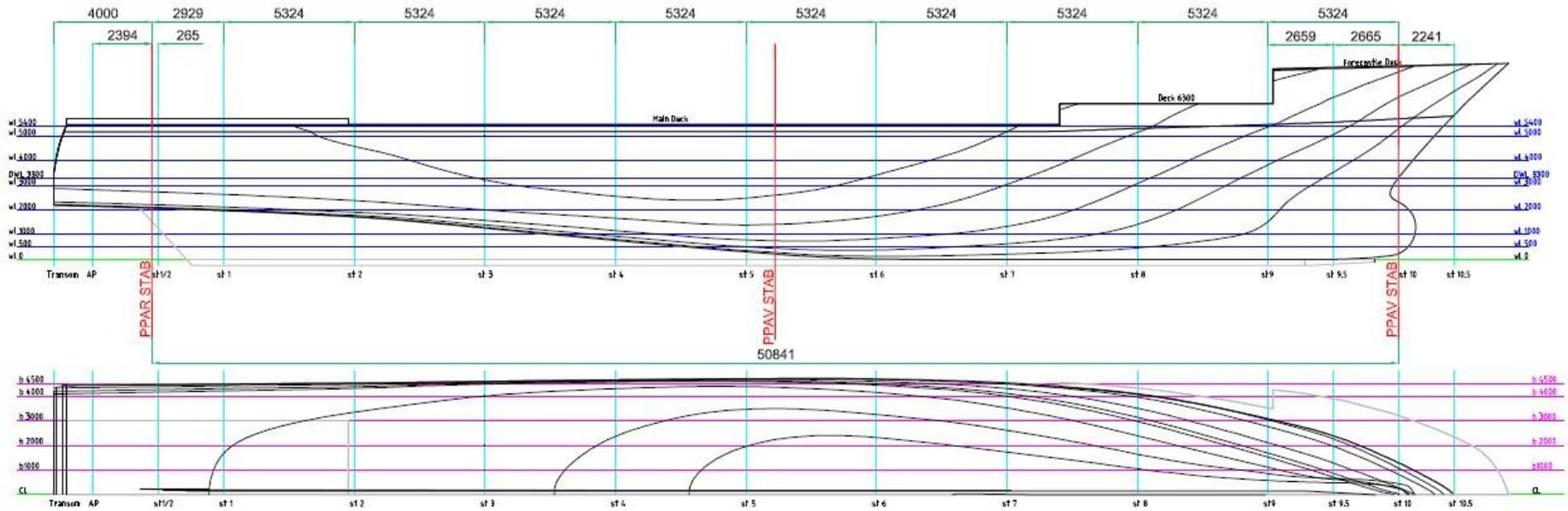
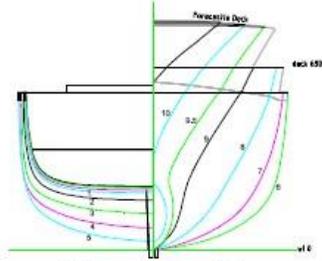
STABILITE A L'ETAT INTACT

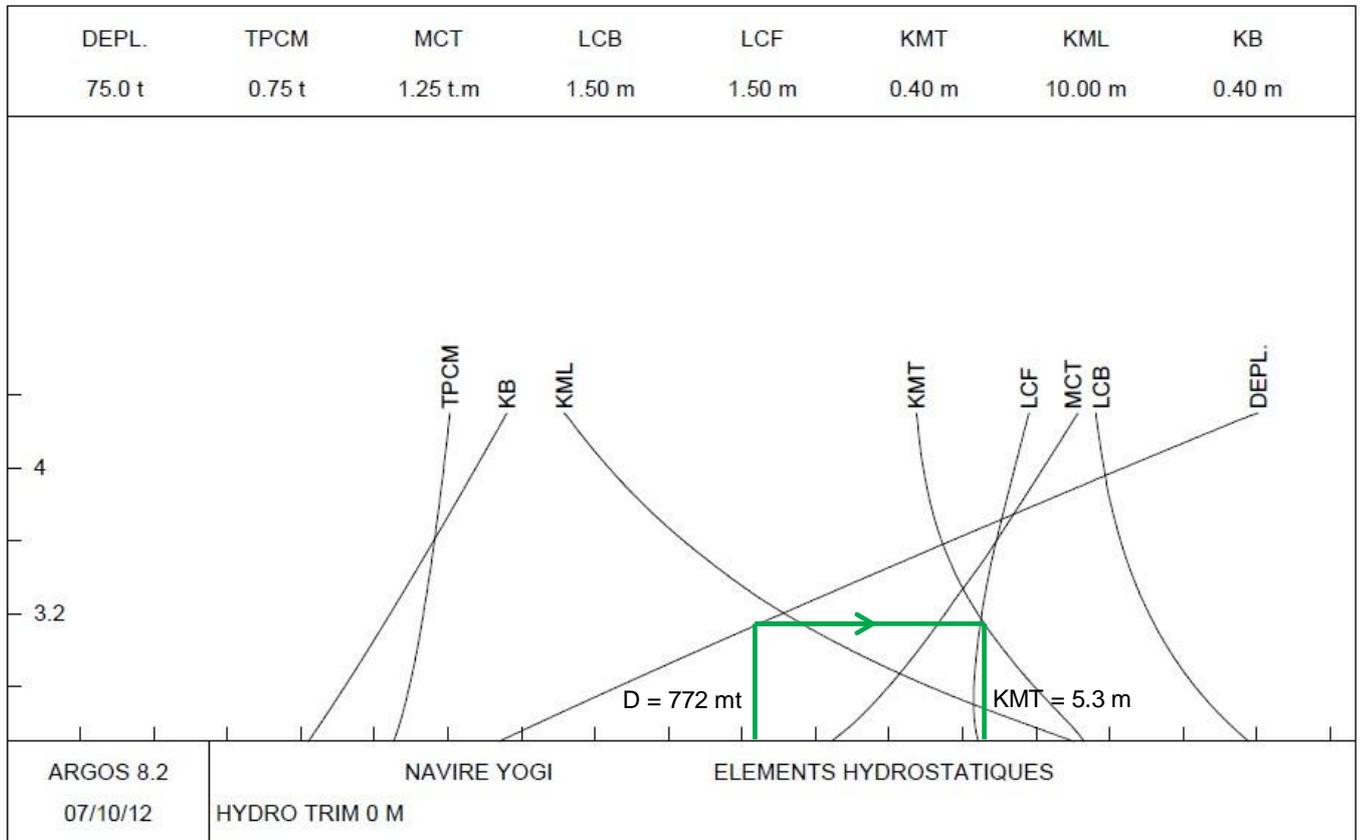
KN	:	Bras de levier de redressement pour KG = 0.
GM	:	Hauteur métacentrique transversale.
GZ	:	Bras de levier de redressement.
A (0 – X)	:	Aire sous-tendue à la courbe des GZ entre 0° et X° d'inclinaison.
ANGLE GZ MAX	:	Angle auquel le bras de levier de redressement est maximum.
ARC GZ>0	:	Intervalle de stabilité positive.
B	:	Bras de levier inclinant.

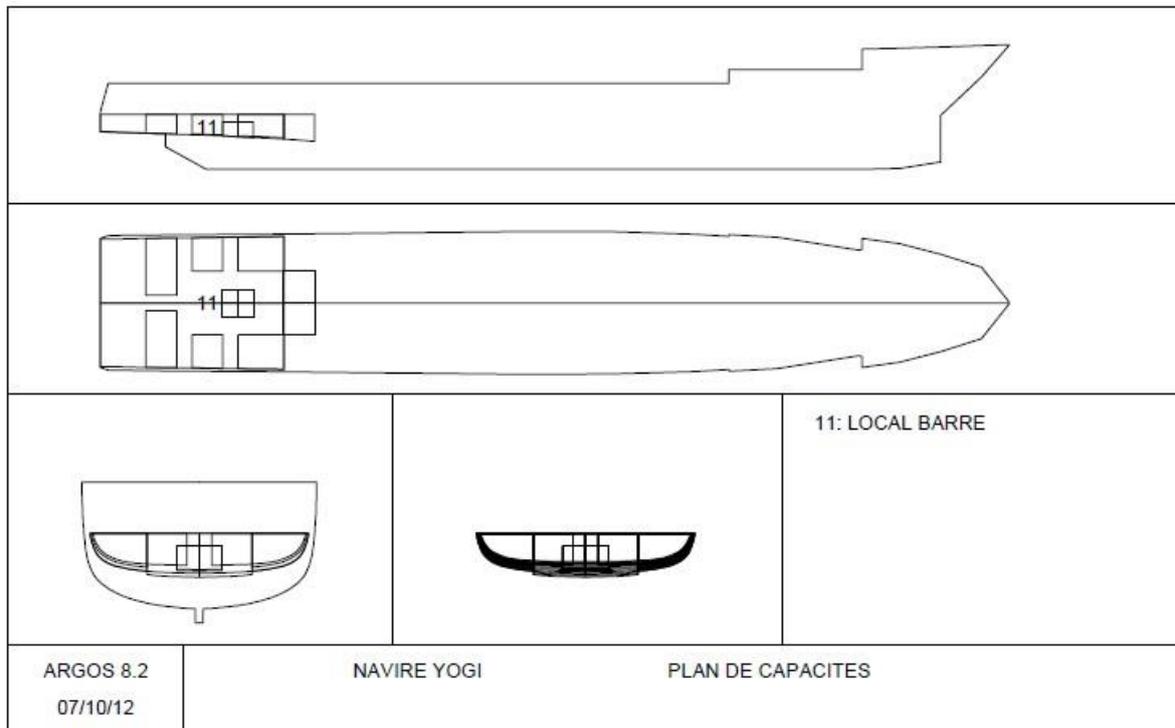
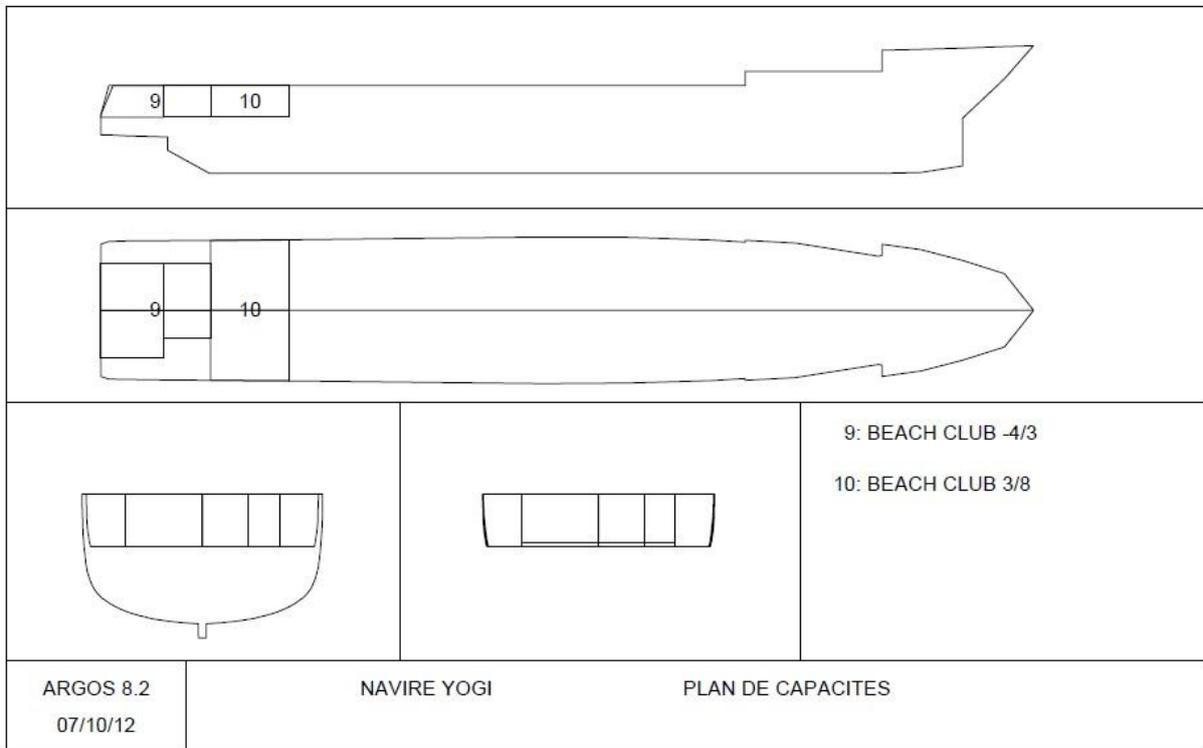
COMPARTIMENTAGE – STABILITE APRES AVARIE

X LA/2	:	Distance, par rapport à la PPAR, du milieu du compartiment dont la longueur admissible est calculée.
YB	:	Distance transversale du centre de carène par rapport à l'axe longitudinal du navire.

