



Rapport d'enquête technique
Report of safety investigation

CAP BLANC

Bureau d'enquêtes sur les événements de mer

Rapport d'enquête technique

NAUFRAGE

du caboteur roulier

CAP BLANC

survenu le 1^{er} décembre 2008

dans la Baie de Placentia

Province de Terre-Neuve (Canada)

(quatre victimes)

Avertissement

Le présent rapport a été établi conformément aux dispositions du titre III de la loi n° 2002-3 du 3 janvier 2002 et du décret n° 2004-85 du 26 janvier 2004 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).

L'accident du *CAP BLANC* étant survenu dans les eaux territoriales canadiennes, le *BEAmer* a mené les travaux d'enquête et produit le présent rapport après entente avec le Bureau de la Sécurité des Transports du Canada. Les investigations ont été conduites au Canada avec les enquêteurs du B.S.T. dont le concours a été particulièrement efficace et précieux, tant pour le recueil des données que par l'aide directe apportée sur le terrain.

Il exprime les conclusions auxquelles sont parvenus les enquêteurs du *BEAmer* 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 | CIRCONSTANCES | Page 6 |
| 2 | CONTEXTE | Page 7 |
| 3 | NAVIRE | Page 7 |
| 4 | EQUIPAGE | Page 10 |
| 5 | CHRONOLOGIE | Page 11 |
| 6 | FACTEURS DU SINISTRE | Page 15 |
| 7 | SYNTHESE | Page 25 |
| 8 | RECOMMANDATIONS | Page 26 |

ANNEXES

- A. Décision d'enquête
- B. photographies
- C. Cartographie
- D. Météorologie
- E. Arbre des causes
- F. Calcul de stabilité

Liste des abréviations

| | | |
|---------------|---|---|
| AIS | : | Système d'identification automatique des navires (<i>Automatic Identification System</i>) |
| ANFR | : | Agence Nationale des FRéquences |
| BEAmer | : | Bureau d'enquêtes sur les évènements de mer |
| ECAREG | : | East Canadian Regulation |
| ETA | : | Estimated Time of Arrival |
| GPS | : | Système mondial de localisation (<i>Global Positioning System</i>) |
| HF | : | Haute Fréquence |
| MRSC | : | Maritime Rescue Sub Centre (centre secondaire de coordination de sauvetage maritime°) |
| OMI | : | Organisation Maritime Internationale |
| SAR | : | Search And Rescue (recherche et sauvetage) |
| SART | : | Search And Rescue Radar Transponder |
| SOLAS | : | Convention internationale sur la sauvegarde de la Vie humaine en mer (<i>International convention for the Safety Of Life At Sea</i>) |
| VHF | : | Radio Très Haute Fréquence (Very High Frequency) |
| VTS | : | Vessel Traffic Service (service de Trafic Maritime) |

1 CIRCONSTANCES

(Toutes heures locales Terre Neuve, TU - 3h30)

Le *CAP BLANC* est un caboteur roulier qui assure des liaisons entre Saint-Pierre (territoire de Saint-Pierre et Miquelon), Miquelon et différents ports de la province canadienne de Terre Neuve.

Le 1^{er} décembre 2008, il effectue dans le port d'Argentia (Baie de Placentia - Terre-Neuve) un chargement en pontée de sacs de sel de déneigement. Il appareille en fin de matinée à destination de Saint-Pierre. La traversée dure généralement moins de douze d'heures, selon les conditions météo.

Après avoir satisfait aux premières obligations de compte-rendu auprès de la station de Placentia Radio, le navire manque le rendez-vous suivant, prévu vers 21h10, et ne répond pas à l'appel de la station, lancé à 21H27. A ce moment, il se trouve hors de portée du récepteur terrestre A.I.S. situé à Placentia.

La station de Placentia Radio, relevant de la Garde Côtière canadienne, est chargée de fonctions de service de trafic maritime (S.T.M.) dans la Baie de Placentia. Elle relaie également les communications radio au profit des autorités chargées de la recherche et du sauvetage.

Au cours des heures qui suivent, le navire fait l'objet d'appels systématiques et réguliers de la part de stations maritimes et terrestres, en utilisant l'ensemble des moyens de communication présents à bord. Un navire de la garde côtière canadienne est dérouté vers la zone où est supposé se trouver le *CAP BLANC*.

Un premier message d'alerte est diffusé le 2 décembre 2008 à 07h08. A partir de 08h37, différents moyens d'intervention nautiques et aériens sont dépêchés sur zone et le navire est retrouvé à 10h54, chaviré, flottant quille en l'air, au large de l'île de Burin (presqu'île de Burin), à environ trois milles de la côte.

La présence de survivant(s) à l'intérieur de la coque est confirmée à 11h39. Le navire coule à 14h08 par une profondeur de 130 mètres.

Une investigation ultérieure de l'épave permettra de retrouver les corps de trois des quatre marins présents à bord et d'opérer à cette occasion un certain nombre de prises de vues à l'extérieur et à l'intérieur du navire.

2 CONTEXTE

Le *CAP BLANC* appartient à une société de Saint-Pierre, Delta SA, et est loué par la société Alliance SA, celle-ci regroupant des entreprises locales, afin d'assurer l'approvisionnement de l'archipel.

S'agissant des transports de sel de déneigement depuis Argentinia, le navire est affrété au voyage par une société d'import, afin de répondre aux appels d'offres du service chargé de l'entretien de la voirie à Saint-Pierre. Les quantités concernées varient de 600 à 1000 tonnes par an.

Le voyage du 1^{er} décembre 2008 était en fait programmé une semaine plus tôt, mais a dû être différé pour des raisons internes à l'armement.

En définitive, le *CAP BLANC* assurait un service exclusif au profit de l'archipel. Il convient de noter que la société Alliance SA venait de perdre la délégation de service public dont elle bénéficiait jusqu'alors ; son avenir était donc incertain.

3 NAVIRE

Le *CAP BLANC* a été construit en 1982 en Roumanie (DAMEN shipyards Galatz SA).

Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- **N° OMI** : **8328147 ;**
- **Indicatif** : **FOXZ ;**
- **Longueur hors tout** : **38 m ;**
- **Longueur entre perpendiculaires** : **32,80 m ;**
- **Largeur** : **10,20 m ;**
- **Franc-bord** : **1701 mm ;**
- **Creux** : **4,45 m ;**
- **Tirant d'eau (FB été)** : **2,75 m ;**
- **Jauge brute** : **324 UMS ;**
- **Port en lourd** : **280 t ;**

- **Propulsion** : **2 moteurs VOLVO TAMD 122A**
(2 x 294 kW à 1800 tr/ mn) ;
- **Hélices** : **2 hélices à pales orientables FINNOY ;**
- **Energie électrique** : **2 groupes DEUTZ F5L912**
(50 KVA et 45 KVA – 2 x 60 kW) ;
- **Démarrage MP et GE** : **1 jeu de batteries par bord ;**
- **Propulseur d'étrave** : **indisponible (démonté) ;**
- **Gouverne** : **2 moteurs de barre et 2 safrans ;**
- **Vitesse en service** : **10 nœuds.**

Le *CAP BLANC* est immatriculé à Saint-Pierre et Miquelon. Il est armé en 3^{ème} catégorie.

Titres de sécurité :

La dernière visite périodique a été effectuée le 21 novembre 2008 à Saint-Pierre, par le Centre de Sécurité des Navires du Havre.

Le navire est classé au Bureau Veritas. Le certificat de classification, le permis de navigation et le certificat de sécurité radioélectrique sont valides jusqu'au 31 août 2009. Le certificat international de sûreté du navire est valide jusqu'au 7 janvier 2010.

Des contrôles et des réparations sur les ballasts ont été effectués en avril – mai 2006. Un passage en cale sèche, confirmé par le Bureau Veritas, était programmé pour 2009 (visite spéciale des 5 ans).

Le navire était en bon état d'entretien.

Timonerie :

Aides à la navigation :

Radar, GPS, AIS ; un ordinateur « fixe » en traceur de route.

Communications :

NAVTEX, VHF, VHF ASN, VHF portative, transpondeur radar SART.

A l'extérieur, fixée sur les batayolles, à l'arrière de la passerelle supérieure : Radiobalise de localisation des sinistres à 406 Mhz de modèle KANNAD 406 WH à déclenchement à l'eau de mer.

Automatisation :

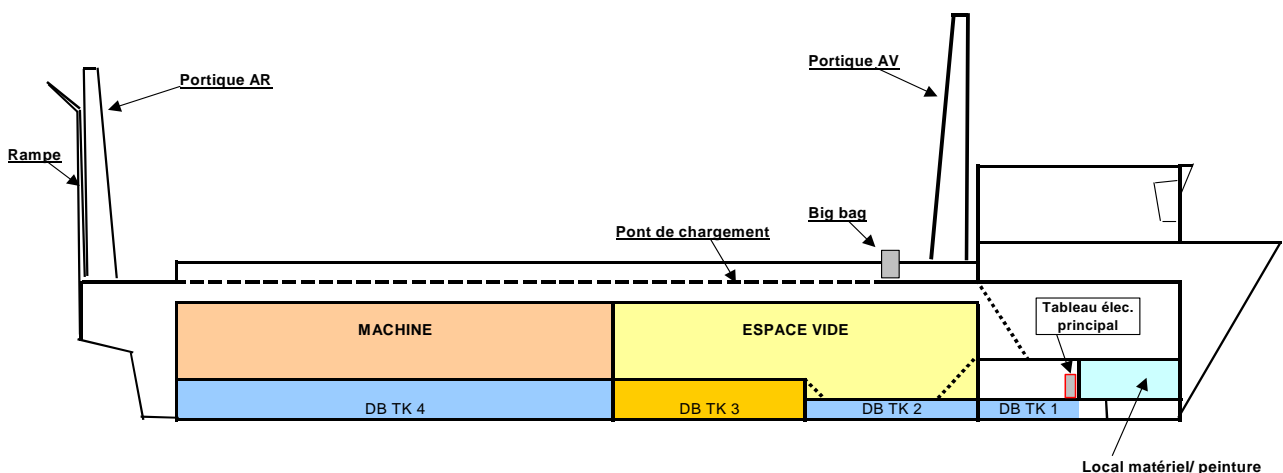
Télécommande pneumatique des moteurs principaux et du pas d'hélice. En l'absence de pression d'air, le pas d'hélice revient à zéro, de même que le cran pétrole. Les alarmes machine sont renvoyées en timonerie.

Groupes électrogènes (GE):

Les 2 groupes sont situés sur l'arrière du compartiment machine. Le groupe en service est généralement le GE bâbord et il n'y a pas de suppléance (non obligatoire). En cas d'arrêt, il faut le redémarrer « en local » ou démarrer le GE tribord puis l'enclencher sur les barres de distribution au tableau principal situé sur l'avant du navire. Les 2 GE sont refroidis par air (ventilateur entraîné par une courroie). En cas de black-out, les moteurs principaux ne stoppent pas.

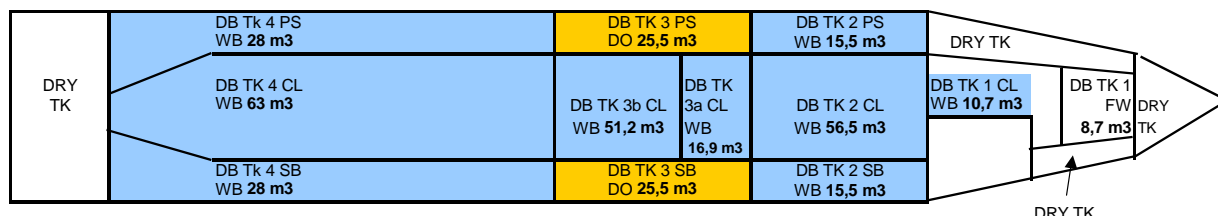
Espace cargaison :

Cet espace est constitué d'un pont extérieur. Des transformations, effectuées en mai-juin 2000 à Concarneau par le chantier PIRIOU, ont principalement consisté à démonter la bigue de chargement de colis lourds et à installer une rampe arrière. Depuis cette date, le chargement est réalisé par roulage ou en manutention verticale au moyen d'une grue à terre. L'arrimage est ajusté sur le pont à l'aide d'un chariot élévateur.