60.20 m MOTOR YACHT



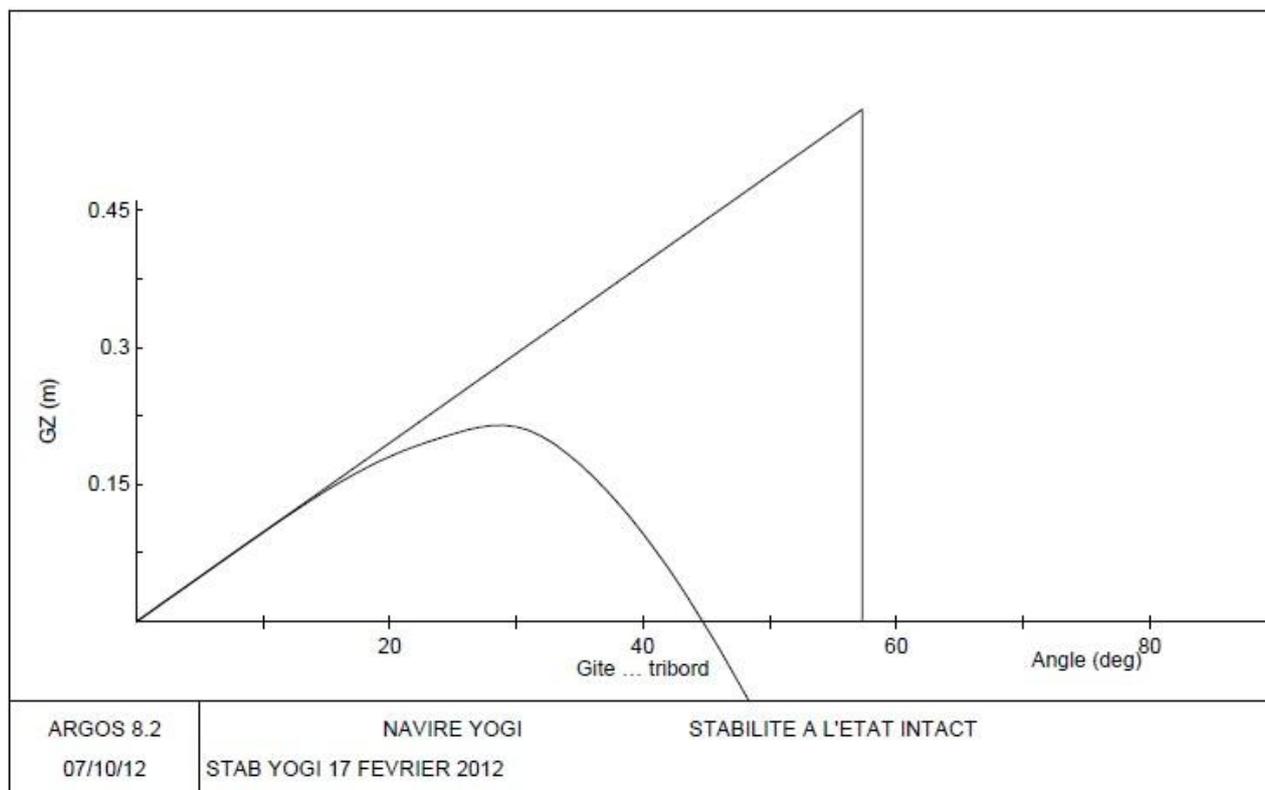




CAS DE CHARGEMENT : STAB YOGI 17 FEVRIER 2012

COURBE GZ - Gite ... tribord

GITE (deg)	TMIL (m)	ASSIETTE (m)	LCB (m)	YB (m)	KB (m)	KN (m)	GZ (m)	AIRE (m.rad)
0.0	3.137	0.180	23.013	0.000	2.060	0.000	0.000	0.000
5.0	3.133	0.182	23.012	0.283	2.072	0.463	0.049	0.002
10.0	3.121	0.181	23.012	0.565	2.109	0.923	0.098	0.009
20.0	3.060	0.133	23.014	1.101	2.253	1.805	0.181	0.033
25.0	3.000	0.065	23.018	1.345	2.353	2.213	0.205	0.050
30.0	2.915	-0.026	23.022	1.564	2.468	2.589	0.213	0.069
35.0	2.811	-0.120	23.027	1.738	2.569	2.898	0.172	0.086
40.0	2.703	-0.212	23.030	1.871	2.671	3.150	0.097	0.098
50.0	2.436	-0.400	23.036	2.058	2.856	3.511	-0.128	0.096
60.0	2.033	-0.496	23.038	2.185	3.050	3.734	-0.381	0.051



ARGOS 8.2
 07/10/12

NAVIRE YOGI
 STAB YOGI 17 FEVRIER 2012

STABILITE A L'ETAT INTACT

CAS DE CHARGEMENT : STAB YOGI 17 FEVRIER 2012 10 CM D'EAU BEACH CLUB
 AR ET AV

ELEMENTS DE CHARGEMENT

CAPA No	REF. ELEMENT	X1 (m)	X2 (m)	POIDS (t)	KG (m)	LCG (m)	YG (m)	FSM (t.m)
9	BEACH CLUB -4/3	-4.000	3.000	3.26	3.395	-0.687	-0.225	105.46
10	BEACH CLUB 3/8	3.000	8.000	3.67	3.395	5.506	0.000	281.04
	TK1			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK2			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 3 WATER MIST			3.04	2.575	3.016	0.000	1.54
	TK 4 WATER MIST			3.04	2.575	3.016	0.000	1.54
	TK 5 LUB OIL			1.29	2.302	4.505	0.000	0.45
	TK 6 DIRTY			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 7 FUEL			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 8 FUEL			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 9 BILGE			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 10 OVER FLOW			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 11 DAY TANK			5.48	3.173	13.536	0.000	0.00
	TK 12 DAY TANK			5.47	3.173	13.536	0.000	0.00
	TK 13 BLACK WATER			0.42	1.000	17.265	0.000	1.02
	TK 14 FUEL TK POR			6.80	0.827	23.861	0.000	8.28
	TK 15 FUEL TK CEN			10.70	0.820	23.525	0.000	4.48
	TK 16 FUEL TK STB			6.80	0.827	23.861	0.000	8.28
	TK 17 GREY WATER			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 18 GREY WATER			0.70	0.095	31.025	0.000	2.20
	TK 19 GREY WATER			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 20 FRESH WATER			1.50	0.710	35.705	0.000	0.55
	TK 21 FRESH WATER			1.50	0.710	35.705	0.000	0.55
	ADDITIONS (DEPART			9.55	3.512	32.192	0.000	0.00
	PASSAGERS 12			-1.50	4.500	26.000	0.000	0.00
	PROVISIONS			-1.00	1.800	41.000	0.000	0.00
PORT EN LOURD				60.73	2.051	18.611	-0.012	415.38

RESUME DU CHARGEMENT

	POIDS (t)	KG (m)	LCG (m)	YG (m)	FSM (t.m)
PORT EN LOURD	60.73	2.051	18.611	-0.012	415.38
NAVIRE LEGE	718.37	4.926	23.197	0.000	0.00
POIDS TOTAL	779.10	4.702	22.840	-0.001	415.38

CAS DE CHARGEMENT : STAB YOGI 17 FEVRIER 2012 10 CM D'EAU BEACH CLUB
 AR ET AV

	POIDS (t)	KG (m)	LCG (m)	YG (m)	FSM (t.m)	KG CORR. (m)
POIDS TOTAL	779.10	4.702	22.840	-0.001	415.38	5.235

CALCUL A PARTIR DU PLAN DES FORMES

TIRANTS D'EAU ET ASSIETTE A L'EQUILIBRE

	Arriere	Milieu	Avant	Assiette
Tirant d'eau sur ligne de base a la PP	3.271	3.139	3.007	0.263

CRITERES DE STABILITE

GITE A L'EQUILIBRE	0.873 deg
AIRE [0,30](courbe GZ limitee a 60.0 deg)	0.004 m.rad
AIRE [0,40](courbe GZ limitee a 60.0 deg)	0.004 m.rad
AIRE [30,40](courbe GZ limitee a 60.0 deg)	0.000 m.rad
Angle GZmax [0.9,60] ..(courbe GZ limitee a 60.0 deg)	16.611 deg
GZ Max [0.9,60](courbe GZ limitee a 60.0 deg)	0.016 m
GM	0.060 m
GM (0 deg)	0.059 m
ARC GZ > 0(courbe GZ limitee a 60.0 deg)	24.610 deg
AIRE GZmax	0.002 m.rad
GZ (30 deg)	-0.028 m
Angle de stabilite dynamique	9.680 deg
Bras de levier associe	0.010 m

FRANC-BORD A L'EQUILIBRE
(m)

ANGLE D'IMMERSION
(deg)

PTS LIVET PONT	0.137	2.7
----------------	-------	-----

CAS DE CHARGEMENT : STAB YOGI 17 FEVRIER 2012 10 CM D'EAU BEACH CLUB
 AR ET AV

COURBE GZ - Gite ... babord

GITE (deg)	TMIL (m)	ASSIETTE (m)	LCB (m)	YB (m)	KB (m)	KN (m)	GZ (m)	AIRE (m.rad)
0.0	3.140	0.263	22.823	0.000	2.067	0.000	-0.001	0.000
0.9	3.139	0.263	22.824	0.049	2.067	0.081	0.000	0.000
5.0	3.136	0.265	22.823	0.282	2.079	0.462	0.005	0.000
10.0	3.125	0.266	22.823	0.562	2.116	0.921	0.011	0.001
20.0	3.070	0.222	22.827	1.098	2.263	1.806	0.014	0.003
* 25.0	3.011	0.161	22.831	1.342	2.364	2.215	0.002	0.004
30.0	2.928	0.079	22.835	1.561	2.478	2.591	-0.028	0.003
35.0	2.836	-0.009	22.840	1.729	2.584	2.899	-0.105	-0.002
40.0	2.723	-0.073	22.843	1.863	2.678	3.149	-0.217	-0.016
50.0	2.467	-0.216	22.848	2.048	2.861	3.508	-0.503	-0.078
60.0	2.080	-0.261	22.849	2.173	3.051	3.729	-0.805	-0.193

CAS DE CHARGEMENT : STAB YOGI 17 FEVRIER 2012 10 CM D'EAU BEACH CLUB
 AR ET AV+ 3 M3 LC BAR

ELEMENTS DE CHARGEMENT

CAPA No	REF. ELEMENT	X1 (m)	X2 (m)	POIDS (t)	KG (m)	LCG (m)	YG (m)	FSM (t.m)
9	BEACH CLUB -4/3	-4.000	3.000	3.26	3.395	-0.687	-0.225	105.46
10	BEACH CLUB 3/8	3.000	8.000	3.67	3.395	5.506	0.000	281.04
11	LOCAL BARRE	4.665	10.000	3.35	1.851	8.222	0.000	34.40
	TK1			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK2			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 3 WATER MIST			3.04	2.575	3.016	0.000	1.54
	TK 4 WATER MIST			3.04	2.575	3.016	0.000	1.54
	TK 5 LUB OIL			1.29	2.302	4.505	0.000	0.45
	TK 6 DIRTY			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 7 FUEL			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 8 FUEL			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 9 BILGE			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 10 OVER FLOW			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 11 DAY TANK			5.48	3.173	13.536	0.000	0.00
	TK 12 DAY TANK			5.47	3.173	13.536	0.000	0.00
	TK 13 BLACK WATER			0.42	1.000	17.265	0.000	1.02
	TK 14 FUEL TK POR			6.80	0.827	23.861	0.000	8.28
	TK 15 FUEL TK CEN			10.70	0.820	23.525	0.000	4.48
	TK 16 FUEL TK STB			6.80	0.827	23.861	0.000	8.28
	TK 17 GREY WATER			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 18 GREY WATER			0.70	0.095	31.025	0.000	2.20
	TK 19 GREY WATER			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 20 FRESH WATER			1.50	0.710	35.705	0.000	0.55
	TK 21 FRESH WATER			1.50	0.710	35.705	0.000	0.55
	ADDITIONS (DEPART			9.55	3.512	32.192	0.000	0.00
	PASSAGERS 12			-1.50	4.500	26.000	0.000	0.00
	PROVISIONS			-1.00	1.800	41.000	0.000	0.00
PORT EN LOURD				64.07	2.041	18.068	-0.011	449.78

RESUME DU CHARGEMENT

	POIDS (t)	KG (m)	LCG (m)	YG (m)	FSM (t.m)
PORT EN LOURD	64.08	2.041	18.068	-0.011	449.78
NAVIRE LEGE	718.37	4.926	23.197	0.000	0.00
POIDS TOTAL	782.45	4.690	22.777	-0.001	449.78

CAS DE CHARGEMENT : STAB YOGI 17 FEVRIER 2012 10 CM D'EAU BEACH CLUB
 AR ET AV+ 3 M3 LC BAR

	POIDS (t)	KG (m)	LCG (m)	YG (m)	FSM (t.m)	KG CORR. (m)
POIDS TOTAL	782.45	4.690	22.777	-0.001	449.78	5.265

CALCUL A PARTIR DU PLAN DES FORMES

TIRANTS D'EAU ET ASSIETTE A L'EQUILIBRE

	Arriere	Milieu	Avant	Assiette
Tirant d'eau sur ligne de base a la PP	3.288	3.139	2.989	0.299