Ballastage :

Le navire est doté d'une forte capacité de ballastage. Toutefois, les ballasts ne sont pas équipés d'un dispositif de téléjaugage, et le sondage manuel n'est pas pratiqué ; la procédure consistait à chronométrer le temps de fonctionnement de la pompe dont le débit est de l'ordre de 50m³/h.



Drôme de sauvetage :

Une embarcation avec moteur hors-bord de type semi-rigide et 2 radeaux de classe 1, avec largueurs hydrostatiques.

4 EQUIPAGE

Le *CAP BLANC* est armé au cabotage international par un équipage de quatre personnes :

- capitaine,
- chef mécanicien,
- deux matelots.

Le capitaine, âgé de 47 ans, est titulaire d'un brevet de patron de navigation côtière. Il est embarqué comme capitaine titulaire à bord du *CAP BLANC* depuis 2006, après plusieurs remplacements sur ce navire. Auparavant, il a pratiqué la pêche au large comme lieutenant, second et capitaine, puis la pêche côtière comme patron.

Le chef mécanicien, âgé de 51 ans, remplaçait ce jour là le chef mécanicien titulaire, en congés. Il possède un brevet de chef mécanicien 3000 kW. Il effectue habituellement des remplacements sur des navires de l'archipel.

Les matelots sont âgés respectivement de 49 et 53 ans. Le premier est titulaire du certificat de matelot de quart et du certificat de formation de base à la sécurité. Il navigue sur le *CAP BLANC* depuis 2001 (remplaçant, puis titulaire en 2007). Le second est à bord depuis l'arrivée du navire à Saint-Pierre. Tous sont à jour de leur visite annuelle d'aptitude.

5 CHRONOLOGIE DES EVENEMENTS

(Toutes heures locales Terre Neuve, TU – 3h30)

Le 1^{er} décembre 2008

- le *CAP BLANC*, accosté à Argentia depuis **07h35**, entame, à **08h15**, un chargement de sel de déneigement, conditionné en « big-bags » par une filiale de la société « HARVEY », « ARGENTIA FREEZERS AND TERMINALS ». Le chargement est de 204 tonnes en 160 sacs ;
- A **11h20**, dès la fin du chargement, le *CAP BLANC* appareille à destination de Saint-Pierre. Son ETA à Saint-Pierre est, à ce stade, 00h00 (« heure locale » selon le capitaine) ;
- A **14h36**, le navire signale à Placentia Radio son passage au point « 4 Bravo » et annonce un ETA au point « 1 Whisky » à 20h10 ; Il précise également prendre une route au 245 ;
- A **17h20**, le *CAP BLANC* se trouve hors de portée du récepteur A.I.S. de la station de Placentia. Cette perte du signal A.I.S. par la station de Placentia Radio intervient alors que le navire est à la position 47° 00,1' N – 054° 49,2' W. Sa vitesse est alors de 7 nœuds et sa route fond de 245 ;
- A **20h27**, Placentia Radio rappelle le *CAP BLANC* qui rectifie son ETA au point « 1 Whisky » et annonce un passage dans 30 à 40 minutes, soit environ 21h10 ;
- A **21h23**, Placentia Radio rappelle en vain le *CAP BLANC* ;
- A **22h30**, au bout d'une heure sans réponse du *CAP BLANC* et conformément à la procédure en vigueur, Placentia Radio rend compte, au MRSC Saint-John's, de l'absence de compte rendu de passage du navire au point « 1 Whisky », prévu à 21h10.
- A **22h39**, le MRSC Saint-John's ouvre une fiche d'opération ;
- A **23h09**, Placentia Radio contacte le responsable local d'HARVEY à Argentia ; celui-ci lui indique qu'il appelle Saint-Pierre et le tient informé ;

- A **23h24**, le VTS « ECAREG » émet par INMARSAT C une demande de compte rendu au *CAP BLANC*, sans obtenir de réponse ; le *CAP BLANC* ne dispose pas de station INMARSAT ;
- A **23h30**, à la demande de Placentia Radio, le navire de la Garde côtière canadienne *GEORGE R. PEARKES*, qui se trouve à environ 25 milles dans le Sud-Ouest du Cap Saint-Mary, tente en vain d'entrer en communication avec le *CAP BLANC* par VHF et HF ; le *GEORGE R. PEARKES* reçoit l'instruction de rappeler le *CAP BLANC* toutes les 30 minutes et d'effectuer une veille radar lors de son transit ; simultanément, Placentia Radio poursuit ses appels à la même cadence ; le MRSC Saint-John's est en contact régulier avec le représentant de l'armement ;

Le **2 décembre 2008**

- A **00h27**, le représentant de l'armateur précise qu'il va informer le correspondant SAR de Saint-Pierre ;
- A **04h52**, le représentant de l'armateur indique au MRSC Saint-John's que le navire n'est pas arrivé et qu'il attendra une heure de plus avant de rappeler ;
- A **05h01**, le *GEORGE R. PEARKES* reçoit la consigne de se rendre dans l'Est de St-Pierre ;
- A **05h31**, le correspondant SAR de St-Pierre, prévenu par l'armement, contacte le MRSC Saint-John's ;
- A **07h08**, un premier message « PAN » est diffusé ;
- A **08h37**, mise en œuvre du canot de sauvetage de la garde côtière *W. JACKMAN* ; il appareille à 09h00 ;
- A **08h42**, le *GEORGE R. PEARKES* est désigné comme commandant sur zone ; il est sur place à 09h24 ;
- A **09h09**, décollage d'un avion Hercules C 130 des forces armées canadiennes ;

- A **09h21**, décollage d'un hélicoptère Cormorant des forces armées canadiennes ;
- A **10h16**, l'avion C 130 est sur zone ;
- A **10h30**, l'hélicoptère Cormorant est sur zone ;
- A **10h54**, l'hélicoptère découvre une coque retournée, par 46° 59' N et 055° 05' W ;
- A **11h04**, diffusion d'un MAYDAY RELAY ;
- A **11h14**, découverte d'un radeau de sauvetage, vide ;
- A **11h39**, puis **11h44**, un membre d'équipage du navire de la Gendarmerie Royale Canadienne (GRC) *MURRAY* arrive à frapper sur la coque du *CAP BLANC*, au moyen d'un objet métallique lancé et entend des cognements « frénétiques » en retour, en provenance de l'intérieur du navire ;
- A **12h01**, le canot de sauvetage de la garde côtière *W. JACKMAN* est sur zone et commence une recherche autour de l'épave ;
- A **12h14**, le patrouilleur *FULMAR* de la Gendarmerie Maritime française est sur zone ;
- A **13h45**, le *GEORGE R. PEARKES* signale que la situation du navire évolue et qu'il pourrait sombrer par l'arrière ;
- A **14h04**, le patrouilleur de la GRC *MURRAY* signale un changement significatif de la situation du navire ;
- A **14h08**, le *CAP BLANC* coule par 47° 00,7' N et 055° 04,45' W, à une profondeur de 130 mètres.

Les recherches se poursuivent jusqu'au 4 décembre au soir.

Il convient de noter qu'à partir de la découverte de la coque et de la certitude de présence de vie à l'intérieur, les responsables des services de sauvetage canadiens entreprennent de rassembler et de mettre en œuvre des moyens d'investigation

(techniciens SAR), de plongée et de remorquage, la logistique de support de ces éléments et recherchent également les plans du navire.

Investigations ultérieures :

Du 17 au 22 décembre 2008, des investigations sont opérées sur l'épave afin de rechercher les marins du *CAP BLANC*. Trois corps sont découverts et remontés. Les opérations menées à cette occasion permettent également de réaliser plusieurs vidéos, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur du navire. Celui-ci repose en position droite, appuyé sur le flanc tribord.

Principales informations tirées de l'analyse des vidéos réalisées lors des investigations sous-marines :

- **Pas d'hélice bâbord** : le pas de l'hélice bâbord est nul ;
- **Safran bâbord** : le safran bâbord est pratiquement dans l'axe, peut-être légèrement en position « à droite » (l'angle de la prise de vue ne facilite pas l'interprétation de l'image).
- **Commandes des moteurs** : une vue intérieure de la timonerie montre que la commande de la vitesse de rotation du moteur principal bâbord est en position « ralenti », tandis que celle du moteur tribord est à la vitesse de route. En revanche, les commandes du pas d'hélice sont toutes les deux sur la position avant. A noter qu'il y a à proximité un ordinateur (de type tour) retenu par ses câbles de connexion.
- **Horloge de la timonerie** : l'aiguille des minutes est sur la position 25. Il n'est pas possible de distinguer l'aiguille des heures.
- **Coque** : suite à sa chute, le navire est plié au niveau du maître bau.
- **Porte arrière du château** : celle-ci a été trouvée en position ouverte.
- **Rampe latérale bâbord** : cette petite rampe n'est plus en place et n'a pas été aperçue aux alentours de l'épave.
- **Rampe de chargement arrière** : la rampe de chargement arrière s'est désolidarisée de la coque.
- **Balise de radiolocalisation des sinistres (EPIRB)** : celle-ci a été retrouvée à proximité du navire, le capot ôté, en position « on », donc déclenchée

manuellement au moment de l'accident ; cependant, aucun signal n'a été reçu. Ceci peut provenir du fait que, très rapidement après sa mise en œuvre, la balise et son antenne se sont retrouvées sous l'eau. Le signal ne pouvait donc être capté par le satellite. A noter que la date de péremption des piles de la balise était novembre 2008, mais il est patent que les piles de ce type fonctionnent correctement, très longtemps après la date de péremption. En tout état de cause, un délai complémentaire avant changement de piles avait été accordé par l'inspecteur de l'ANFR.

- **Radeau tribord** : le croc à échappement paraît avoir été ouvert ; le radeau, dégonflé, est pris dans les superstructures, ce qui supposerait l'intervention d'un membre d'équipage, bien qu'il n'existe aucune certitude sur ce point. Le radeau a commencé à se gonfler, mais ne s'est pas libéré avant le chavirement, ce qui tend à montrer que celui-ci a été rapide.
- **Ordinateur de bord** : le disque dur, extrait de l'unité centrale remontée par les plongeurs, s'est révélé inexploitable, la couche supportant les données ayant été endommagée ; cet équipement contenait entre autres le logiciel de navigation et la cartographie.

6 DETERMINATION & DISCUSSION DES FACTEURS DU SINISTRE

La méthode retenue pour cette détermination a été 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 ;**
- **facteur humain ;**
- **autres facteurs.**

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

- **certain, probable ou hypothétique ;**
- **déterminant ou aggravant ;**
- **conjoncturel ou structurel ;**

avec pour objectif d'écartier, 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 ce sinistre. Leur objectif étant d'éviter le renouvellement de ce type d'accident, ils ont privilégié, sans aucun *a priori*, l'analyse inductive des facteurs qui avaient, par leur caractère structurel, un risque de récurrence notable.

6.1 Facteurs naturels

Détermination de l'heure du naufrage.

La dernière communication du *CAP BLANC* est celle avec l'armement à SPM à 21h00, heure locale de Saint-Pierre (TU - 3), ce qui correspond à 20h30, heure de Terre-Neuve. Par la suite, la tentative de communication de Placentia Radio, à 21h23, heure de Terre-Neuve, se solde par un échec.

Le chavirement intervient donc entre 20h30 et 21h23, heure de Terre-Neuve. Par ailleurs, la vidéo de l'intérieur de la timonerie comporte une vue de l'horloge murale. Sur celle-ci, on distingue assez nettement l'aiguille des minutes, arrêtée sur 25. On ne voit pas précisément l'aiguille des heures. L'heure de l'horloge demeurant réglée sur l'heure TU, soit en décalage de 3H30mn par rapport à l'heure de Saint-John's, on peut en déduire l'heure de l'accident, soit 20h55 heure de Terre-Neuve (00h25 TU).

Conditions météorologiques

Au départ du *CAP BLANC* de Placentia, le vent est de Sud, 14 nœuds. Au cours de l'après midi, le vent va rapidement fraîchir :

- 14h30 : 19 nœuds de SE, rafales 25 nœuds,
- 16h30 : 21 nœuds de SE, rafales 28 nœuds,
- 18h30 : 28 nœuds de SSE, rafales 38 nœuds,

- 20h30 : 26 nœuds de SSE, rafales 36 nœuds,
- 21h30 : 28 nœuds de Sud, rafales 38 nœuds,
- 22h30 : 32 nœuds de Sud, rafales 42 nœuds.

La mer du vent est forte et la houle de sud-est de l'ordre de trois mètres sur la zone et au moment du naufrage. Compte tenu de la direction du vent dans les heures précédant l'accident, le courant porterait plutôt au Nord-Nordet et n'a donc pas d'effet aggravant sur l'état de la mer. Il convient toutefois de souligner que les marins habitués de la zone précisent que la mer y est bien plus dure que ce que la seule mesure de la force du vent laisserait supposer.

Le capitaine disposait des prévisions météo dont il a tenu compte, en appareillant sans tarder de façon à « passer » avant la dégradation annoncée (cf. annexe D).

Si l'on considère les facteurs matériels et humains analysés ci-après, le temps fort rencontré à l'ouvert de la baie de Placentia constitue également un **facteur déterminant** de l'accident.

6.2 Facteurs matériels

La situation du chargement et le faible franc-bord étaient susceptibles de mettre le navire en difficulté si celui-ci se retrouvait travers à une mer et une houle fortes. Dans le cas présent, le *CAP BLANC* naviguait au 245° environ et recevait de ce fait le vent et la mer trois quarts (de l'ordre de 60°) sur l'avant du travers bâbord (vent et houle de secteur Sud). A aucun moment le capitaine n'a fait part d'une intention de faire demi-tour, ce qui, fût-ce un court moment, aurait mis *de facto* le navire travers à la houle.

Il faut donc qu'un événement particulier survienne pour mettre le navire dans cette situation. Un tel incident pourrait avoir pour origine la propulsion ou la gouverne.

S'agissant de la propulsion, les deux moteurs principaux sont indépendants, notamment sur le plan des dispositifs de sécurité. L'arrêt intempestif d'un moteur n'a pas d'incidence sur le fonctionnement du second et le navire conserve une capacité de propulsion qui paraît suffisante pour le tenir face à la mer.

En revanche, le fonctionnement de l'appareil à gouverner est affecté par un arrêt du groupe électrogène en service ou par une panne propre au système de commande électrique des presses.

a) Hypothèse de la panne électrique

En route libre, un seul groupe est en service, en l'espèce vraisemblablement le GE bâbord (50 KVa), qui est celui en meilleur état. Il alimente le tableau principal sur lequel sont pris notamment les moteurs de barre. Ce groupe stoppe par sécurité en cas d'avarie : pression d'huile ou rupture de la courroie entraînant le ventilateur (refroidissement par air). Une rupture de courroie avait d'ailleurs déjà eu lieu au cours de l'année 2008. La courroie avait été remplacée à l'époque par un rechange stocké à bord depuis un temps indéterminé.

Il n'y a pas de suppléance entre GE, mais l'arrêt d'un groupe n'a pas d'incidence immédiate sur le fonctionnement des moteurs principaux, ceux-ci disposant de leur propre circuit de sécurité et de démarrage sur batteries, ainsi que de leur télécommande pneumatique alimentée par la bouteille d'air.

La conséquence immédiate la plus importante d'un black-out est donc l'arrêt de l'appareil à gouverner. Le démarrage des GE étant local, il est nécessaire de descendre dans le compartiment machine pour démarrer le GE de réserve, puis de revenir sur l'avant pour enclencher le disjoncteur sur le tableau principal. Cette opération prend au minimum cinq minutes pour une personne ayant une bonne connaissance de l'installation.

b) Hypothèse d'une panne de la commande électrique de l'appareil à gouverner

L'appareil à gouverner est commandé électriquement depuis la timonerie. Cette commande opère directement à partir du tiller ou du pilote automatique. Comme toute installation, le dispositif est protégé par fusible (susceptible de griller). Ceci est d'ailleurs déjà arrivé au moins une fois au cours des dernières années.

En cas de panne de commande, il est prévu un dispositif de secours consistant à ouvrir, dans le local de barre, quatre vannes by-pass, et à gouverner en utilisant la barre de secours à la timonerie. Les vannes sont repérées et l'équipage connaît la mise en œuvre de la gouverne de secours. Toutefois, dans cette situation, un délai minimum de l'ordre de cinq minutes est également nécessaire pour que le système soit opérationnel.

Par ailleurs, la porte arrière du château, permettant l'accès à la machine, habituellement fermée à la mer, a été trouvée ouverte et le corps du chef mécanicien a été retrouvé dans la descente. Ceci vient corroborer l'hypothèse d'une (tentative d') intervention dans le local machine.

Dans les deux hypothèses, ce délai peut conduire à ce que le navire se retrouve travers à la lame et à la houle avant de pouvoir récupérer sa capacité à gouverner. Or, le safran bâbord, seul visible sur les vidéos, a été trouvé en position pratiquement dans l'axe, alors que la commande du moteur bâbord est en position « ralenti ». Ceci peut correspondre à la situation d'un navire en avarie de barre tombant en travers sous l'effet du vent et de la mer (le château est à l'avant et l'action du vent entraîne en principe une abattée), l'homme de quart ou le capitaine tentant de compenser cette abattée en ralentissant le moteur bâbord.

En outre, l'absence du propulseur d'étrave, mû par un moteur thermique, démonté au moment de l'accident, n'a pas permis d'utiliser cet équipement pour tenter de revenir dans le lit du vent.

S'agissant de la position des pales de l'hélice bâbord, la vidéo sous-marine montre que celles-ci sont en position neutre, bien que les commandes à la timonerie soient positionnées sur la position « pas d'hélice en avant ». Ceci s'explique par le fait que lorsque la pression d'air de télécommande disparaît, le pas revient automatiquement à zéro. En navigation, l'utilisation excessive de l'air de télécommande pour le service général entraînait d'ailleurs le ralentissement du moteur et la diminution du pas.

Le couple de différenciation et l'angle du safran, bloqué dans l'axe ou en position légèrement « à droite », ne permettent pas au navire de remonter vers le lit du vent.

L'hypothèse d'une perte de la gouverne apparaît donc plausible et susceptible de faire tomber le navire en travers. Elle constituerait également dans ce cas un **facteur déterminant** de l'accident.

Cette hypothèse est fondée sur le délai nécessaire à la remise en marche de l'installation électrique, délai provoqué par la conception de l'installation, avec notamment l'absence de démarrage automatique ou à distance du groupe de réserve. Cette configuration constituerait en l'espèce un **facteur sous-jacent**.

6.3 Facteur humain

Chargement du *CAP BLANC* le 1^{er} décembre 2008 à Placentia

a) La cargaison de sel

Le chargement initialement prévu par l'affréteur, en accord avec l'armateur, consistait en 210 tonnes de sel de déneigement. Cependant, l'armateur avait transmis, fin novembre 2008, un courriel au chargeur (Cie HARVEY - Argentia Freezers) précisant que le navire ne chargerait que 180 tonnes.

Ceci semble provenir d'une initiative de l'armement au vu de la situation météorologique annoncée.

Cependant, sur instructions du capitaine, 160 big bags représentant un poids de 204 tonnes de sel sont en fait embarqués sur le pont du *CAP BLANC*, le 1^{er} décembre 2008.

b) L'arrimage

Les sacs sont rangés sur le pont, pratiquement sans espace libre, hormis un passage sur tribord d'une largeur de l'ordre de 40 cm environ. Le chariot élévateur, d'un poids de 4 tonnes, utilisé pour manutentionner la cargaison, est lui-même stocké sur le pont, calé par les sacs.

Les caractéristiques des sacs sont les suivantes : 0,89 x 0,89 x 1,07 m. La hauteur du centre de gravité de la cargaison, par rapport à la ligne de base, est de 4,90 m.

c) Détermination du ballastage réel au départ d'Argentia

Le tirant d'eau annoncé à l'appareillage par le capitaine (déclaration de sortie à Placentia Radio) est de 2,80 m. Le déplacement correspondant est de 566,6 tonnes. Si on retranche le poids du navire lège, soit 359 tonnes, et la cargaison (208 tonnes avec le chariot élévateur), le résultat est théoriquement négatif ; or, on sait qu'il y avait effectivement 18 tonnes d'approvisionnements (11 tonnes de gazole et 7 tonnes d'eau douce) en plus de l'eau de mer dans les ballasts 4 latéraux. Le tirant d'eau annoncé est manifestement erroné.

Par ailleurs, les enquêteurs du *BEA*mer disposent d'une série de photographies, prises le 26 février 2007, montrant le *CAP BLANC* appareillant d'Argentia avec une cargaison de sacs de sel, similaire à celle du 1^{er} décembre 2008. Les archives de la société de manutention indiquent que, ce jour là, le chargement était de 209 tonnes (213 avec le chariot élévateur). La qualité de la photographie numérique permet d'évaluer avec une assez bonne précision le tirant d'eau correspondant, soit 2,90 m. En effet, le chiffre 30 est entièrement hors de l'eau, tandis que la distance entre la base du 30 et la surface est équivalente à la hauteur du chiffre 30. Le chiffre 28 est entièrement immergé, de même que le disque de franc-bord.

Le déplacement, le 26 février 2007, est ainsi de 598 tonnes. Le calcul de stabilité aboutit à un poids total des approvisionnements et du ballast de 25 tonnes, soit au mieux 10 tonnes de ballast pour des approvisionnements de 15 tonnes environ.

De par la similitude des situations entre le voyage du 26 février 2007 et celui du 1^{er} décembre 2008, on peut conclure que le ballast embarqué dans l'un et l'autre cas ne dépassait pas dix tonnes ; il était réparti entre les ballasts 4 latéraux et destiné à corriger une gîte résiduelle et améliorer l'assiette.

d) Stabilité à l'état intact au départ de Placentia

(cf. calculs effectués par le Bureau VERITAS en annexe F)

Le tableau ci-après récapitule les données de chargement, de ballastage et d'approvisionnement. Les poids embarqués, chargement et approvisionnement, sont des données « factuelles ». Le poids embarqué en ballastage vient en déduction, au vu des tirants d'eau du navire, et constitue également une donnée fiable, bien que non vérifiable sur un document transmis à l'armateur ou à l'autorité portuaire avant l'appareillage.

Le chargement initial dans le logiciel est le suivant.