CRITERES DE STABILITE

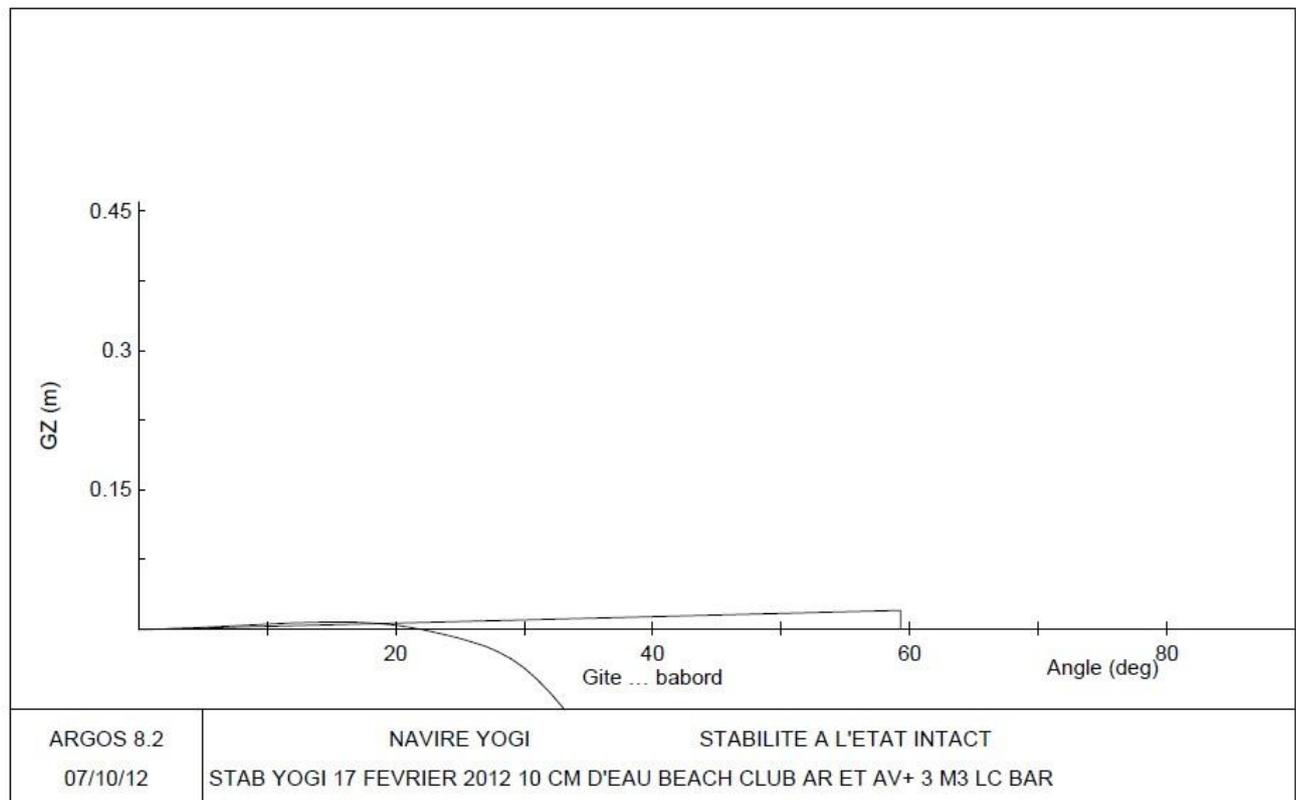
GITE A L'EQUILIBRE	1.984 deg
AIRE [0,30](courbe GZ limitee a 60.0 deg)	0.002 m.rad
AIRE [0,40](courbe GZ limitee a 60.0 deg)	0.002 m.rad
AIRE [30,40](courbe GZ limitee a 60.0 deg)	0.000 m.rad
Angle GZmax [2.0,60] ..(courbe GZ limitee a 60.0 deg)	15.820 deg
GZ Max [2.0,60](courbe GZ limitee a 60.0 deg)	0.008 m
GM	0.020 m
GM (0 deg)	0.018 m
ARC GZ > 0(courbe GZ limitee a 60.0 deg)	19.792 deg
AIRE GZmax	0.001 m.rad
GZ (30 deg)	-0.042 m
Angle de stabilite dynamique	9.561 deg
Bras de levier associe	0.005 m

	FRANC-BORD A L'EQUILIBRE (m)	ANGLE D'IMMERSION (deg)
PTS LIVET PONT	0.035	2.5

CAS DE CHARGEMENT : STAB YOGI 17 FEVRIER 2012 10 CM D'EAU BEACH CLUB
 AR ET AV+ 3 M3 LC BAR

COURBE GZ - Gite ... babord

GITE (deg)	TMIL (m)	ASSIETTE (m)	LCB (m)	YB (m)	KB (m)	KN (m)	GZ (m)	AIRE (m.rad)
0.0	3.140	0.298	22.758	0.000	2.068	0.000	-0.001	0.000
2.0	3.139	0.299	22.759	0.112	2.069	0.183	0.000	0.000
5.0	3.137	0.300	22.758	0.281	2.080	0.461	0.002	0.000
* 10.0	3.130	0.292	22.759	0.560	2.121	0.920	0.005	0.000
20.0	3.075	0.251	22.762	1.096	2.268	1.805	0.004	0.001
* 25.0	3.017	0.192	22.766	1.340	2.369	2.215	-0.010	0.001
30.0	2.935	0.115	22.771	1.559	2.483	2.591	-0.042	-0.001
35.0	2.845	0.033	22.775	1.725	2.588	2.898	-0.122	-0.008
40.0	2.744	-0.032	22.778	1.855	2.688	3.149	-0.236	-0.023
50.0	2.494	-0.155	22.783	2.038	2.869	3.507	-0.526	-0.089
60.0	2.103	-0.173	22.782	2.167	3.052	3.726	-0.833	-0.208



CAS DE CHARGEMENT : STAB YOGI 17 FEVRIER 2012 10 CM D'EAU BEACH CLUB
 AR ET AV2+3 M3 LC BAR

ELEMENTS DE CHARGEMENT

CAPA No	REF. ELEMENT	X1 (m)	X2 (m)	POIDS (t)	KG (m)	LCG (m)	YG (m)	FSM (t.m)
9	BEACH CLUB -4/3	-4.000	3.000	3.26	3.395	-0.687	-0.225	105.46
11	LOCAL BARRE	4.665	10.000	3.35	1.851	8.222	0.000	34.40
14	BEACH CLUB AV TD	3.000	8.000	1.99	3.405	5.507	2.420	24.44
15	BEACH CLUB AV BD	3.000	8.000	2.51	3.405	5.506	-1.920	48.82
	TK1			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK2			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 3 WATER MIST			3.04	2.575	3.016	0.000	1.54
	TK 4 WATER MIST			3.04	2.575	3.016	0.000	1.54
	TK 5 LUB OIL			1.29	2.302	4.505	0.000	0.45
	TK 6 DIRTY			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 7 FUEL			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 8 FUEL			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 9 BILGE			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 10 OVER FLOW			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 11 DAY TANK			5.48	3.173	13.536	0.000	0.00
	TK 12 DAY TANK			5.47	3.173	13.536	0.000	0.00
	TK 13 BLACK WATER			0.42	1.000	17.265	0.000	1.02
	TK 14 FUEL TK POR			6.80	0.827	23.861	0.000	8.28
	TK 15 FUEL TK CEN			10.70	0.820	23.525	0.000	4.48
	TK 16 FUEL TK STB			6.80	0.827	23.861	0.000	8.28
	TK 17 GREY WATER			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 18 GREY WATER			0.70	0.095	31.025	0.000	2.20
	TK 19 GREY WATER			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 20 FRESH WATER			1.50	0.710	35.705	0.000	0.55
	TK 21 FRESH WATER			1.50	0.710	35.705	0.000	0.55
	ADDITIONS (DEPART			9.55	3.512	32.192	0.000	0.00
	PASSAGERS 12			-1.50	4.500	26.000	0.000	0.00
	PROVISIONS			-1.00	1.800	41.000	0.000	0.00
PORT EN LOURD				64.91	2.059	17.907	-0.011	242.00

RESUME DU CHARGEMENT

	POIDS (t)	KG (m)	LCG (m)	YG (m)	FSM (t.m)
PORT EN LOURD	64.91	2.059	17.907	-0.011	242.00
NAVIRE LEGE	718.37	4.926	23.197	0.000	0.00
POIDS TOTAL	783.28	4.688	22.759	-0.001	242.00

Beach club 2 séparé en deux volumes
 Beach club 2 in two volumes

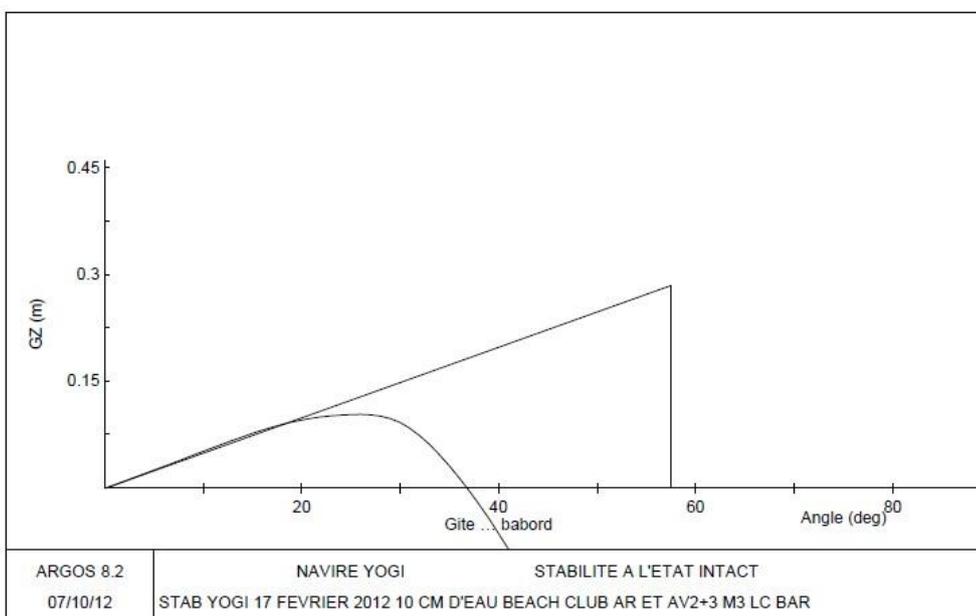
CAS DE CHARGEMENT : STAB YOGI 17 FEVRIER 2012 10 CM D'EAU BEACH CLUB
 AR ET AV2+3 M3 LC BAR

ELEMENTS DE CHARGEMENT

CAPA No	REF. ELEMENT	X1 (m)	X2 (m)	POIDS (t)	KG (m)	LCG (m)	YG (m)	FSM (t.m)
9	BEACH CLUB -4/3	-4.000	3.000	3.26	3.395	-0.687	-0.225	105.46
11	LOCAL BARRE	4.665	10.000	3.35	1.851	8.222	0.000	34.40
14	BEACH CLUB AV TD	3.000	8.000	1.99	3.405	5.507	2.420	24.44
15	BEACH CLUB AV BD	3.000	8.000	2.51	3.405	5.506	-1.920	48.82
	TK1			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK2			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 3 WATER MIST			3.04	2.575	3.016	0.000	1.54
	TK 4 WATER MIST			3.04	2.575	3.016	0.000	1.54
	TK 5 LUB OIL			1.29	2.302	4.505	0.000	0.45
	TK 6 DIRTY			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 7 FUEL			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 8 FUEL			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 9 BILGE			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 10 OVER FLOW			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 11 DAY TANK			5.48	3.173	13.536	0.000	0.00
	TK 12 DAY TANK			5.47	3.173	13.536	0.000	0.00
	TK 13 BLACK WATER			0.42	1.000	17.265	0.000	1.02
	TK 14 FUEL TK POR			6.80	0.827	23.861	0.000	8.28
	TK 15 FUEL TK CEN			10.70	0.820	23.525	0.000	4.48
	TK 16 FUEL TK STB			6.80	0.827	23.861	0.000	8.28
	TK 17 GREY WATER			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 18 GREY WATER			0.70	0.095	31.025	0.000	2.20
	TK 19 GREY WATER			0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
	TK 20 FRESH WATER			1.50	0.710	35.705	0.000	0.55
	TK 21 FRESH WATER			1.50	0.710	35.705	0.000	0.55
	ADDITIONS (DEPART			9.55	3.512	32.192	0.000	0.00
	PASSAGERS 12			-1.50	4.500	26.000	0.000	0.00
	PROVISIONS			-1.00	1.800	41.000	0.000	0.00
PORT EN LOURD				64.91	2.059	17.907	-0.011	242.00

RESUME DU CHARGEMENT

	POIDS (t)	KG (m)	LCG (m)	YG (m)	FSM (t.m)
PORT EN LOURD	64.91	2.059	17.907	-0.011	242.00
NAVIRE LEGE	718.37	4.926	23.197	0.000	0.00
POIDS TOTAL	783.28	4.688	22.759	-0.001	242.00



Dossier Météo France
Météo France file



RAPPORT D'ETUDE DE SITUATION MÉTÉO-NAUTIQUE

Pour : BEA – Mer

Nafrage en mer Egée du « YOGI »

**Etude météo-nautique sur la zone marine
Détroit des Dardanelles – Île de Skyros**

Zones météorologiques concernées :
domaine « Large » : « North-East Aegean » et « Central Aegean »

**Etude de l'évolution des conditions météo-nautiques
du 16 février 2012 à 18h UTC au 17 février 2012 à 06h UTC**

Breve chronologie de l'épisode : le 16 février à 17h30 UTC le « Yogi » sort du détroit des Dardanelles, à destination de Cannes, Cap au 213°. A 23h00 UTC, moteur tribord stoppé, bâbord en AV lente. Le 17 à 01h00 UTC, arrêt du moteur BD, puis à 01h10 UTC, message PAN PAN (position 38°42,5 N - 025°05,7 E).



Rendu le 03 juillet 2012

METEO FRANCE

Direction de la Production, Division Prévision « Marine et Océanographie »
42, Avenue Gaspard Coriolis, 31057 Toulouse Cedex 1, France. tél. : 05 61 07 80 80. Fax : 05 61 07 80 09.
Météo-France, Établissement Public Administratif. SIRET 180 060 030 00442. Code APE 751 E.



Dossier n°20120216-17_BEA –Mer « YOGI »

CERTIFICAT D'INTEMPERIE EN MER – Page 1 sur 3

PERIODE : du 16 février 2012 à 18h UTC au 17 février 2012 à 06h UTC

ANALYSE : Etude météo-nautique sur la zone marine s'étendant du détroit des Dardanelles à la position 38°42,5 N - 025°05,7 E (E st Sud-est de l'île de Skyros)

Attention ! En raison de la variabilité des éléments météorologiques dans l'espace et dans le temps et des limites des techniques d'observation et d'analyse, *l'analyse fournie n'est que la plus probable.*

SITUATION GENERALE :

Durant la période d'étude, une dépression (1000 hPa) se déplace des Balkans vers la Mer Noire, puis vers Chypre à la fin. Le front perturbé associé, s'étire le 16 février à 12h UTC du sud de l'Adriatique au Péloponnèse, puis s'enroule sur la mer Noire par le détroit des Dardanelles. A 18h UTC, on le retrouve axé de la Sicile au sud des Cyclades puis il remonte vers le nord, par la Turquie centrale et jusqu'à la presqu'île de Sébastopol. Le 17 février à 00h UTC, la perturbation se scinde en deux, la partie la plus active se dirigeant vers Chypre, l'autre partie se cantonnant sur le nord de la Mer Noire. A l'arrière de la perturbation on note une petite poussée anticyclonique à 1015 hPa sur les Balkans.