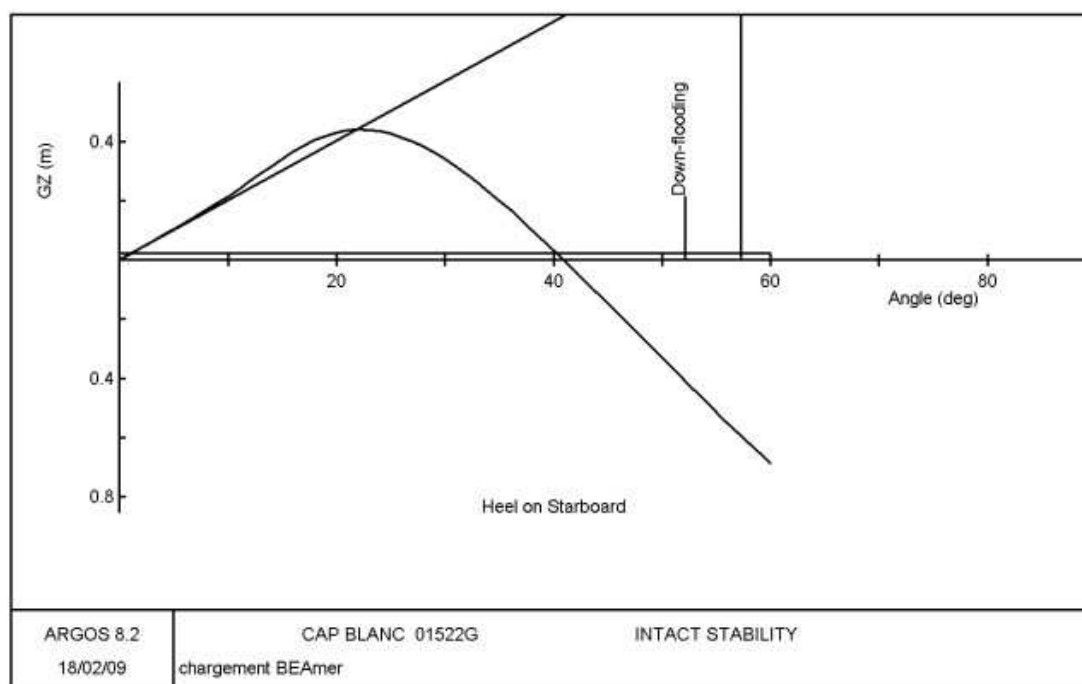
| ELEMENTS DE CHARGEMENT | | | | | | | |
|------------------------|-----------|---------|-----------|--------|---------|--------|-----------|
| CAPA No | REF. | ELEMENT | POIDS (t) | KG (m) | LCG (m) | YG (m) | FSM (t.m) |
| 10 | WB DB 4S | 6-20 | 5 | 0.891 | 7.074 | 1.972 | 13.07 |
| 11 | WB DB 4P | 6-20 | 5 | 0.891 | 7.074 | -1.972 | 13.07 |
| 12 | PW DB 1AC | 53-56 | 7 | 1.194 | 29.102 | 0 | 1.93 |
| 13 | FO DB 3S | 20-32 | 3.6 | 1.1 | 13.91 | 3.402 | 6.48 |
| 14 | FO DB 3P | 20-32 | 3.6 | 1.1 | 13.91 | -3.402 | 6.48 |
| charge | | | 208 | 4.9 | 12.6 | 0 | 0 |
| vivres | | | 0.5 | 5 | 31 | 0 | 0 |
| equipage | | | 1 | 3.8 | 30 | 0 | 0 |
| caisse journ SB | | | 1.93 | 3.16 | 11.325 | 0 | 0.48 |
| caisse journ PS | | | 1.93 | 3.16 | 11.235 | 0 | 0.48 |
| PORT EN LOURD | | | 237.56 | 4.474 | 12.984 | 0 | 42 |

| RESUME DU CHARGEMENT | | | | | |
|----------------------|-----------|--------|---------|--------|-----------|
| | POIDS (t) | KG (m) | LCG (m) | YG (m) | FSM (t.m) |
| PORT EN LOURD | 237.56 | 4.474 | 12.984 | 0 | 42 |
| NAVIRE LEGE | 358.96 | 4.414 | 16.519 | 0 | 0 |
| POIDS TOTAL | 596.52 | 4.438 | 15.111 | 0 | 42 |

Représentation graphique des bras de levier de redressement (courbe de stabilité) :

ARGOS 8.2.s : 93114M
INTACT STABILITY

CAP BLANC 01522G PAGE 989
Client: 001 - Bureau Veritas DT5 18/02/09



ARGOS 8.2
18/02/09

CAP BLANC 01522G
chargement BEAmer

INTACT STABILITY

e) Conséquences

Le chargement, tel qu'effectué à Argentia le 1^{er} décembre 2008, s'écarte nettement des cas de chargement figurant dans le manuel de stabilité approuvé, à la disposition du capitaine, d'autant plus que le cas de chargement s'en rapprochant le plus est calculé par rapport à la marque « été », alors que le navire se trouvait en zone « hiver ».

Stabilité statique :

A l'exception d'un critère OMI non satisfait (angle pour lequel le couple de redressement du navire doit être maximum, cf annexe F 4/8), les calculs fournis ne mettent toutefois pas en évidence une stabilité statique très dégradée.

Stabilité dynamique :

Les difficultés rencontrées pour les simulations, notamment pour la « calibration » des phénomènes d'amortissement du roulis, ne permettent pas d'effectuer un calcul suffisamment précis de la stabilité dynamique du navire (conjugaison des effets du vent, de la houle et des mouvements du navire).

Cependant, la combinaison des données « statiques » suivantes:

- immersion du livet de pont pour un angle de gîte de 15° (cf annexe F 1/8),
- bras de levier insuffisant pour redresser le navire (en cas de gîte supérieure à 22,4°),
- période de roulis de 8,7 sec. (cf annexe F 3/8)

et des conditions de vent et de houle rencontrées, sont à même d'expliquer la vulnérabilité du navire, dans l'hypothèse d'une avarie créant une impossibilité de manœuvre de plusieurs minutes.

La période de roulis du navire, voisine de celle des houles générées par les creux de 3 à 4 m (inférieure à 10 sec.), crée un risque de synchronisme, et donc de résonance, générant un roulis de plus forte amplitude si le navire n'est pas en état de modifier son cap. Dans ces conditions, le livet de pont est rapidement immergé. Durant ces courts instants, une vague de plus forte hauteur (d'une hauteur théorique supérieure à 6 m - cf annexe F 8/8) expose le navire à un grand risque de chavirement.

Envahissement de l'espace libre d'accès au compartiment machine :

Les calculs effectués par le Bureau Veritas font apparaître une très forte dégradation de la stabilité pour une hauteur de 3 m d'eau dans l'espace libre (cf annexe F 5/8). Même ouverte, la porte d'accès à cet espace est relativement bien protégée par un surbau et la cargaison des big bags, si des paquets de mer d'une hauteur suffisante viennent à déferler sur le pont.

Un envahissement rapide de cet espace n'est donc pas retenu par le *BEA*mer comme cause initiale du chavirement.

D'autre part, un envahissement plus lent aurait très certainement été identifié par l'équipage, et le capitaine n'aurait pas manqué d'alerter Placentia Radio et l'armateur des difficultés qu'il rencontrait.

Effet de surface libre sur le pont :

Le Bureau Veritas indique que les rangées de sacs constituent un cloisonnement efficace de la surface libre sur le pont ; les effets nuisibles à la stabilité statique du navire, y compris avec 0,50 m d'eau sur le pont, sont limités (cf annexe F 7/8). De même que ci-dessus, une telle situation, résultant *a priori* d'un processus relativement lent d'envahissement du pont, aurait été constatée par l'équipage et le capitaine aurait également donné l'alerte.

Le plan de chargement du 1^{er} décembre 2008 constitue donc le principal **facteur déterminant** du chavirement.

Toutefois, cette pratique n'était pas nouvelle, dans la mesure où, au cours des deux dernières années, pour ne reprendre que cette période, au moins six chargements du même type (195 à 219 tonnes de sel en sacs) avaient été opérés, sans incident notable. Les équipages avaient ainsi progressivement intégré le cas de chargement suivant :

- 200 à 220 tonnes de sel en pontée,
- des approvisionnements réduits,
- une quasi-absence de ballastage.

comme étant la « norme », mais non validé par un calcul de stabilité effectué par le bord ou un cas de chargement approuvé.

Cette forme d'habitude dans la manière de charger du sel à Argentia constitue un **facteur contributif**.

6.4 Autres facteurs

L'absence de réception du signal de la balise RLS

La balise a été retrouvée sur le fond, à proximité immédiate de l'épave, capuchon de protection ôté et interrupteur sur « ON » (mais le capuchon a pu être dévissé antérieurement, voire mal revissé). Par ailleurs, il n'est pas nécessaire d'ouvrir ce capuchon pour provoquer l'activation; le fait de retirer la balise de son support suffit.

L'absence de réception du signal de l'EPIRB, trouvée en situation d'émission, mais pour laquelle il existe un doute sur les conditions de son déclenchement, manuel ou automatique, a privé l'équipage du *CAP BLANC* d'une intervention plus rapide des secours. Ceci constitue un **facteur aggravant du sinistre** se traduisant, pour les marins survivants dans la coque retournée, par une perte de chance d'être sauvés.

7 SYNTHÈSE

- 7.1** Le *CAP BLANC* appareille d'Argentia avec un chargement affectant la stabilité du navire : dépassement du franc-bord assigné, quasi-absence de ballastage, approvisionnements réduits.
- 7.2** Il affronte, à l'ouvert de la Baie de Placentia, un vent de secteur Sud fraîchissant progressivement et une forte houle, avec une mer dure, caractéristique de la zone.
- 7.3** Un incident survient, qui demande un délai pour être corrigé (une avarie de barre est l'hypothèse la plus probable) et qui conduit le navire à tomber en travers de la mer, de la houle et du vent ; les conditions de son chargement ne le mettent pas en mesure d'affronter cette situation et il chavire brusquement.
- 7.4** Le signal de la balise de détresse, pourtant active mais sans doute immergée, n'est pas reçu par une station terrestre, ôtant ainsi les chances d'une mise en œuvre immédiate des secours.

8 RECOMMANDATIONS

Le *BEA*mer recommande :

8.1 Aux armateurs et capitaines des petits navires de charge, notamment rouliers

- de s'assurer que les pratiques de chargement ne conduisent pas à dépasser les limites prévues : chaque chargement doit être ramené et comparé à l'un de ceux figurant dans le dossier de stabilité approuvé ; en cas de doute ou de chargement s'écartant notablement des cas de chargement validés, il convient de faire étudier et valider par une société de classification des cas de chargement complémentaires. Les cas de chargement doivent également tenir compte des conditions météorologiques généralement rencontrées dans la zone d'exploitation.

8.2 A l'administration

- de s'assurer, lors de la visite de mise en service et des visites périodiques, que l'emplacement prévu pour la balise de radiolocalisation des sinistres permet à cette dernière d'être libérée, en risquant le moins possible de se trouver retenue par des superstructures ou autres, lorsqu'il y a chavirement.

Le *BEA*mer s'interroge également sur le fait que le non-respect, à plusieurs reprises, des conditions d'assignation du franc-bord, n'ait donné lieu à aucun constat.

Enfin, le *BEA*mer **note avec intérêt** que l'extension de la couverture de réception AIS est d'ores et déjà programmée, par les autorités canadiennes, dans la zone du naufrage.

Report of safety investigation

FOUNDERING

Of the Ro-Ro coaster

CAP BLANC

on 1st December 2008

in Placentia Bay Newfoundland (Canada)

(four casualties)

Warning

This report has been drawn up according to the provisions of Clause III of Act No.2002-3 passed by the French government on 3rd January 2002 and to the decree of enforcement No.2004-85 passed on 26th January 2004 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).

As Cap Blanc accident occurred in the Canadian territorial waters, **BEAmer** has conducted the investigation work and produced this report after agreement with the Transportation Safety Board of Canada (TSB). The investigations has been conducted in Canada with the TSB investigators whose help has been particularly efficient and very useful, for the gathering of evidence, as well as for direct support on task.