VENT : (*Observations maritimes de vent et modèles numériques*)

1/ Au vu des modèles numériques et du relevé tri-horaire de la station aéroportuaire de Skyros, le vent moyen sur 10 minutes (à proximité de la position de « PAN PAN ») s'établit, le 16 à partir de 12h UTC, au Nord-ouest modéré (20 nœuds soit force 5 Beaufort), mais avec de fortes rafales de 35 à 40 nœuds. Il vire au secteur Nord et mollit à 15 nœuds (soit force 4 Beaufort) le 17 février à 00h UTC. Les rafales restent fortes de l'ordre de 35 nœuds. On note au nord de la position du naufrage une zone de vent assez fort de Nord Nord-est de force 6 Beaufort (soit 22 à 25 nœuds). Les rafales associées avoisinent les 35 nœuds. Cette accélération se généralise à la mer Egée centrale puis plus au sud vers les Cyclades.

2/ Au long de la route du « Yogi », de la sortie du détroit des Dardanelles, vers le lieu du « PAN PAN », le vent d'Est Nord-est 10 à 15 nœuds revient secteur Nord et s'oriente Nord Nord-est en fraîchissant pour atteindre 25 nœuds (rafales 30 à 35 nœuds) vers 23h UTC à la position estimée du premier moteur stoppé. Le vent mollit ensuite, de secteur Nord pour atteindre 15 à 20 nœuds, mais rafales atteignant encore 30 à 35 nœuds, autour de 01h UTC dans la zone du second moteur stoppé et au lieu du « PAN PAN ».

MER : (*Observations maritimes de mer et modèles numériques*)

La hauteur significative des vagues [en H1/3] sur la route du « Yogi », de la sortie du détroit des Dardanelles, vers le lieu du « PAN PAN », est au début comprise entre 0,70 à 1 m (soit peu agitée). Elle s'amplifie et devient « agitée » par l'ouest et le sud-ouest du bassin pour atteindre entre 1,3 et 1,5 m à partir de 18h UTC autour de Skyros, mais autour de 22h30 UTC sur la route du « Yogi » et donc au moment du premier moteur stoppé. Puis la mer s'amplifie encore, avec des creux qui atteignent des valeurs autour de 2 m à partir de 21h UTC autour de Skyros, mais 1,6 à 1,8 m aux heures et positions du second moteur stoppé et du « PAN PAN ».

La mer totale, essentiellement composée par la mer du vent, reste agitée.

Compte tenu des périodes analysées et observées ($T=4,5s$ s'amplifiant progressivement à $6,5s$), on peut estimer les longueurs d'onde (λ) selon la relation $\lambda=1.5T^2$ ce qui nous donnent des longueurs d'onde de l'ordre de 30 mètres au début, atteignant progressivement 65 mètres en fin de journée du 16 et dans la nuit du 16 au 17.

Voir suite à : « Certificat d'Intempérie en Mer – Page 2/3 »

CERTIFICAT D'INTEMPERIE EN MER – Page 2 sur 3

PERIODE : du 16 février 2012 à 18h UTC au 17 février 2012 à 06h UTC

ANALYSE : Etude météo-nautique sur la zone marine s'étendant du détroit des Dardanelles à la position 38°42,5 N - 025°05,7 E (E st Sud-est de l'île de Skyros)

Attention ! En raison de la variabilité des éléments météorologiques dans l'espace et dans le temps et des limites des techniques d'observation et d'analyse, l'analyse fournie n'est que la plus probable.

Suite de : « Certificat d'Intempérie en Mer – Page 1/3 »

La hauteur maximale théorique la plus probable sur un échantillon de 100 vagues (soit environ 1 vague toutes les 10 minutes) est estimée à $1,5 \times H_{1/3}$. Pour l'épisode étudié, on peut estimer ces valeurs maximales à une hauteur (H_{max}) :

- de $1,5 \times 1 \approx 1,5$ m, avant 18h UTC,
- de $1,5 \times 1,50 \approx 2,3$ m, à partir de 18h (zone Skyros) et 22h/22h30 sur la route du « Yogi »,
- de $1,5 \times 2 \approx 3,0$ m à partir de 21h autour de Skyros et $1,5 \times 1,8 \approx 2,7$ m le 17 autour de 00h/01h UTC près des positions du second moteur stoppé et du « PAN PAN ».

La hauteur maximale théorique la plus probable sur un échantillon de 1000 vagues (soit environ 1 vague toutes les 1h30) est estimée à $1,86 \times H_{1/3}$. Pour l'épisode étudié, on peut estimer ces valeurs maximales à une hauteur :

- de $1,86 \times 1 \approx 1,9$ m, avant 18h UTC,
- de $1,86 \times 1,50 \approx 2,8$ m, à partir de 18h (zone Skyros) et vers 22h30 sur la route du « Yogi »,
- de $1,86 \times 2 \approx 3,7$ m, à partir de 21h (zone Skyros) et $1,86 \times 1,8 \approx 3,4$ m le 17 autour de 00h/01h UTC près des positions du second moteur stoppé et du « PAN PAN ».

Visibilité et temps significatif :

En sortie des Dardanelles le 16 février à 18h UTC, le temps est très nuageux à couvert avec des pluies faibles à modérées, localement orageuses. Pour 21h UTC, à l'arrière de la perturbation, le ciel devient variable avec des averses. Celles-ci sont localement associées à des orages, voir de grains. (cf. impacts relevés en mer Egée, pages 9 & 10). Le ciel devient plus clément le 17 février à partir de 03h UTC.

La visibilité est généralement voisine des 10 kilomètres, mais localement sous précipitations orageuses elle peut devenir médiocre (soit entre 2 et 5 milles nautiques)

COMPLEMENT D'INFORMATION & AVIS DE L'EXPERT METEOROLOGIQUE:

Le modèle de vent choisi pour cette expertise est « ARPEGE 0.1 », modèle « à mailles fines » de METEO-FRANCE. Les données du modèle, pour le vent moyen, sont proches des valeurs observées aux différentes stations d'observation et en particulier celle de l'aéroport de Skyros ; les rafales sont par contre sous estimées dans le modèle.

Pour l'état de la mer, c'est « MFWAM 0.1 », modèle de prévision des vagues de METEO-FRANCE avec forçage ARPEGE 0.1 qui a été retenu. Les données modèles sont elles aussi proches des valeurs enregistrées aux bouées Skyros et Lesvos [Source des données : Programme POSEISON www.poseidon.hcmr.gr / Institute of Oceanography - Hellenic Centre for Marine Research (HCMR)]

Un premier bulletin spécial de vent fort, « warning » (grand frais soit 7 Beaufort, à localement coup de vent soit 8 Beaufort) est émis dès le 16 à 07h30 UTC pour la zone « CENTRAL AEGEAN » (début de validité du vent fort le 16 à 16h repoussé ensuite au 16 à 22 heures), puis le 16 à 19h30 pour la zone « NORTHEAST AEGEAN » (début de validité du vent fort le 17 à 04heures).

Ces « warning » n'affectent donc le « Yogi » que sur la fin de son parcours. De plus il est à remarquer qu'habituellement et pour les bulletins du SMDSM (Système Mondial de Détresse et de Sécurité en Mer), les avis de grand frais, coup de vent, etc... ne s'appuient que sur des prévisions de forces Beaufort, donc du vent moyen, mais jamais sur des prévisions de rafales atteignant les seuils.

Voir suite à : « Certificat d'Intempérie en Mer – Page 3/3 »

CERTIFICAT D'INTEMPERIE EN MER – Page 3 sur 3

PERIODE : du 16 février 2012 à 18h UTC au 17 février 2012 à 06h UTC

ANALYSE : Etude météo-nautique sur la zone marine s'étendant du détroit des Dardanelles à la position 38°42,5 N - 025°05,7 E (E st Sud-est de l'île de Skyros)

Attention ! En raison de la variabilité des éléments météorologiques dans l'espace et dans le temps et des limites des techniques d'observation et d'analyse, l'analyse fournie n'est que la plus probable.

Suite de : « Certificat d'Intempérie en Mer – Page 2/3 »

Or lors de l'analyse de la situation, nous n'avons trouvé aucune observation de vent moyen atteignant 28 nœuds (7B) et donc 34 (8B). Soit le service responsable de la sécurité météo-marine pour la mer Egée (Athènes/Grèce) a ses propres règles en matière de déclenchement de « warning », soit les scénarios de prévisions disponibles lors de la rédaction des bulletins surestimaient les valeurs de vent moyen.

En conséquence, mon avis d'expert météorologique, établi sur la base des éléments contenus dans ce rapport est le suivant :

L'étude des conditions météo-nautiques sur la route du « Yogi », vers le lieu du « PAN PAN », montre en sortie du détroit des Dardanelles un vent moyen d'Est Nord-est 10 à 15 nœuds, revenant secteur Nord ; le vent s'oriente ensuite Nord Nord-est et fraîchit pour atteindre 25 nœuds (rafales 30 à 35 nœuds) vers 23h UTC à la position estimée du premier moteur stoppé. Le vent mollit ensuite, de secteur Nord pour atteindre 15 à 20 nœuds, mais les rafales atteignent encore 30 à 35 nœuds, autour de 01h UTC dans la zone du second moteur stoppé et au lieu du « PAN PAN ».

La mer totale, essentiellement composée par la mer du vent, est peu agitée en sortie du détroit des Dardanelles avec des hauteurs significatives (H1/3) de 0,5 à 1 mètre, une période d'environ 4,5s et une longueur d'onde de 30 mètres. Elle s'amplifie et devient « agitée », par l'ouest et le sud-ouest du bassin, pour atteindre des valeurs de H1/3 comprises entre 1,3 et 1,5 mètres, autour de 22h30 UTC sur la route du « Yogi » et donc au moment du premier moteur stoppé. Les hauteurs maximales théoriques des vagues (Hmax) sont alors de l'ordre de 2,3 à 2,9 mètres.

Puis la mer s'amplifie encore, avec des hauteurs (H1/3) de creux qui atteignent des valeurs autour 1,6 à 1,8 m aux heures et positions du second moteur stoppé et du « PAN PAN ». Les hauteurs maximales théoriques des vagues (Hmax) sont alors de l'ordre de 2,7 à 3,4 mètres. La période est alors d'environ 6,5s et la longueur d'onde proche de 65 mètres.

Il est à remarquer que les relevés de la Bouée Skyros, située dans l'Ouest Nord-ouest de la zone de navigation du Yogi, indiquent des valeurs observées, moyennes autour de 2 mètres et maximales de 2,80 à 3 mètres, du 16 à 21h UTC au 17 à 06h UTC.

Le temps est très nuageux à couvert avec des précipitations sous forme de pluies ou d'averses, mais les phénomènes orageux (foudre) sont observés en dehors de la route traversée par le « Yogi ».

La visibilité est bonne, mais réduite de 2 à 5 milles nautiques sous précipitations.

Le chargé d'expertise de Météo France



FIN

N.B. : La vente, rediffusion ou redistribution des informations reçues en l'état ou sous forme de produits dérivés, est strictement interdite sans l'accord de METEO-France

Direction de la Prévision, Division « Marine et Océanographie »

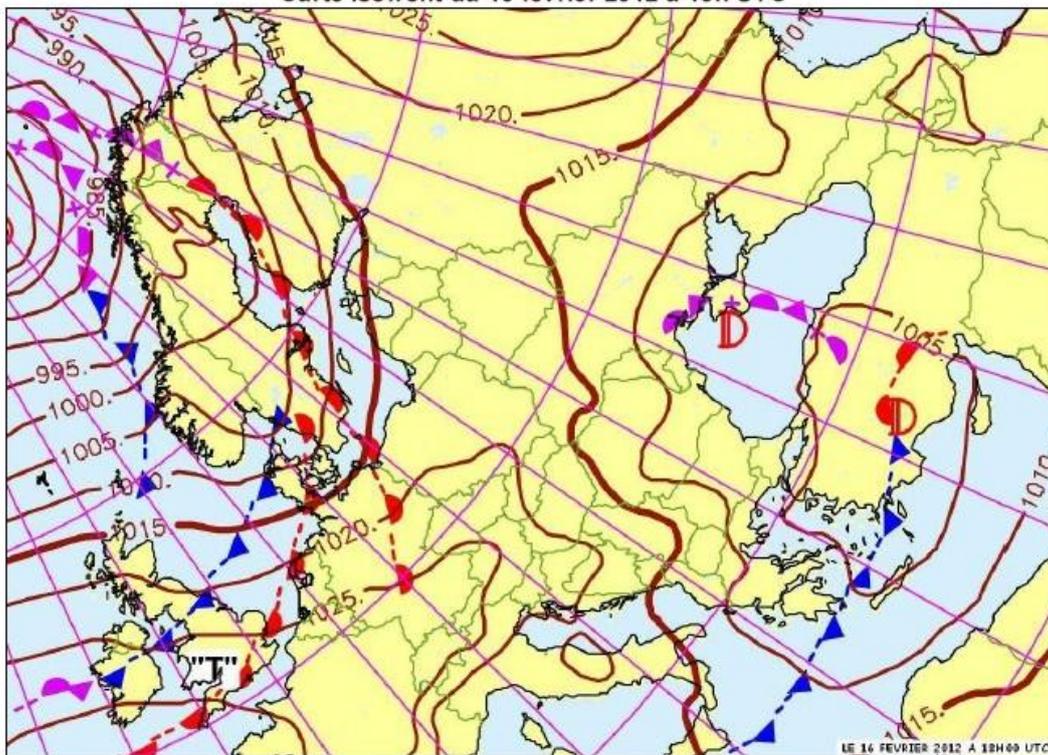
42, Avenue G. Coriolis, 31057 Toulouse Cedex

Téléphone : +33 (0)5 61 07 82 40, Télécopie : +33 (0)5 61 07 82 09, <http://www.meteo.fr/marine>

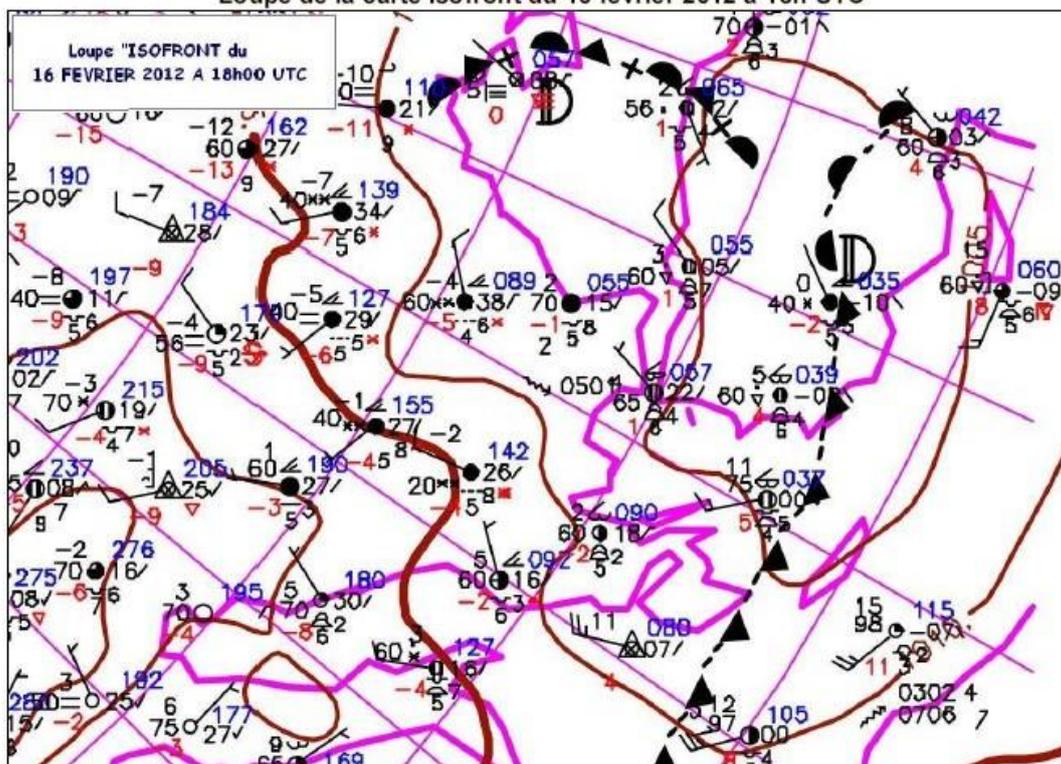
Dossier n°20120216-17_BEA-Mer « YOGI »

5

Carte Isofront du 16 février 2012 à 18h UTC

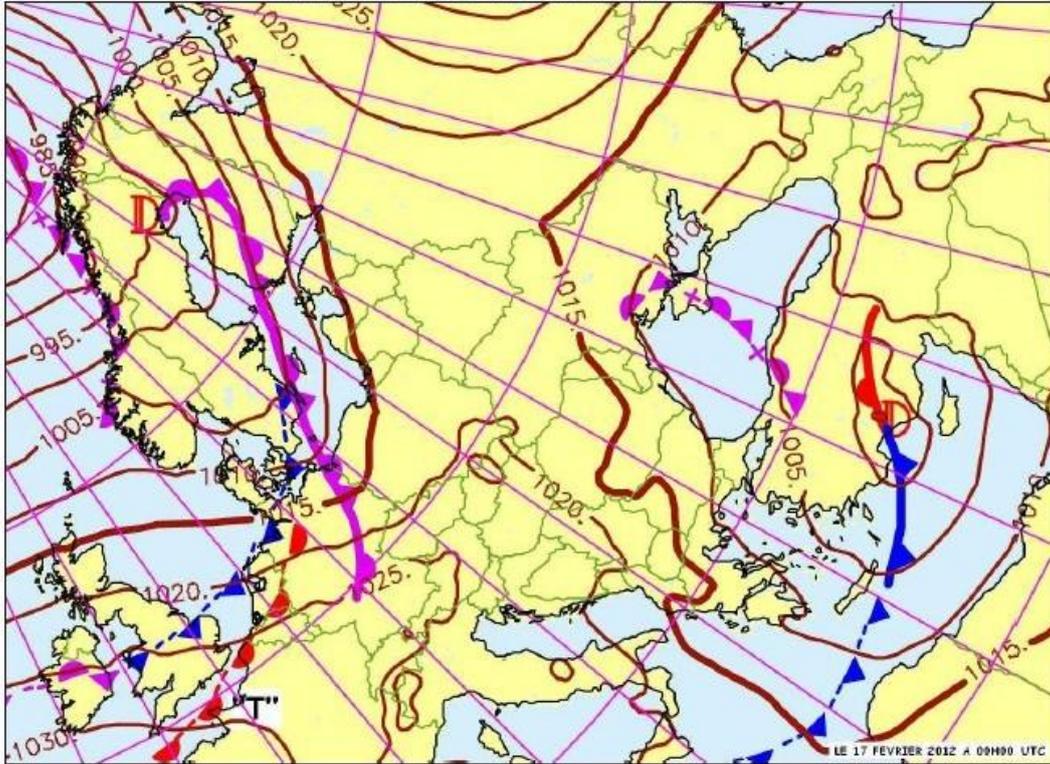


Loupe de la carte Isofront du 16 février 2012 à 18h UTC

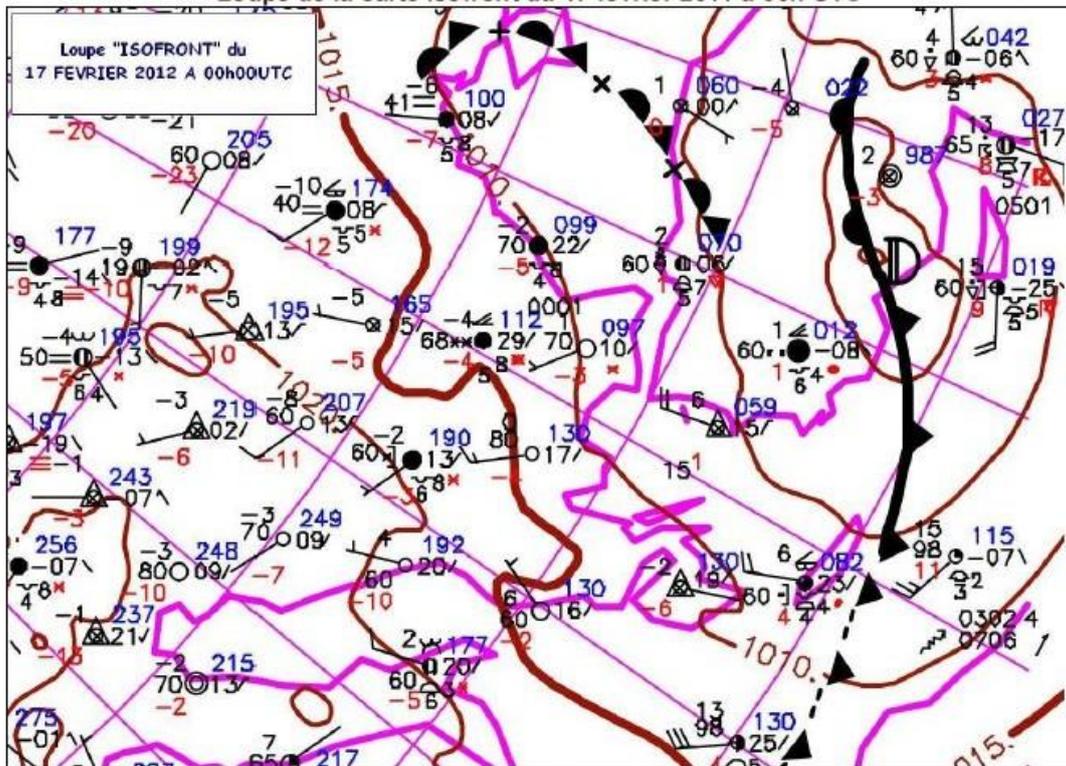


Voir Annexes page 33 : « notice explicative pointage »

Carte Isofront du 17 février 2012 à 00h UTC

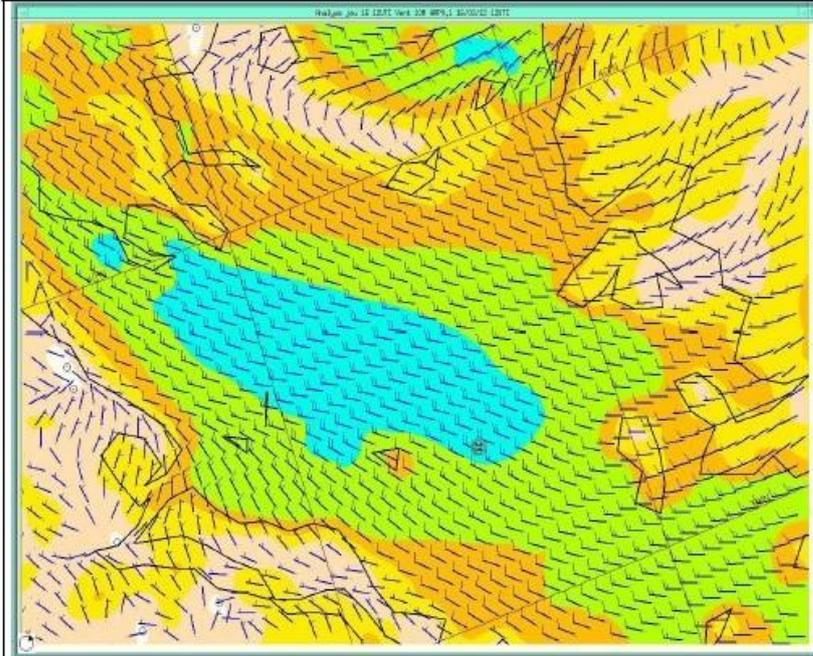


Loupe de la carte Isofront du 17 février 2011 à 00h UTC



Voir Annexes page 33 : « notice explicative pointage »

Documents annexes – VENTS MOYENS



Analyse des vents moyens à 10 mètres (Modèle ARP 0.1*)

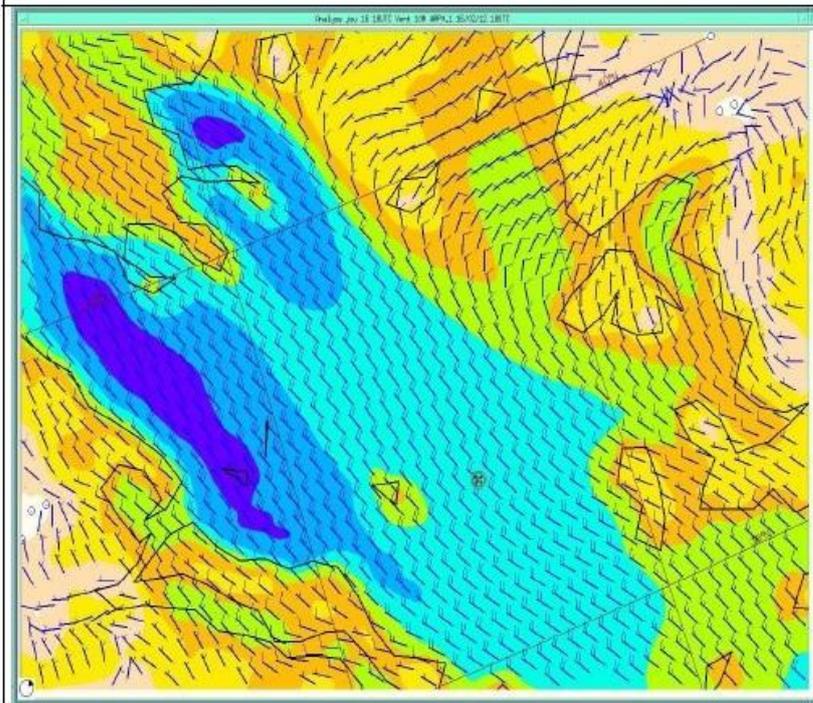
le 16/02/2012 à 12h UTC

La **hampe** indique la direction d'où vient le vent. Les **barbules** indiquent la vitesse en noeuds selon le code suivant :

- vent calme
- 5 noeuds
- 10 noeuds
- 50 noeuds

EXEMPLE :

- vent de **WNW** pour 25 noeuds



Analyse des vents moyens à 10 mètres (Modèle ARP 0.1*)

le 16/02/2012 à 18h UTC

La **hampe** indique la direction d'où vient le vent. Les **barbules** indiquent la vitesse en noeuds selon le code suivant :