It sets out the conclusions reached by the investigators of the *BEAmer* 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 | CIRCUMSTANCES | Page 34 |
| 2 | BACKGROUND | Page 35 |
| 3 | VESSEL | Page 35 |
| 4 | CREW | Page 38 |
| 5 | SEQUENCE OF EVENTS | Page 39 |
| 6 | ANALYSIS | Page 43 |
| 7 | EXECUTIVE SUMMARY | Page 52 |
| 8 | RECOMMANDATIONS | Page 52 |

APPENDIX

- A. Enquiry decision
- B. Photographs
- C. Chart
- D. Meteorology
- E. Cause-and-effect diagram
- F. Stability

Abbreviation list

| | | |
|----------------|---|--|
| AB | : | Able Bodied Seaman |
| AIS | : | Automatic Identification System |
| ANFR | : | Agence Nationale des FRéquences |
| BEAmer | : | <i>Bureau d'enquêtes sur les évènements de mer</i> (TSB French counterpart) |
| ECAREG | : | East Canadian Regulation |
| EPIRB | : | Emergency Position Indicating Radio Beacon |
| ETA | : | Estimated Time of Arrival |
| GPS | : | Global Positioning System |
| HF | : | High Frequency |
| IMO | : | International Maritime Organisation |
| MRSC | : | Maritime Rescue Sub Centre |
| SAR | : | Search And Rescue |
| SART | : | Search And Rescue radar Transponder |
| SOLAS | : | International convention for the Safety Of Life At Sea |
| t | : | tonne or metric ton |
| VHF | : | Very High Frequency |
| VHF DSC | : | VHF Digital Selective Calling |
| VTs | : | Vessel Traffic Service |

1 CIRCUMSTANCES

(All local time Newfoundland, UTC – 3h30)

CAP BLANC is a Ro-Ro coaster that operates between St Pierre (*Saint-Pierre et Miquelon French territory*), Miquelon and various ports of the Canadian Province of Newfoundland.

On the 1st of December 2008, she loads on deck de-icing salt bags in Argientia Harbour (Placentia Bay – Newfoundland). She sails out late in the morning towards Saint-Pierre. The passage generally lasts less than twelve hours depending on weather conditions.

After she has fulfilled the first reporting obligation to Placentia radio station, the vessel misses the next reporting time, forecast at about 21h10 and do not answer to the station call at 21h17. At this moment, she is out of range from the shore based AIS receptor located in Placentia.

Placentia radio station, under the authority of the Canadian Coast Guard, is in charge of the VTS in Placentia Bay. It relays also radio communications in favour of the SAR authorities.

During the following hours, the vessel is systematically and regularly called by shore-based and sea-based radio stations, using all communication means onboard. A Canadian Coast Guard vessel is diverted towards the area where *CAP BLANC* is supposed to be.

A first alert message is broadcast on 2 December 2008 at 07h08. Since 08h37 diverse maritime and airborne assets are dispatched on scene and the vessel is found at 10h54, capsized, floating keel upside, off Burin island (Burin Peninsula) at about 3 miles off the coast.

The presence of survivor(s) inside the hull is confirmed at 11h39. The vessel sinks at 14h09 in 130 m of water.

A subsequent investigation of the wreck will allow to recover the corpses of three out of the four members of the crew and to take on the occasion number of photographs inside and outside the wreck.

2 BACKGROUND

CAP BLANC is owned by Delta SA, a company from St Pierre. She is hired by Alliance SA a company grouping together local companies in order to provide for the archipelago supplies.

About the de-icing salt transportation from Argentia, the vessel is voyage chartered by an import company, in order to submit proposals to call for tenders of the service in charge of the road network maintenance. The annual quantity varies from 600 to 1000 metric tons.

The 1st December voyage was actually scheduled a week earlier, but had to be postponed because of internal problems in the shipping company.

In fact, *CAP BLANC* was operating exclusively for the archipelago service. It is to be noticed that the company Alliance SA has just lost the public service delegation which it held until now; therefore its future was uncertain.

3 VESSEL

CAP BLANC has been built in 1982 in Romania (DAMEN shipyards Galatz SA).

Her main details are as follow :

- **IMO registration** : **8328147 ;**
- **Call sign** : **FOXZ ;**
- **Length overall** : **38 m ;**
- **length between perpendiculars** : **32.80 m ;**
- **Breadth** : **10.20 m ;**
- **Freeboard** : **1701 mm ;**
- **Depth** : **4.45 m ;**
- **Draught** : **2.75 m ;**
- **Gross tonnage** : **324 UMS ;**
- **Deadweight** : **280 t ;**

- **Propulsion** : 2 engines VOLVO TAMD 122A (2x294 kW at 1800 rpm) ;
- **Propellers** : 2 FINNOY controllable pitch propellers ;
- **Electrical energy** : 2 DEUTZ F5L912 generators (50 KVA and 45 KVA – 2 x 60 kW) ;
- **Main engines & generators starting** : 2 sets of batteries ;
- **Bow thruster** : Out-of-service and disassembled ;
- **Steering gear** : 2 steering engines & 2 rudders ;
- **Service speed** : 10 knots.

CAP *BLANC* is registered at Saint-Pierre et Miquelon. She is out-fitted for the third navigation category.

Security certificates :

The last periodical survey has been done on 21 November 2008 by *Centre de Sécurité des Navires du Havre*.

The Classification society is Bureau Veritas. The Classification certificate, the navigation license and the [safety radiotelegraphy certificate](#) run until 31 August 2009. The International Ship Safety Certificate runs until 7 January 2010.

Controls and repairs have been done in the ballast tanks in April & May 2006. A dry-docking period was scheduled in 2009 (five-year special survey confirmed by Bureau Veritas).

The vessel was in a good state of maintenance.

Bridge :

Navigation aids :

Radar, GPS, AIS, a desktop computer as course recorder.

Communications :

NAVTEX, VHF, VHF DSC, portable VHF set, SART.

Outside, mounted on the rails and stanchions, at the aft of the flying bridge: Emergency Position Indicating Radio Beacon 406 Mhz KANNAD 406 WH type (release by seawater).

Automation :

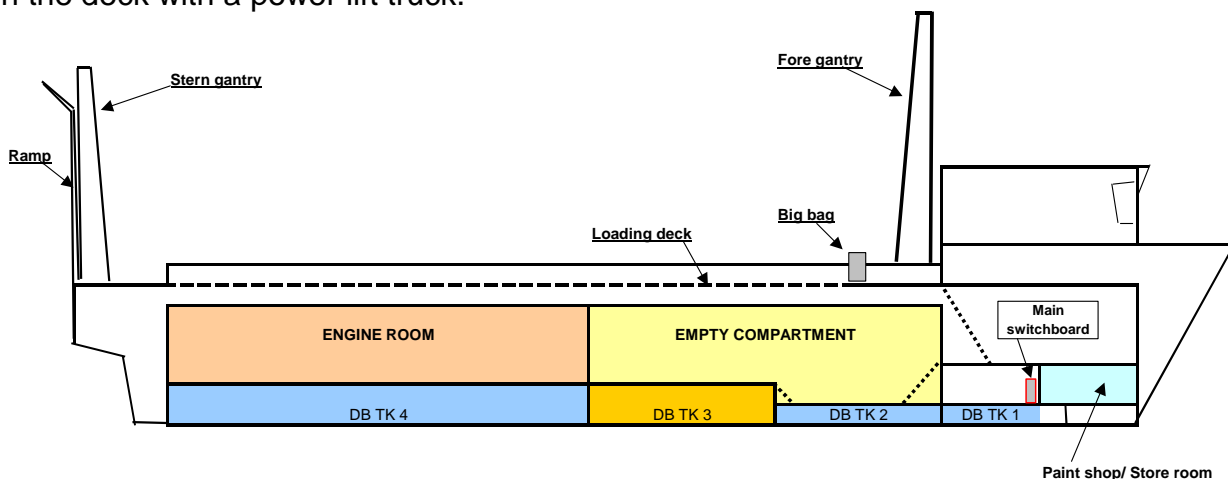
Pneumatic remote control of the main engines and of the propellers pitch. Air pressure failure will cause the propeller pitch to come to neutral as well as the main engine fuel control. Engine room alarm indicators are transmitted to the bridge.

Generators :

The 2 generators are located at the aft part of the engine room. The generator in operation is generally the port generator and there is no automatic start-up system on these generators (not compulsory). In case of a generator cut-off, it is necessary to go to the engine room and restart the port generator or to start the starboard generator and to couple it to the bus bars at the main switchboard located in the fore part of the vessel. Both generators are air refrigerated (belt-driven cooling fan). In case of black-out, the main engines do not stop.

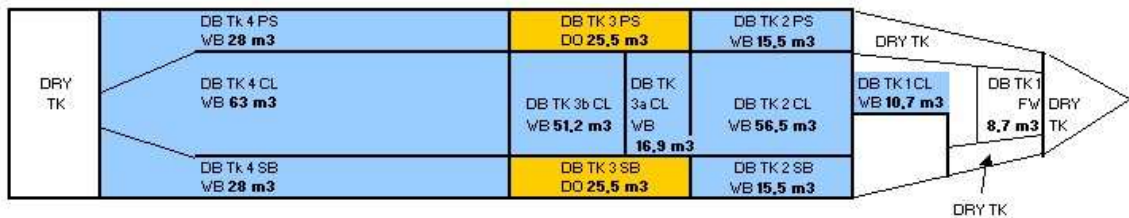
Loading space :

This area consists of an outdoor deck. Transformations made in May-June 2000 in PIRIOU shipyard in Concarneau (Brittany – France) have been mainly made up of the disassembly of the heavy lift derrick and of the installation of a stern ramp. Since this date the loading is a roll-on process or a vertical loading with a shore crane. The stowage is completed on the deck with a power lift truck.



Ballasting :

The vessel is fitted with a strong ballasting capacity. Anyway the ballast tanks are not fitted with telegauging devices and manual gauging is not undertaken. The process consists in measuring the working time of the ballast pump which flow-rate is about 50m³/h



Rescue equipment :

A semi-rigid dinghy with an out-board engine and 2 liferafts class 1 with hydrostatic release.

4 CREW

CAP BLANC is manned for international coasting traffic with a four person crew :

- Master,
- Chief engineer,
- 2 AB.

The master, aged 47, has a capacity of coastal navigation master certificate. He is the *CAP BLANC* permanent master since 2006. Before, he was on high-seas fishing vessels as mate, chief officer and master. Then he came to coastal fishing as skipper.

The Chief Engineer, aged 51, stood in for the permanent engineer on leave at this time. He has a capacity of 3000 kW chief engineer certificate. He usually holds "stand in for" jobs on vessels from the archipelago.

The Abs are respectively aged 49 and 53. The former holds a competency certificate for bridge watch and a Basic Safety Training certificate. He is on-board since 2007. The latter is onboard *CAP BLANC* since her arrival in Saint-Pierre.

Both have an up to date annual medical certificate.

5 SEQUENCE OF EVENTS

(All local time Newfoundland, UTC – 3h30)

On 1st December 2008

- *CAP BLANC*, alongside at Argentia since **07h35**, begins at **08h15** the loading of de-icing salt packaged in “big-bags” by a branch of HARVEY company, ARGENTIA FREEZERS AND TERMINALS. The load is of 204 metric tons in 160 bags.
- At **11h20**, as soon as the loading is completed, *CAP BLANC* sails out towards Saint-Pierre. Her ETA at Saint-Pierre is, at this step, midnight (local time, as reported by the master) ;
- At **14h36**, the vessel reports to Placentia radio her rounding of point “4 Bravo” and gives her ETA at point “1 Whisky” at 20h10; she also reports that she is altering course to 245°;
- At **17h20**, *CAP BLANC* is out of range of Placentia station AIS receptor. This loss of the AIS signal occurs while the vessel is in position 47°00.1N – 054°49.2W. Her speed is then of 7 kts and her course made good is 245°;
- At **20h27**, Placentia Radio calls back *CAP BLANC* who rectifies her ETA at point “1 Whisky” and forecasts her passage in 30 to 40 minutes i.e. at about 21h10 ;
- At **21h23**, Placentia Radio calls back *CAP BLANC* in vain ;
- At **22h30**, after one hour without any answer from *CAP BLANC* and according to the procedure in force, Placentia Radio reports to Saint-John’s MRSC the missing passage at point “1 Whisky” report from the vessel, forecast at 21h10 ;
- At **22h39**, a SAR case is created by Saint-John’s MRSC.
- At **23h09**, Placentia Radio contacts the HARVEY company local representative in Argentia; the latter indicates that he calls Saint-Pierre and reports back Saint-John’s MRSC.