- vent calme
- 5 noeuds
- 10 noeuds
- 50 noeuds

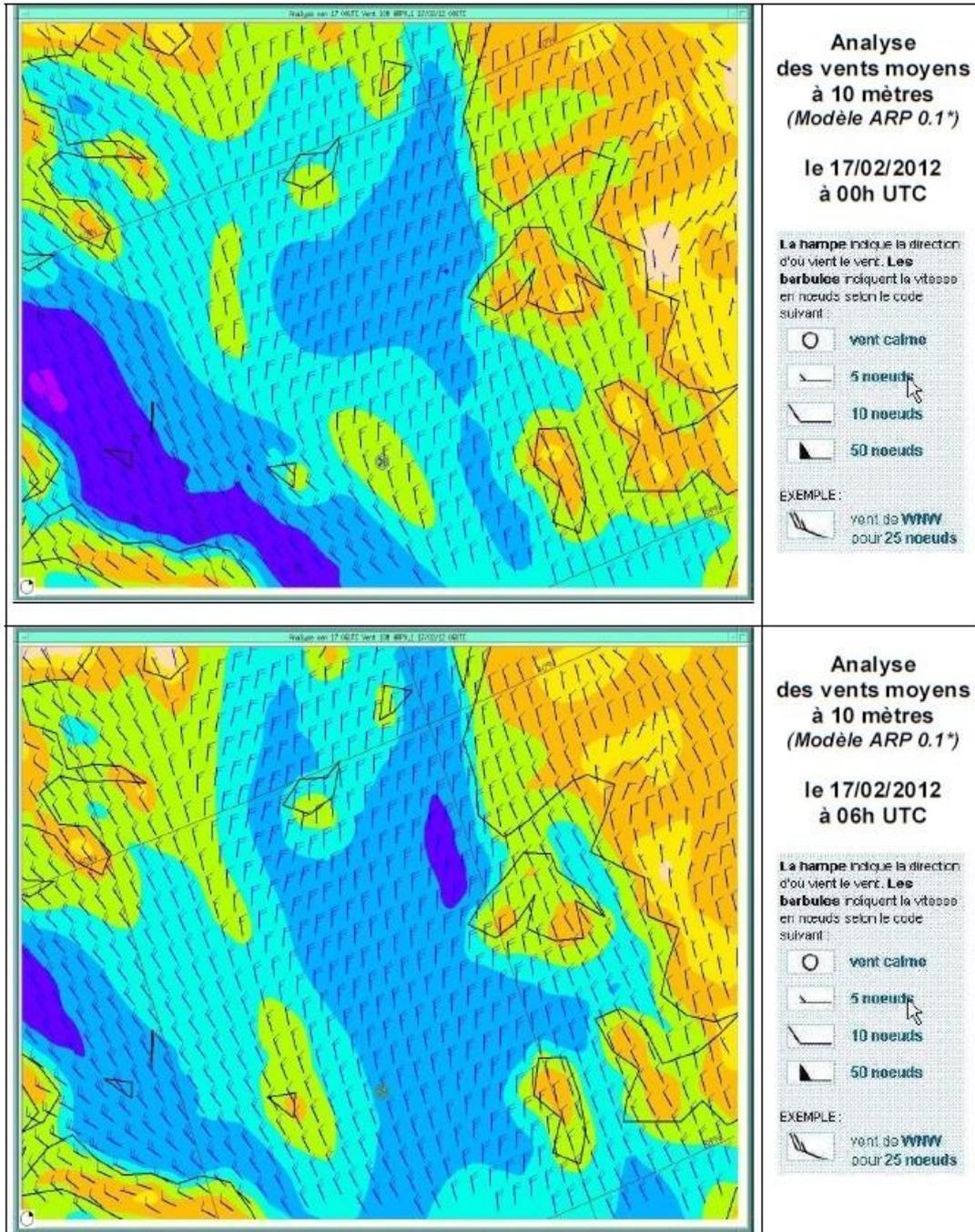
EXEMPLE :

- vent de **WNW** pour 25 noeuds

ARP 0.1* : modèle « à mailles fines » de METEO-FRANCE

Légende

<p>Etendue spatiale des vents moyens dans la zone d'étude</p>	<p>Plages de couleur « crème, jaune », vents moyens inférieurs à force 3B. Plages de couleur « orange, verte », vents moyens force 3 à 4B. Plages de couleur « bleu ciel », vents moyens force 5B. Plages de couleur « bleu foncé », vents moyens force 6B. Plage de couleur « violette », vents moyens force 7B.</p>
---	---

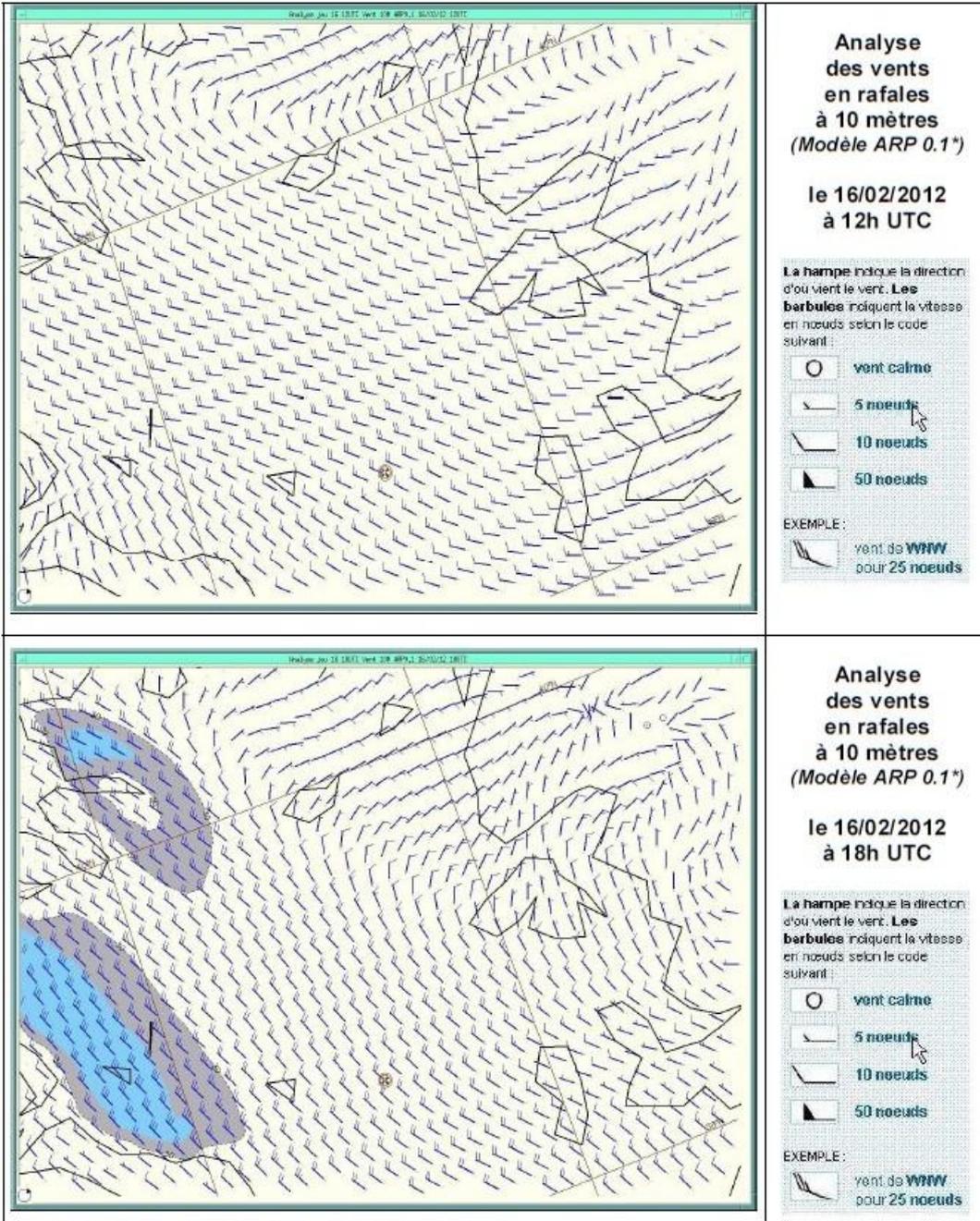


ARP 0.1* : modèle « à mailles fines » de METEO-FRANCE)

Légende

<p>Etendue spatiale des vents moyens dans la zone d'étude</p>	<p>Plages de couleur « crème, jaune », vents moyens inférieurs à force 3B.</p> <p>Plages de couleur « orange, verte », vents moyens force 3 à 4B.</p> <p>Plages de couleur « bleu ciel », vents moyens force 5B.</p> <p>Plages de couleur « bleu foncé », vents moyens force 6B.</p> <p>Plage de couleur « violette », vents moyens force 7B.</p>
---	---

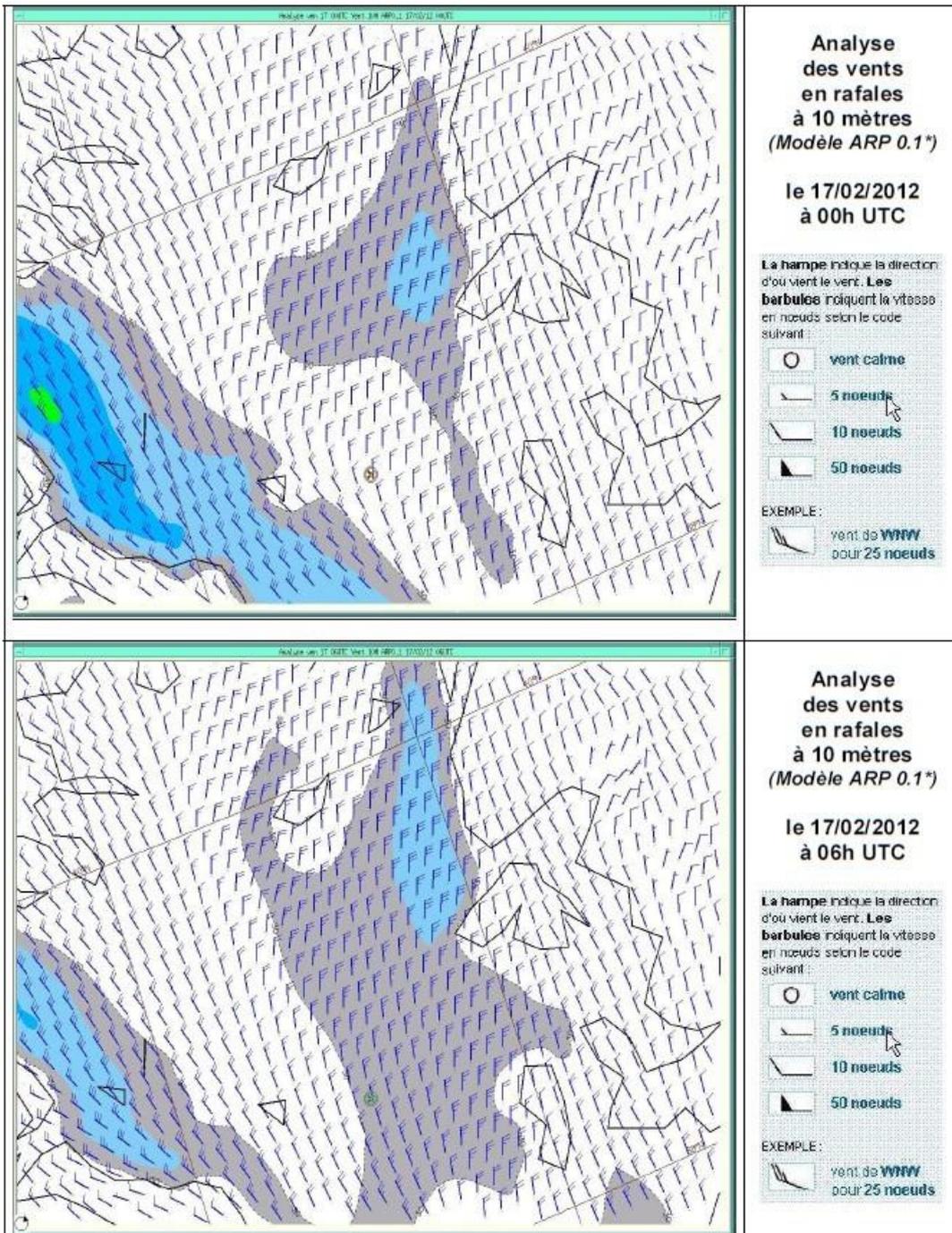
Documents annexes – VENTS EN RAFALES



ARP 0.1* : modèle « à mailles fines » de METEO-FRANCE

Légende

<p>Etendue spatiale des vents en rafales dans la zone d'étude</p>	<p>Plages de couleur « blanche », rafales inférieures à 30 noeuds. Plages de couleur « grise », rafales comprises entre 30 à 35 noeuds. Plages de couleur « bleu ciel », rafales comprises entre 35 à 40 noeuds.</p>
---	--



ARP 0.1* : modèle « à mailles fines » de METEO-FRANCE

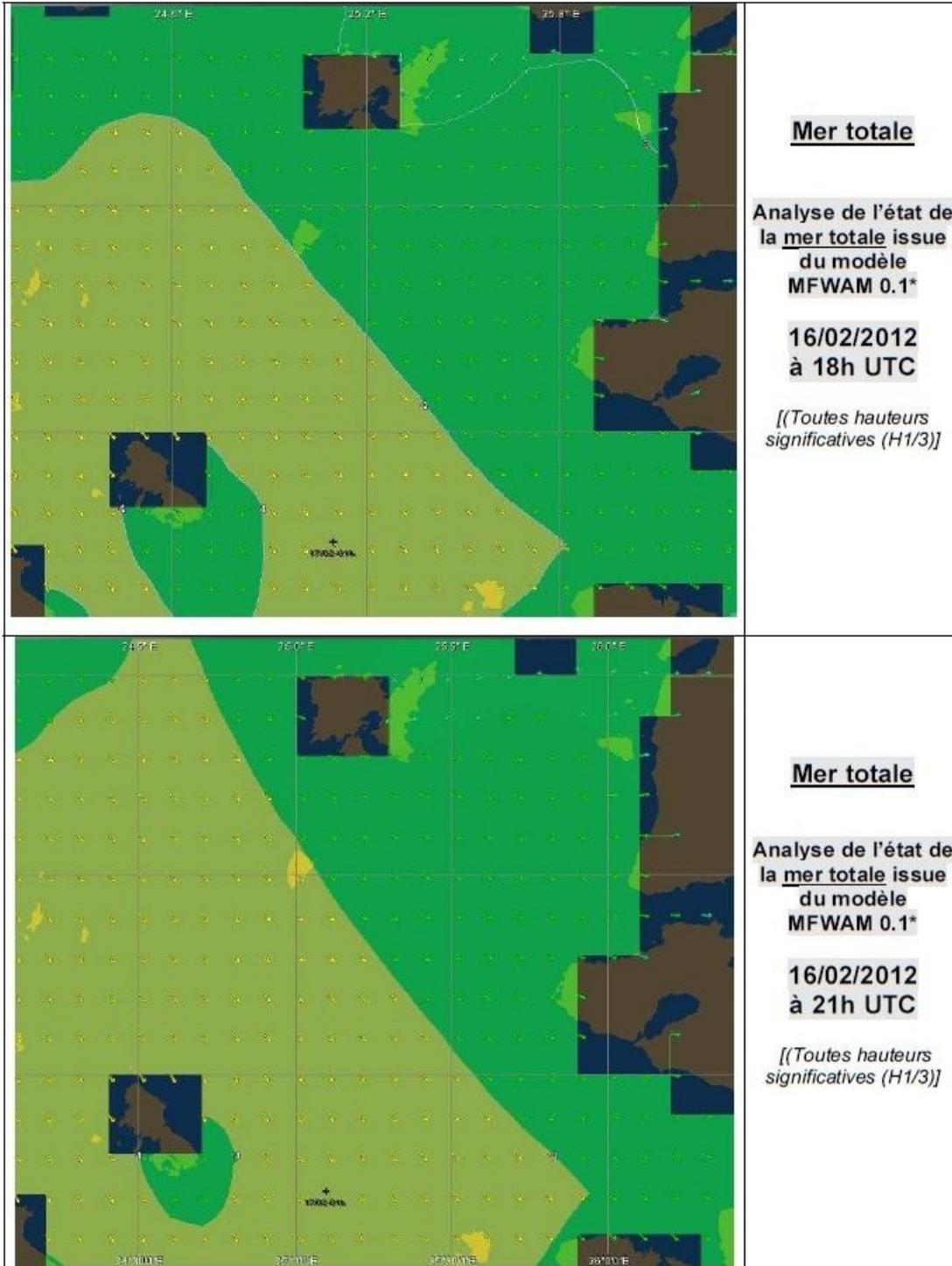
Légende

<p>Etendue spatiale des vents en rafales dans la zone d'étude</p>	<p>Plages de couleur « blanche », rafales inférieurs à 30 nœuds. Plage de couleur « grise », rafales comprises entre 30 et 35 nœuds. Plage de couleur « bleu ciel », rafales comprises entre 35 et 40 nœuds.</p>
---	--