- At **23h24**, VTS “ECAREG” sends by INMARSAT C a report request to *CAP BLANC* without getting any answer as *CAP BLANC* has not any INMARSAT station ;
- At **23h30**, On request of Placentia Radio, the Canadian Coast Guard vessel *GEORGE R. PEARKES* which is at about 25 miles in SW of Cape Saint-Mary, tries in vain to establish a communication with *CAP BLANC* IN VHF AND HF; *GEORGE R. PEARKES* is given instruction to call *CAP BLANC* every 30 minutes and to have a radar lookout during her transit; Placentia radio carries on its calls at the same pace as well; Saint-John’s MRSC is regularly in contact with the representative of the shipping company ;

On **2 December 2008**

- At **00h27**, the representative of the shipping company reports that he is to inform Saint-Pierre SAR representative ;
- At **04h52**, the representative of the shipping company reports to MRSC Saint-John’s that the vessel is not in port and that he will wait one hour before calling back ;
- At **05h01**, *GEORGE R. PEARKES* is given instruction to join the east of Saint-Pierre ;
- At **05h31**, MRSC Saint-John’s informs Saint-Pierre SAR representative ;
- At **07h08**, a first PAN message is broadcast ;
- At **08h37**, the Coast Guard rescue boat *W. JACKMAN* is dispatched. She gets underway at 09h00 ;
- At **08h42**, *GEORGE R. PEARKES* is appointed On Scene Commander for operation: she is on task at **09h24** ;
- At **09h09**, a Canadian Air Force Hercules C130 takes off ;
- At **09h21**, a Canadian Army helicopter Cormorant takes off ;
- At **10h16**, the C130 aircraft is on task ;

- At **10h30**, the Cormorant helicopter is on task ;
- At **10h54**, the helicopter discovers a capsized hull at position 46°59'N – 055°05'W ;
- At **11h04**, a MAYDAY RELAY message is broadcast ;
- At **11h14**, a empty liferaft is discovered ;
- At **11h39**, then at **11h44**, a crewmember of Royal Canadian Mounted Police (RCMP) vessel *MURRAY* manages to knock on the hull of *CAP BLANC* with a thrown metallic object and hear back frantic knocking coming from inside the vessel ;
- At **12h01**, the Canadian Coast Guard Rescue Boat *W. JACKMAN* is on task and begins to search around the wreck ;
- At **12h14**, the French Gendarmerie Maritime Patrol Boat *FULMAR* is on task ;
- At **13h45**, *GEORGE R. PEARKES* reports an evolution in the wreck situation and the possible foundering aft first ;
- At **14h04**, the RCMP Patrol Boat *MURRAY* reports a significant change in the wreck situation ;
- At **14h08**, the *CAP BLANC* wreck sinks in position 47°00.7'N – 055°04.45'W at a depth of 130 meters.

The search operation continues until 4 December evening.

It is to notice that from the time of the wreck discovery and the confirmation of life inside, the Canadian SAR authorities undertake to gather and operate investigation means (SAR engineers), diving and towing assets, support elements and look for the general arrangement of the vessel.

Subsequent investigations :

From 17 to 22 December 2008, investigations are operated on the wreck in order to search for the corpses of the *CAP BLANC* crew members. Three corpses are discovered and

surfaced. On this opportunity several video footages have been shot outside and inside the wreck, which is grounded upright laying on its starboard side.

Main pieces of information got from the analysis of the video footages shot during the underwater investigations :

- **Port propeller pitch** : the port propeller pitch is in a neutral position ;
- **Port rudder** : the port rudder is practically in a neutral position ; maybe slightly “on starboard” (the angle of the shot do not facilitate the picture interpretation) ;
- **Engines remote control** : an inside picture of the wheelhouse shows that the port main engine rpm control is in “slow” position while that of the starboard engine is in “service speed” position. On the other hand both pitch controls are on the “ahead” position. It is to be noticed that in the vicinity there is a computer (tower type) hanged by its connection cables ;
- **Wheelhouse clock** : the minute hand is on the 25 position. It is impossible to see the hour hand ;
- **Hull** : in consequence of the fall, the wreck is bend at the level of the midship-beam ;
- **Bridge backdoor** : it has been found opened ;
- **Port side ramp** : this ramp is not in position and has not been seen in the vicinity of the wreck ;
- **Stern ramp** : this ramp is broken away from the hull ;
- **Emergency Position Indicating Radio Beacon (EPIRB)** : it has been found on the bottom close to the wreck. The cover was removed, button switched “on”, thus manually activated at the time of the accident, nevertheless no signal has been received. This can come from the fact that very shortly after the activation, the beacon and its antenna have been submerged. The signal could not be received therefore by the satellite. It is to be noticed that the batteries of the beacon had an expiry date in November 2008, but it is well known that this kind of batteries work

properly long after their use-by date ; anyway, a period had been allowed by the ANFR inspector to change the batteries;

- **Starboard liferaft** : The quick release hook seems to have been opened; the deflated liferaft is caught in the superstructures, which would indicate the intervention of a crew member, although there is no certainty on this point. The liferaft began to inflate but did not free itself before the capsizing, that tends to prove it has been very quick ;
- **Computer** : the hard disc, retrieved from the central unit and brought back by the divers, was unworkable due to the damaged data layer . This equipment was fitted with the software for navigation and cartography.

6 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 aggravating** ;
- **circumstantial, inherent** ;

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 addressed by this accident. Their aim remains to avoid other accidents 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.

6.1 Natural factors

Estimation of the accident time

The last communication is between *CAP BLANC* and her Shipping company in Saint-Pierre at 21h00 (Saint-Pierre local time UTC-3) i.e. 20h30 (Newfoundland local time UTC-3h30). After that Placentia radio attempt to get contact at 21h23 is a unsuccessful.

The capsizing occurs thus between 20h00 and 21h23. In addition, a video footage taken inside the wheelhouse shows the clock. On this picture it is possible to observe quite clearly that the minute hand is stopped on the 25 position. This clock was set in UTC, i.e. having a 3h30 time-lag with St John's local time. It is then possible to deduce that the accident time is 20h55 Newfoundland local time (00h25 UTC).

Weather conditions

When *CAP BLANC* gets underway from Argentia, the wind is southerly at 14 kts. During the afternoon the wind is going to freshen rapidly :

- 14h30 : SE 19 kts, gusts to 25 kts,
- 16h30 : SE 21 kts, gusts to 28 kts,
- 18h30 : SSE 28 kts, gusts to 38 kts,
- 20h30 : SSE 26 kts, gusts to 36 kts,
- 21h30 : S 28 kts, gusts to 38 kts,
- 22h30 : S 32 kts, gusts to 42 kts.

The sea state due to wind waves is rough and the south-easterly swell is 3 meters high in the area at the time of the accident. Taking into account the wind direction during the hours prior to the accident, the current should flow to the North-North-East and thus has no aggravating effect on the sea state. Anyway, it is convenient to emphasise that the sailors used to the area specify that the sea state is far rougher than the sole wind force could presumably let estimate.

The master had the weather forecast which he took into account by getting under way soon in order to “pass through” before the forecast deteriorating weather conditions (see Appendix D).

Considering material and human factors analysed thereafter, the strong weather encountered at the open of Placentia Bay is a **causal factor** of the accident.

6.2 Material factors

The load situation and the low free-board were likely to put the vessel in jeopardy if she found herself with the rough sea and swell abeam. In the present case, *CAP BLANC* was heading 245° and thus received the wind and the sea on the port bow (about 60° from the bow as wind and swell were southerly). The master had never expressed his intention to make a U-turn. Such a manoeuvre would have put the vessel *de facto* with the swell abeam.

The occurrence of a particular event is necessary to let down the vessel in such a situation. It could be a failure of the propulsion system or of the steering gear.

About the propulsion system, the two main engines are independent, particularly for the security devices. The cut-off of an engine has no impact on the running of the other and the vessel keeps a propulsion capacity which seems appropriate to stand on up-wind.

On the contrary, the working of the steering gear is affected by the generator cut-off or by a failure of the electrical control of the steering presses.

a) Assumption of an electrical failure

Underway, only one generator is in operation, presumably the port generator (50 kVA) which is in a better state. It powers the main switchboard on which are connected the steering engines. This generator cuts off by security in case of failure : oil pressure or fan belt break (air cooling). A belt break already occurred during year 2008. The belt has been replaced by a spare belt which has been on board for an unknown time.

There is no automatic start-up system for the generators, but the cut-off of a generator has no immediate incidence on the main engines running. These one have their own security circuit, start with batteries and have a pneumatic remote control fed by a bottle.

The most important immediate consequence of a black-out is the stopping of the steering gear. The starting up of the generator is done locally in the engine room. It is therefore necessary to go to this compartment to start the spare generator, then to come back to the fore compartment to engage the circuit breaker on the main switchboard. This procedure takes at least 5 minutes to someone having a good knowledge of the electric circuitry.

b) Assumption of the steering gear electric control failure

The steering gear is electrically controlled from the bridge. This control operates directly from the tiller or the autopilot. As any electric circuit, it is protected by a fuse (likely to blow). Incidentally, this event already occurred at least once during the past years.

In case of control failure, an emergency procedure is set, consisting of four by-pass valves to be opened in the steering compartment and to steer using the emergency steering wheel in the wheelhouse. The valves are marked and the crew is trained to operate the emergency wheel. However, in this situation, a 5 minutes lead time is necessary to make the system operational.

In addition, the bridge backdoor, allowing to access the engine room, usually closed at sea, has been found opened and the chief engineer corpse has been recovered in the companion ladder. These facts corroborate the assumption of an intervention (attempt) in the engine room.

With both assumptions the lead time can explain that the vessel broach-to and lay beam onto the waves and swell, before being able to recover a manoeuvring capacity. Yet, the port rudder, the only one to be seen on video, has been found in an almost neutral position, while the port main engine control is in "slow" position. That could match with the situation of a vessel with a steering gear failure, broaching-to due to wind and waves action (the bridge is at the fore and the wind action is to fall off), and the man on watch or the master tries to compensate the falling off by slowing the port engine.

Moreover, the lack of the bow thruster activated by a heat engine but dismantled at the time of the accident, prevents to use this equipment to attempt to head up.

About the propeller blades position, the underwater video shows it is neutral although the pitch control in the wheelhouse is on "ahead". The explanation is that when the remote control air pressure vanishes, the pitch automatically comes to neutral. At sea, an excessive use

of remote control compressed air for common tasks habitually leads to a slowing down of the engine or to a pitch reduction.

The weak rotation couple due to the asymmetric thrust of the propellers and the rudder angle, jammed in neutral or lightly to starboard could not allow the vessel to head up.

The assumption of a loss of the steering capacity seems to be consistent, likely to let the vessel to broach-to. It would therefore be a **causal factor** of the accident.

This assumption is based on the lead time necessary to restart the electric power production. This lead time is caused by the design of the electrical circuitry, with in particular the lack of automatic start-up or remote controlled starting up capacity of the spare generator. In this particular case the configuration would be an **underlying factor** of the accident.

6.3 Human factors

Loading of *CAP BLANC* on 1st December 2008 in Argentina

a) Salt load

The salt load initially planned by the charterer, accordingly with the owner, was of 210 metric tons of de-icing salt. However the owner sent an e-mail to the provider at the end of November to precise that the vessel would load only 180 metric tons.

This seems to be an initiative of the owner considering the forecast weather conditions.