Relevé des vents tri-horaires instantanés et moyens sur 10 minutes enregistrés
à la station de l'aéroport de Skyros
du 16 février 2012 à 18h UTC au 17 février 2012 à 06h UTC

DATE	Heures UTC	Direction vent moyen horaire	Vitesse du vent moyen horaire en m/s	Vitesse du vent moyen horaire en nœuds	Vitesse du vent instantané horaire en m/s	Vitesse du vent instantané horaire en nœuds
16/02/2012	18	320°	10,8	21	20,1	37
	21	330°	10,3	20	17	31
	00	010°	6,2	11	18	33
17/02/2012	03	330°	10,3	20	22,1	41
	06	340°	8,7	16	14,9	27

Documents annexes – MER



Mer totale

Analyse de l'état de la mer totale issue du modèle MFWAM 0.1*

16/02/2012 à 18h UTC

[(Toutes hauteurs significatives (H1/3))]

Mer totale

Analyse de l'état de la mer totale issue du modèle MFWAM 0.1*

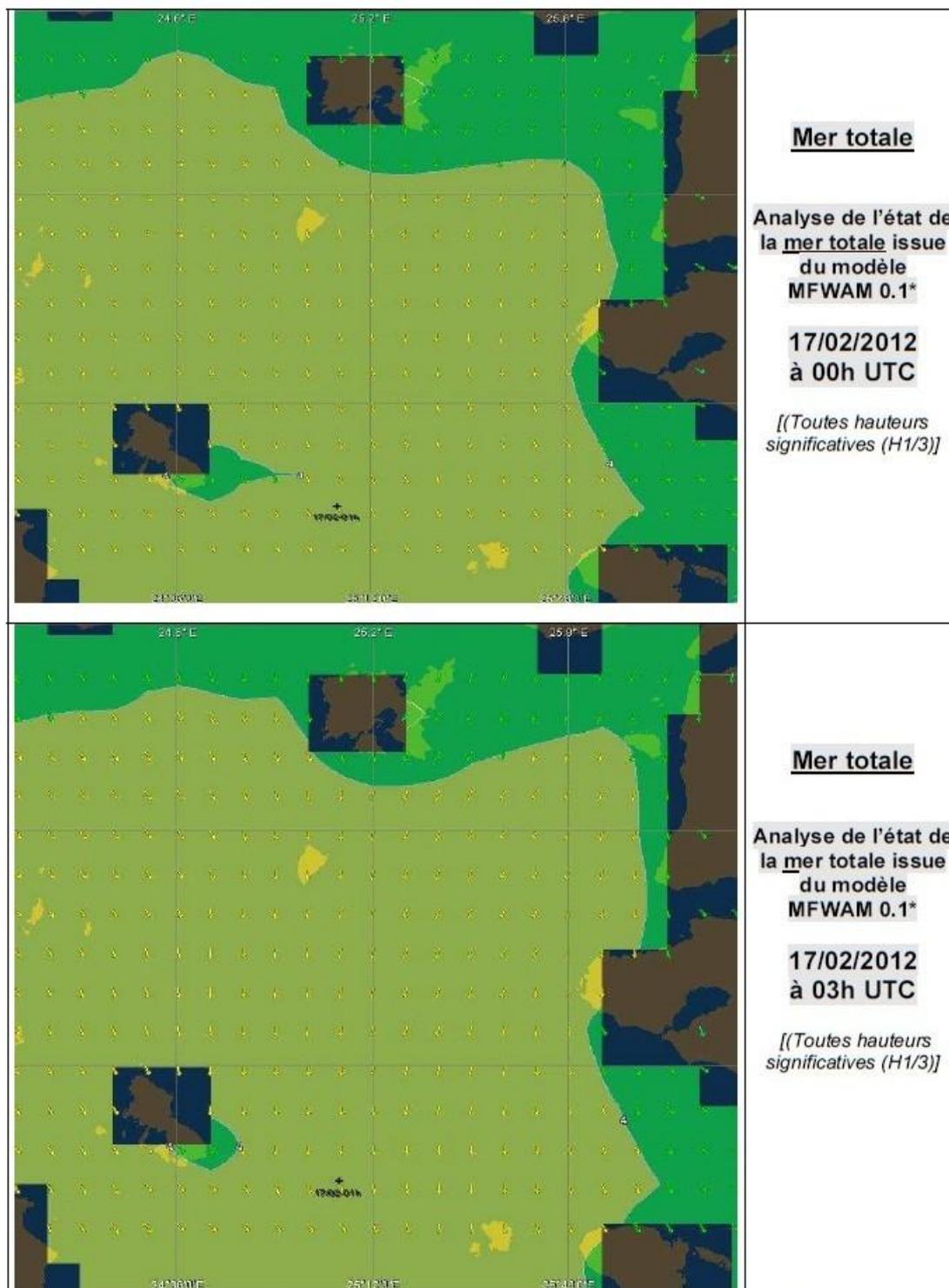
16/02/2012 à 21h UTC

[(Toutes hauteurs significatives (H1/3))]

MFWAM 0.1* : modèle de prévision des vagues de METEO-France avec forçage ARP0.1

Légende

MER TOTALE	Plages de couleur « verte » : H1/3 = 0,50 à 1,25 m → Mer « peu agitée »
	Plages de couleur « jaune » : H1/3 = 1,25 à 2,50 m → Mer « agitée »

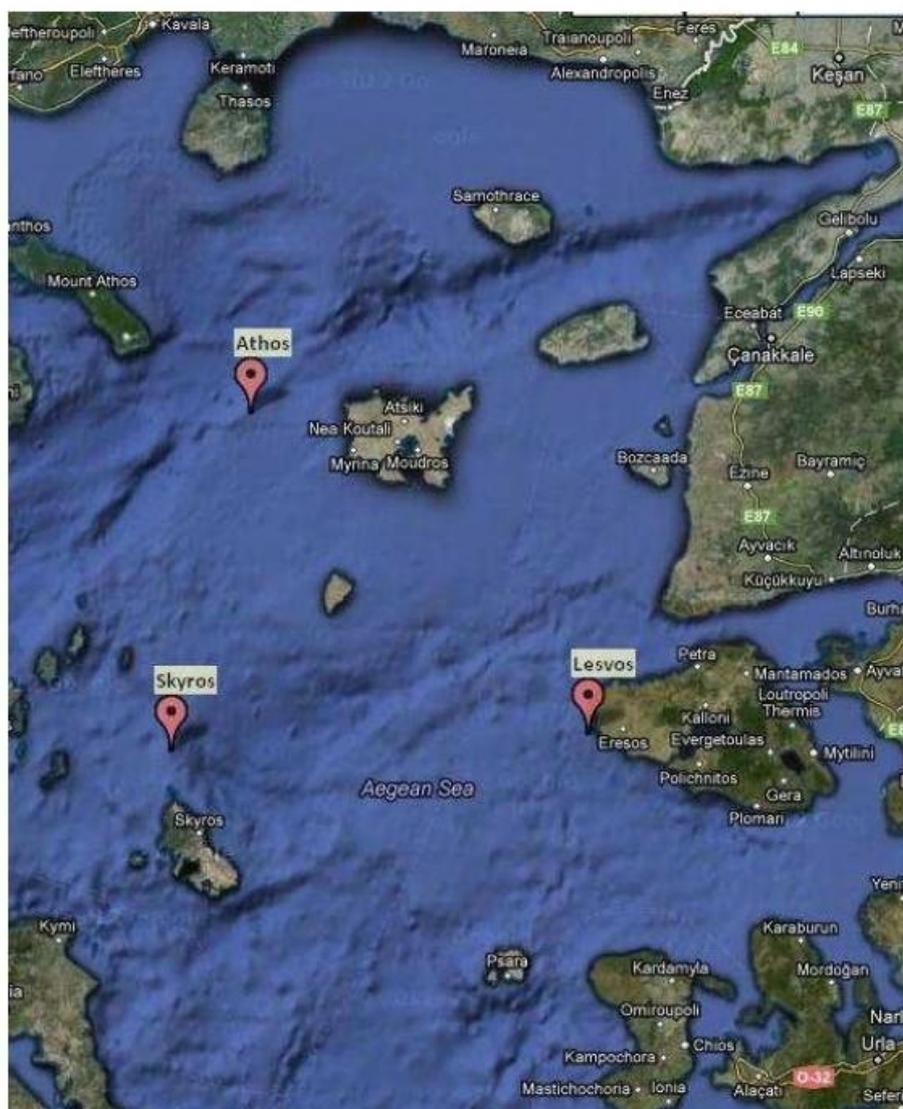


MFWAM 0.1* : modèle de prévision des vagues de METEO-France avec forçage ARP0.1

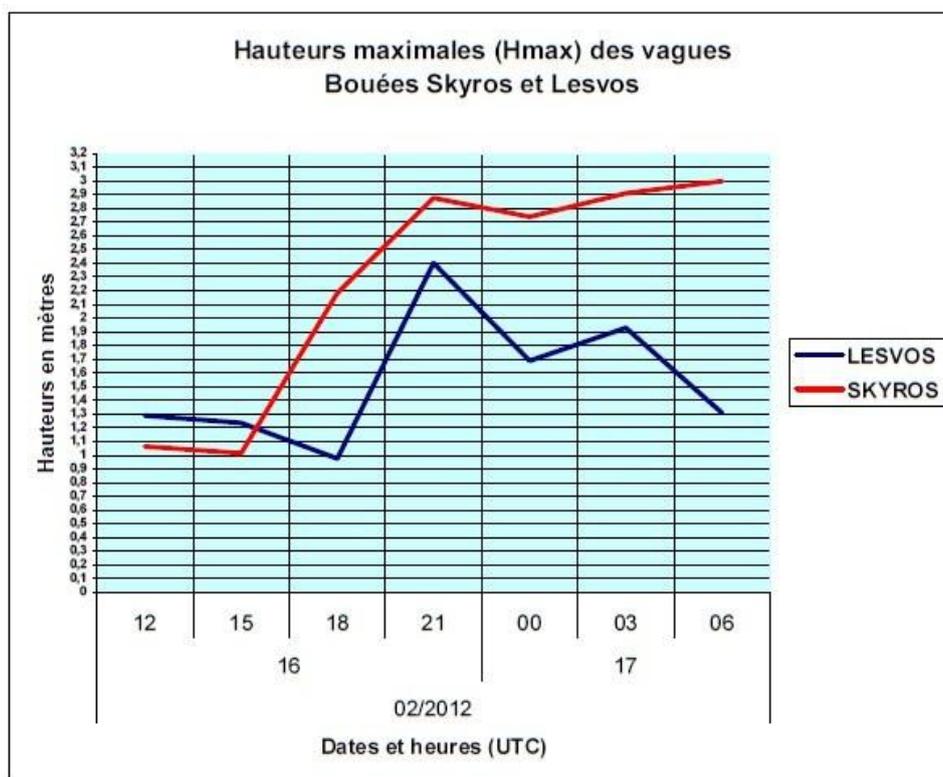
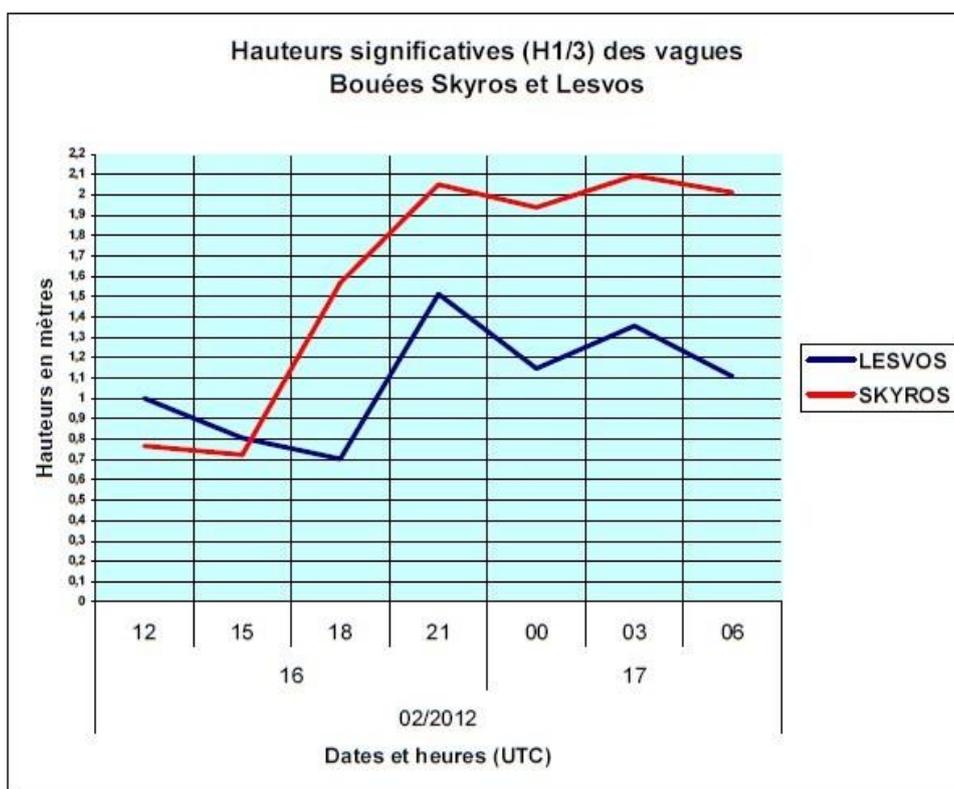
Légende