However, on the master's order, 160 big bags i.e. 204 metric tons of salt were actually loaded on *CAP BLANC* deck on 1st December 2008.

b) The stowage

The bags are stored on the deck with in fact no free space unless a 40 cm wide corridor on starboard. The power lift truck, weight 4 metric tons, used to handle the load is also stored on the deck wedged by bags.

The bags dimensions are as follow : 0.89 x 0.89 x 1.07 m. The height of the gravity centre from the base line is of 4.90 m.

c) Determination of the actual ballasting on departure from Argentina

The draught reported by the master on departure (sailing off statement to Placentia radio) is of 2.80 m. The corresponding displacement is 566.6 metric tons. If the total of the light displacement, i.e. 359 metric tons, plus the load weight (208 metric tons with power lift truck) is subtracted to this figure, the result is negative. But it is known that there were actually 18 metric tons of stores (11 t of fuel and 7 t of fresh water) in addition to sea water in the side ballast tanks number 4. The reported draft is clearly erroneous.

On the other hand, BEAmer investigator are in possession of a set of photographs shot on 26 February 2007 showing *CAP BLANC* sailing out from Argentina with a salt bag load identical to the 1st December load. The handling company records indicates that on this day the load was of 209 metric tons (213 t with the power lift truck). The quality of the digital photograph is such that it allows to estimate with a rather good precision the corresponding draught. The figure 30 is indeed completely out of the water, while the distance between the bottom of the figure 30 and the surface of the water is equivalent to the height of the figure 30. The figure 28 is immersed as well as the free board mark.

The displacement on the 26 February is thus 598 metric tons. The stability calculation leads to a global weight of stores and ballast tanks of 25 t, i.e. at the most 10 t of ballasting water with about 15 t of stores.

Thanks to the similarity of the situations between the 26 February passage and the 1st December one, it is possible to conclude that the ballasting water embarked on both passages did not exceed 10 metric tons. It was distributed between side ballast tanks number 4 in order to correct the residual list and to improve the trim.

d) Intact stability on departure from Argentina

(See calculations made by Bureau Veritas in Appendix F).

The following table recapitulates the loading, ballasting water and stores data. The embarked weights as loading and stores weights are actual figures. The ballasting water weight comes by deduction considering the vessel draughts and is also a reliable figure, though impossible to check on a document transmitted to the owner or to the port authority before sailing off.

Le chargement initial dans le logiciel est le suivant.

ELEMENTS DE CHARGEMENT

| CAPA No | REF. | ELEMENT | POIDS (t) | KG (m) | LCG (m) | YG (m) | FSM (t.m) |
|---------------|-----------------|---------|-----------|--------|---------|--------|-----------|
| 10 | WB DB 4S | 6-20 | 5 | 0.891 | 7.074 | 1.972 | 13.07 |
| 11 | WB DB 4P | 6-20 | 5 | 0.891 | 7.074 | -1.972 | 13.07 |
| 12 | FW DB 1AC | 53-56 | 7 | 1.194 | 29.102 | 0 | 1.93 |
| 13 | FO DB 3S | 20-32 | 3.6 | 1.1 | 13.91 | 3.402 | 6.48 |
| 14 | FO DB 3P | 20-32 | 3.6 | 1.1 | 13.91 | -3.402 | 6.48 |
| | charge | | 208 | 4.9 | 12.6 | 0 | 0 |
| | vivres | | 0.5 | 5 | 31 | 0 | 0 |
| | equipage | | 1 | 3.8 | 30 | 0 | 0 |
| | caisse journ SB | | 1.93 | 3.16 | 11.325 | 0 | 0.48 |
| | caisse journ PS | | 1.93 | 3.16 | 11.235 | 0 | 0.48 |
| PORT EN LOURD | | | 237.56 | 4.474 | 12.984 | 0 | 42 |

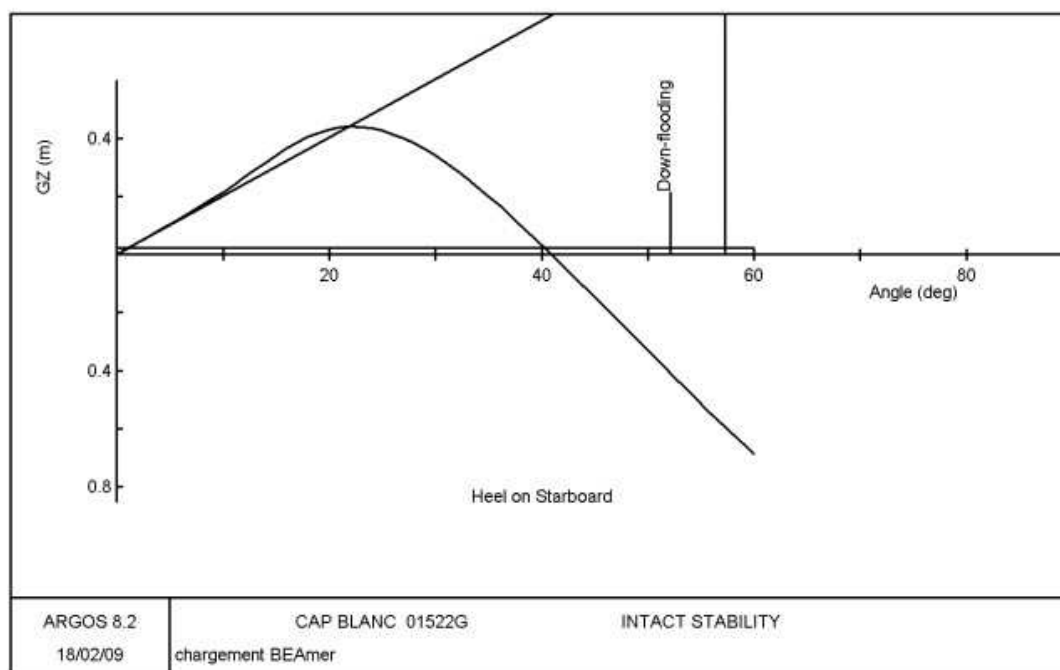
RESUME DU CHARGEMENT

| | POIDS (t) | KG (m) | LCG (m) | YG (m) | FSM (t.m) |
|---------------|-----------|--------|---------|--------|-----------|
| PORT EN LOURD | 237.56 | 4.474 | 12.984 | 0 | 42 |
| NAVIRE LEGE | 358.96 | 4.414 | 16.519 | 0 | 0 |
| POIDS TOTAL | 596.52 | 4.438 | 15.111 | 0 | 42 |

Righting lever graph (statical stability curve) :

ARGOS 8.2.s : 93114M
INTACT STABILITY

CAP BLANC 01522G PAGE 989
Client: 001 - Bureau Veritas DT5 18/02/09



ARGOS 8.2
18/02/09

CAP BLANC 01522G
chargement BEAmer

INTACT STABILITY

e) Consequences

The loading, as completed in Argentia on 1st December, is frankly apart from the loading cases depicted in the approved stability booklet for the master's use, especially because the closest case is calculated with "summer load line mark", while the ship is in "winter" conditions.

Static stability

Except for one unsatisfied IMO criteria (maximum righting couple angle, see Appendix F4/8), the calculations results do not highlight a very damaged stability.

Dynamic Stability

The difficulties encountered for the simulations, in particular for the "calibration" of the rolling deadening phenomenon do not allow to perform precise enough calculations on the dynamic stability of the vessel (combination of wind effects, swell and vessel motion)

However the combination of the following "static" data :

- deck line immersion for a 15° list (see Appendix 1/8),
- lever arm too weak for righting the vessel (in case of list bigger than 22.4°),
- rolling period of 8.7 sec. (see Appendix F3/8).

and of actual wind and swell conditions is convenient to explain the vessel vulnerability in the case of a failure leading to a several minute impossibility to manoeuvre.

The vessel rolling period, close to the period of the swell generated by 3 to 4 meter waves (less than 10 sec.), induces a risk of synchronism and then of resonance generating a roll of greater amplitude if the vessel is not able to alter her course. In these conditions, the deck line is rapidly immersed. During these short periods a higher wave (theoretical height over 6 m – See Appendix F 8/8) puts the vessel at high risk to capsize.

Flooding of the empty compartment leading to the engine room

The calculations performed by Bureau Veritas show a very important deterioration of the stability when there is a 3-meter-high water level in the empty compartment (See Appendix F 5/8). Even opened, the access door to this compartment remains quite well protected by a coaming and by the big bags, in case of high enough seas breaking on the deck.

A fast flooding of the compartment is therefore not retained by *BEA*mer as a causal factor of the capsizing.

On the other hand a slower flooding would have been detected by the crew and the master would surely have let Placentia radio and the owner know about his problems.

Free surface effect on the deck

Bureau Veritas indicates that the bags rows divide efficiently the free surface on the deck ; so as the dangerous effects for the vessel stability, even if the level of water on deck is up to 0.50 m, are limited. In the same way than above, such a situation resulting from a relative slow flooding of the deck would have been detected by the crew and the master would have sent an alert message.

The loading scheme on 1st December is the **main causal factor** of the capsizing.

However this practice was not new, insofar as during the two last years, at least 6 loading of the same type (195 to 219 t of salt packaged in bags) have been operated, without any noticeable incident. The crew have then slowly integrated the case of the following load :

- 200 to 220 t of salt on the deck,
- reduced stores,
- almost no ballasting water,

as being the norm, but not validated by stability calculations done by the crew or as a new approved loading case.

This kind of habit in the use to load salt in Argentia is a **contributing factor**.

6.4 Other factors

Lack of EPIRB signal reception

The beacon has been recovered at close proximity from the wreck, cap removed and switched on (but the cap could have been unscrewed in the past or even not properly screwed back). Furthermore, it is not necessary to open the cap to activate the beacon; the fact of taking the beacon from its support is enough.

The lack of EPIRB signal reception, despite it was found in position “transmit”, but with a doubt about the condition of activation, manual or automatic, deprived the crew from a faster intervention of the rescue teams. This is an **aggravating factor** of the accident that resulted for the sailors still alive in the capsized hull in the loss of an opportunity to be rescued.

7 EXECUTIVE SUMMARY

- 7.1** *CAP BLANC* sails off Argentina with a load damaging her stability : assigned free-board mark submerged, lack of ballasting water, reduced stores.
- 7.2** She faces, at the open of Placentia Bay, a southerly wind freshening progressively and a moderate swell with a rough sea state, usual in this area.
- 7.3** An incident occurs, that takes a lead time to recover (steering gear failure is the most probable assumption) and leads the vessel to broach-to, laying wind, waves and swell abeam. The loading conditions do not allow her to face this situation and she capsizes suddenly.
- 7.4** The EPIRB signal, though set on but with no doubt immersed is not received by a shore-based station, cutting the opportunity of an immediate dispatching of the rescue assets.

8 RECOMMENDATIONS

BEAmer recommends :

8.1 To the owners and masters of small cargo vessels, in particular Ro-Ro

To check that the loading practices do not lead to overcome the allowed limitations; each loading should be subject to a comparison with a case of the approved stability booklet; in case of doubt or of a loading too different from the validated loading cases, it is convenient to request a study and a validation by a classification society for additional loading cases. The loading cases have to take into account the weather conditions generally encountered in the operating area.

8.2 To the administration

To check, during the commissioning inspection and during periodic inspections, that the EPIRB is mounted at a place where there is the lowest risk for it to be retained by superstructures or whatever could prevent it from floating free in case of capsizing.

*BEA*mer wonders about the fact that the repeated inobservance of the assigned free-board conditions has never been subjected to an official report.

Finally, *BEA*mer **notices with interest** that the AIS reception area extension is already planned for the foundering area by the Canadian authorities.