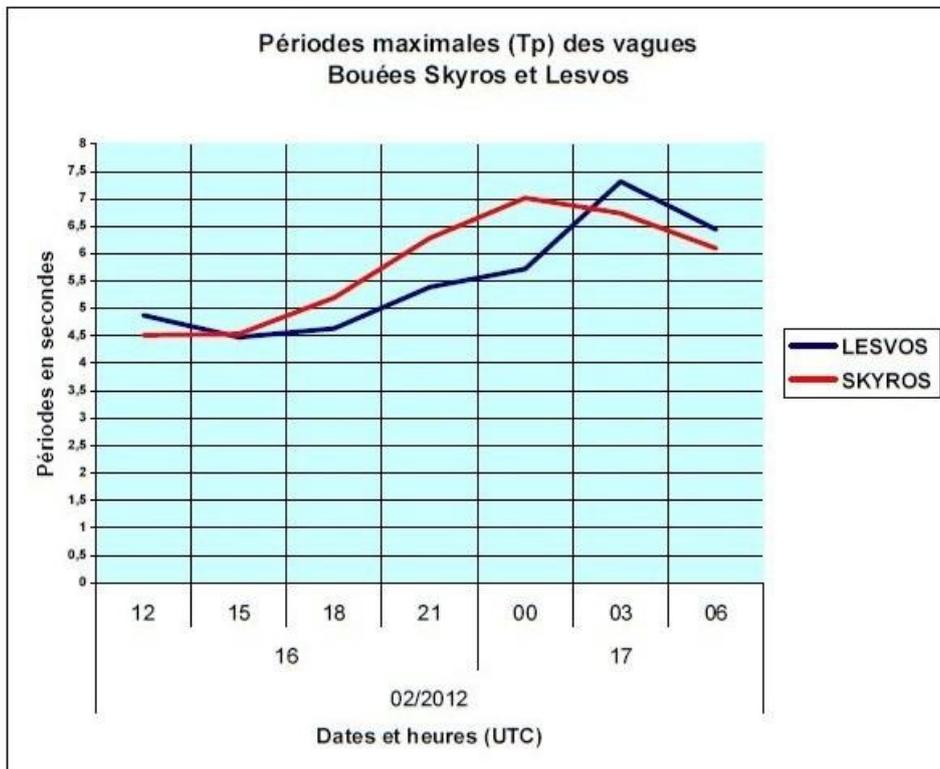
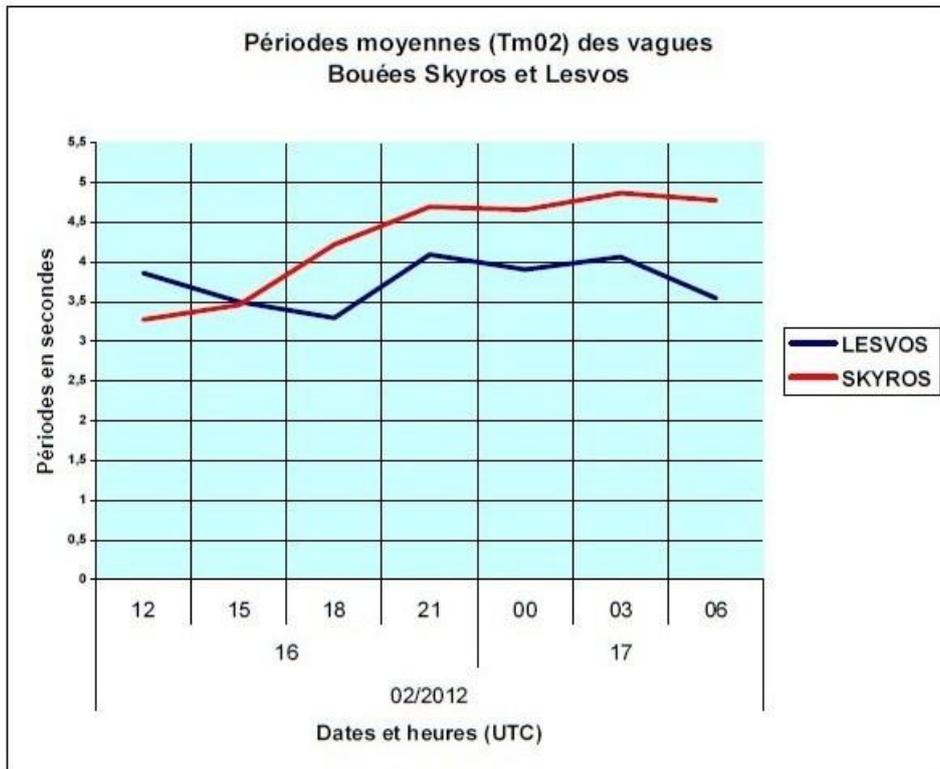
MER TOTALE	Plages de couleur « verte » : H1/3 = 0,50 à 1,25 m → Mer « peu agitée » Plages de couleur « jaune » : H1/3 = 1,25 à 2,50 m → Mer « agitée »
-------------------	--

Documents annexes – OBSERVATIONS BOUEES



Source des données de bouées (figurant dans les 2 pages suivantes) :
Programme POSEISON www.poseidon.hcmr.gr
Institute of Oceanography - Hellenic Centre for Marine Research (HCMR)





**Documents annexes - BULLETINS METEOROLOGIQUES SPECIAUX
« large » du 16 février 2012**

**Extrait du Bulletin Météorologique Spécial « large » émis le 16 février 2012
à 07h30 UTC par le centre responsable marine d'Athènes**

WWME22 LGAT 160730
NATIONAL METEOROLOGICAL SERVICE
ATHENS MARINE METEOROLOGICAL CENTRE

GALE WARNING 16-02-2012/ 0730 UTC
VALID FROM 160800 UTC UP TO 161600 UTC

LOW PRESSURES 998 OVER NORTH BALKANS AND 1004 OVER TAURUS ARE
COMBINED WITH HIGH PRESSURES
1020 OVER COASTS OF LIBYA AFFECTING:

...

FROM 1600 UTC NORTHWEST AEGEAN THERMAIKOS AND CENTRAL AEGEAN WITH
NORTHWEST NEAR GALE 7 LOCALLY GALE 8 =

**Extrait du Bulletin Météorologique Spécial « Large » émis le 16 février 2012
à 13h30 UTC par le centre responsable marine d'Athènes**

WWME22 LGAT 161330
NATIONAL METEOROLOGICAL SERVICE
ATHENS MARINE METEOROLOGICAL CENTRE

GALE WARNING 16-02-2012/ 1330 UTC
VALID FROM 161600 UTC UP TO 170400 UTC

LOW PRESSURES 1000 OVER NORTH BALKANS ARE COMBINED WITH HIGH
PRESSURES 1022 OVER COASTS OF LIBYA AFFECTING:

...

FROM 161800 UTC DELTA WITH WEST SOUTHWEST NEAR GALE 7 LOCALLY GALE 8
NORTHWEST AEGEAN THERMAIKOS AND CENTRAL AEGEAN WITH NORTHWEST NEAR
GALE 7 LOCALLY GALE 8

...

**Extrait du Bulletin Météorologique Spécial « large » émis le 16 février 2012
à 19h30 UTC par le centre responsable marine d'Athènes**

WWME22 LGAT 161930
NATIONAL METEOROLOGICAL SERVICE
ATHENS MARINE METEOROLOGICAL CENTRE

GALE WARNING 16-02-2012/ 1930 UTC
VALID FROM 162200 UTC UP TO 171000 UTC

LOW PRESSURES 1004 OVER EAST AEGEAN AND WEST TURKEY ARE COMBINED
WITH HIGH PRESSURES 1018 OVER COASTS OF LIBYA AFFECTING:

...

CENTRAL AEGEAN KAFIREAS STRAIT SOUTH EVVOIKOS AND SOUTHEAST AEGEAN
IKARIO WITH NORTH NORTHWEST NEAR GALE 7 LOCALLY GALE 8

...

FROM 170400 UTC NORTHEAST AEGEAN WITH NORTH NORTHEAST NEAR GALE 7
LOCALLY GALE 8 =

Vent et Mer / Wind and Sea

ECHELLE BEAUFORT / BEAUFORT SCALE :

VENT (Force) : Les vitesses se rapportent au vent moyen sur 10 minutes exprimée en Beaufort (1 nœud = 1.852 km/h = environ 0.5 m/s) et non aux rafales.

WIND : mean wind speed in knots, average wind speed over a 10 minutes period, at 10 meters, (1 knot = 1 mille by hour = 1,852 km/h) but not in gusts.

Echelle Beaufort

Degrés	Termes descriptifs	Vitesse moyenne	État de la mer
0	calme	< 1 nœud	comme un miroir
1	très légère brise	1 à 3 nœuds	quelques rides
2	légère brise	4 à 6 nœuds	vaguelettes ne déferlant pas
3	petite brise	7 à 10 nœuds	les moutons apparaissent
4	jolie brise	11 à 16 nœuds	petites vagues, nombreux moutons
5	bonne brise	17 à 21 nœuds	vagues modérées, moutons, embruns
6	vent frais	22 à 27 nœuds	lames, crêtes d'écume blanche, embruns
7	grand frais	28 à 33 nœuds	lames déferlantes, traînées d'écume
8	coup de vent	34 à 40 nœuds	tourbillons d'écume à la crête des lames, traînées d'écume
9	fort coup de vent	41 à 47 nœuds	lames déferlantes grosses à énormes, visibilité réduite par les embruns
10	tempête	48 à 55 nœuds	
11	violente tempête	56 à 63 nœuds	
12	ouragan	≥ 64 nœuds	

Class Terms

0	calm
1	light air
2	light breeze
3	gentle breeze
4	moderate breeze
5	fresh breeze
6	strong breeze
7	near gale
8	gale
9	severe gale
10	stom
11	violent storm
12	hurricane

Mean speed

in knots	in km/h
< 1 kt	< 1 km/h
1 to 3 kt	1 to 5 km/h
4 to 6 kt	6 to 11 km/h
7 to 10 kt	12 to 19 km/h
11 to 16 kt	20 to 28 km/h
17 to 21 kt	29 to 38 km/h
22 to 27 kt	39 to 49 km/h
28 to 33 kt	50 to 61 km/h
34 to 40 kt	62 to 74 km/h
41 to 47 kt	75 to 88 km/h
48 to 55	89 to 102 km/h
56 to 63 kt	103 to 117 km/h
>=64 kt	>=118 km/h

Description des rafales

	Seuils
Rafales	≠ de 10 nœuds entre le vent moyen et les rafales.
Fortes rafales	≠ entre 15 et 25 nœuds entre le vent moyen et les rafales.
Violentes rafales	≠ supérieure à 25 nœuds entre le vent moyen et les rafales.

Dossier n°20120216-17_BEAMer « YOGI »

Etat de la mer

L'état de la mer comprend la mer du vent et la houle.

La mer du vent désigne le ou les systèmes de vagues qui se forment sur place sous l'action locale du vent.

La houle désigne les trains de vagues formés ailleurs et qui se sont propagés hors de l'aire génératrice.

La hauteur significative des vagues ($H_{1/3}$), est la hauteur moyenne du tiers des vagues les plus hautes (correspondant à la hauteur indiquée par les observateurs en mer). C'est la hauteur significative qui est décrite dans cette étude et dans les bulletins de prévision marine de Météo-France. Il convient de noter que, statistiquement, la hauteur maximale que l'on peut observer dans un train de vagues de mer du vent peut atteindre 1,6 à 2 fois cette hauteur significative.

La période (T) est l'intervalle de temps moyen entre 2 crêtes.

La longueur d'onde (L) est la distance moyenne (ici pour le tiers des vagues les plus hautes) entre 2 crêtes.

Mer du vent:

ETAT DE LA MER	hauteur ($H_{1/3}$) en mètre
CALME ou RIDÉE	de 0m à 0,1m
BELLE	de 0,1m à 0,5m
PEU AGITÉE	de 0,5m à 1,25m
AGITÉE	de 1,25m à 2,5m
FORTE	de 2,5m à 4m
TRES FORTE	de 4m à 6m
GROSSE	de 6m à 9m
TRES GROSSE	de 9m à 14m
ENORME	supérieur à 14m

SCALE of TOTAL SEA

SEA : $H_{1/3}$ is the mean of the third highest waves in meters (characteristic high).

Class	Terms	Hight in meter
0	calm-glassy	0
1	calm-rippled	0 à 0,1 m
2	smooth	0,1 à 0,5 m
3	slight	0,5 à 1,25 m
4	moderate	1,25 à 2,5 m
5	rough	2,5 à 4 m
6	very rough	4 à 6 m
7	high	6 à 9 m
8	very high	9 à 14 m
9	phenomenal	>14 m

PRIMARY SWELL

It is the more energetic swell in an area, the more energetic wave train may vary during the day. For example, a northwesterly swell increasing could become primary instead of a southwesterly swell abating.

T is the period in second.



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

Bureau d'enquêtes sur les évènements de mer

Tour Pascal B - 92055 La Défense cedex
téléphone : +33 (0) 1 40 81 38 24 - télécopie : +33 (0) 1 40 81 38 42
www.beamer-france.org
bea-mer@developpement-durable.gouv.fr



FRANCE
2009092411