LISTE DES ANNEXES

APPENDIX

- A. **Décision d'enquête****
Enquiry decision

- B. **Photographies****
Photographs

- C. **Cartographie****
Chart

- D. **Météorologie****
Meteorology

- E. **Arbre des causes****
Cause-and-effect diagram

- F. **Calcul de stabilité****
Stability

Décision d'enquête
Enquiry decision



Bureau d'enquêtes sur
les événements de mer



Paris, le 05 DEC. 2008
N/réf. : BEAmer

000399

DÉCISION

Le Ministre l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire;

- Vu la loi n° 2002-3 du 3 janvier 2002 relative aux enquêtes techniques après événements de mer ;
- 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 l'événement du 02 décembre 2008 ;

DECIDE

Article 1 : En application de l'article 14 de la loi sus-visée, une enquête technique est ouverte concernant le naufrage du cargo roulier *CAP BLANC* survenu le 02 décembre 2008 au large de Saint-Jean de Terre Neuve, immatriculé à Saint-Pierre et Miquelon sous le n°768081 et battant pavillon français.

Article 2 : Elle aura pour but de rechercher les causes et de tirer les enseignements que ces événements comportent pour la sécurité maritime, et sera menée dans le respect des textes applicables, notamment le titre III de la loi sus-visée et la résolution MSC.255 (84) de l'Organisation Maritime Internationale.

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

BEAmer

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

Pour le Ministre et par délégation
Le Directeur du BEAmer
Jean-Pierre MANNIC



Annexe B
Appendix B

Photographies
Photographs

Photo : Garde Côtière canadienne
Photo : Canadian Coast Guard



Navire retourné (2 décembre 2008 vers 12H00, heure de Terre-Neuve)
Capsized vessel (2 December around 12h00 Newfoundland local time)

Photo : J. Mc Grath



Voyage du 26 février 2007
(chargement de 209 tonnes de sel de déneigement)
Passage on 26 February (load of 209 t of de-icing salt)

Photo : J. Mc Grath



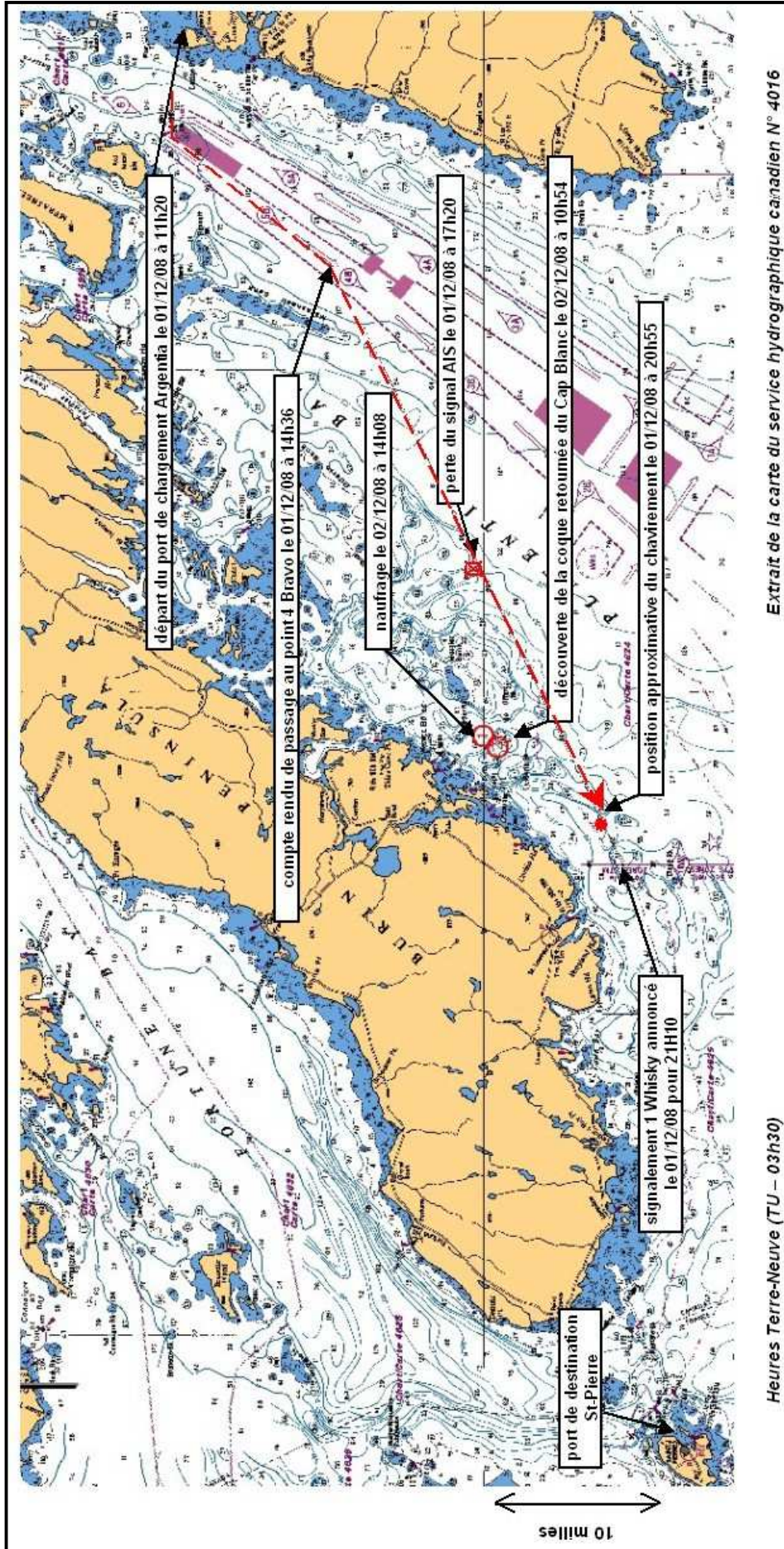


Safran et hélice bâbord
Portside rudder and propeller



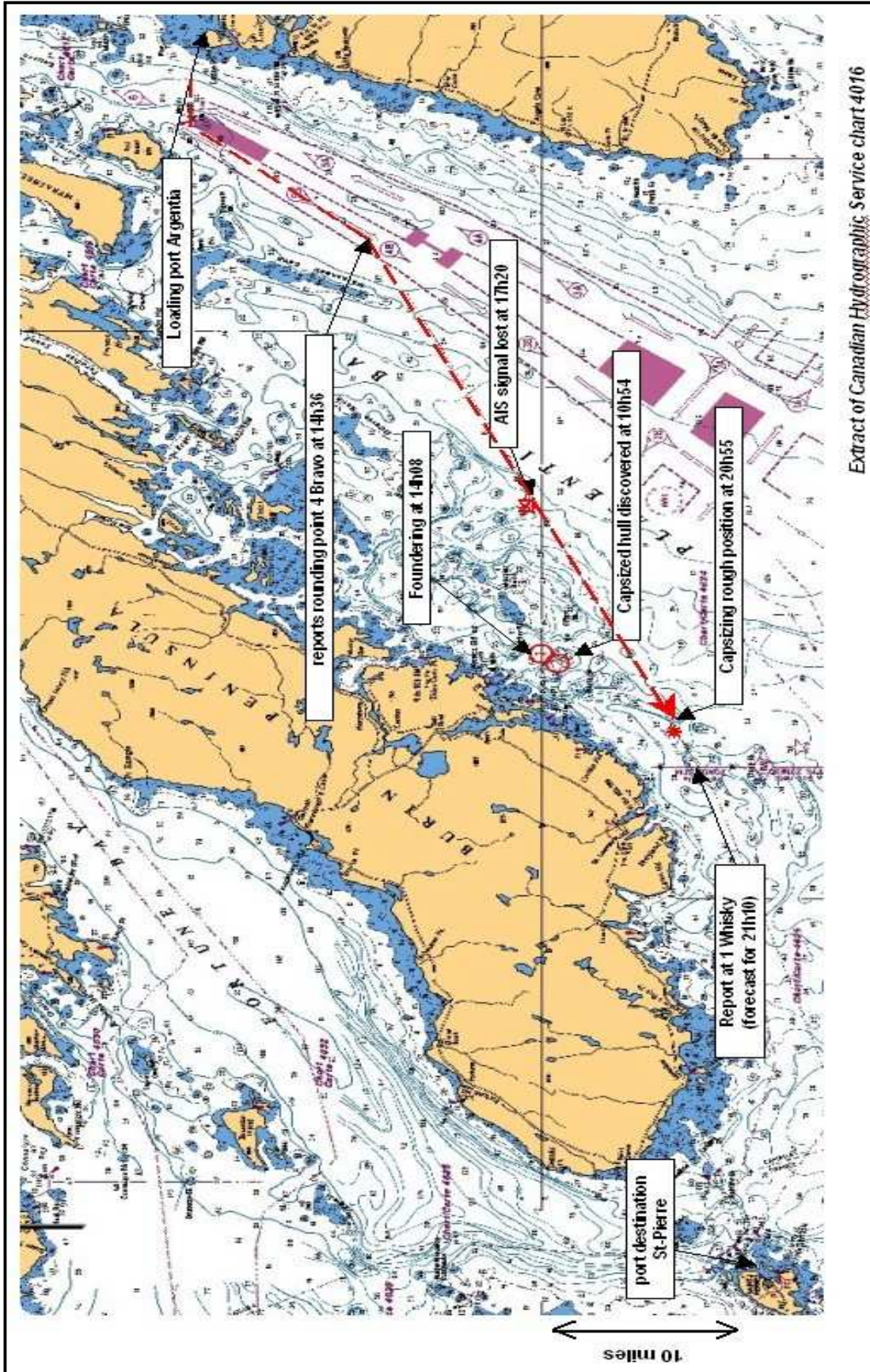
Position des commandes moteur
Main engine control position

Cartographie
Chart



Extrait de la carte du service hydrographique canadien N° 4016

Heures Terre-Neuve (TU – 03h30)



Extract of Canadian Hydrographic Service chart 4016

Annexe D
Appendix D

Météorologie
Meteorology

CONDITIONS METEOROLOGIQUES

PREVISIONS ET OBSERVATIONS

1 TEMPS PREVU WEATHER FORECAST

Dec. 01, 2008 06:23Z (1^{er} décembre 2008 - 02h53 Terre Neuve)
Dec. 01, 2008 06:23Z (02h53 Newfoundland)

Marine forecast for Newfoundland issued by ENVIRONMENT CANADA at 03 :00 AM NST Monday 1 December 2008 for today, tonight and Tuesday.

SOUTHWEST COAST :

Wind light increasing to southeast 20 knots near noon to south 30 this afternoon with gusts to 40 along the coast. Wind veering to southwest 25 overnight. Rain today and tonight. A few showers beginning near noon Tuesday. Fog patches forming this afternoon and dissipating Tuesday morning.

SOUTH COAST :

East coast – Cape St-Francis and south.

Wind west 15 to 20 knots diminishing to light early this morning and increasing to southeast 20 to 25 this afternoon. Wind increasing to southwest 30 near midnight. Rain and fog patches beginning this afternoon and ending Tuesday afternoon.

Dec. 01, 2008 13:20Z (1^{er} décembre 2008 - 09h50 Terre Neuve)
Dec. 01, 2008 13:20Z (09h50 Newfoundland)

Marine forecast for Newfoundland issued by ENVIRONMENT CANADA at 10 :00 AM NST Monday 1 December 2008 for **tonight and Tuesday**.

SOUTHWEST COAST :

Wind southeast 20 knots increasing to south 30 this afternoon with gusts to 40 along the coast. Wind veering to southwest 25 late overnight. Rain ending early Tuesday morning. A few showers beginning near noon Tuesday. Fog patches forming this afternoon and dissipating Tuesday morning.

SOUTH COAST:

East coast – Cape St-Francis and south.

Wind light increasing to southeast 20 to 25 knots this afternoon and to southwest 30 near midnight. Rain and fog patches beginning this afternoon and ending Tuesday afternoon.

Dec. 01, 2008 18:50Z (1^{er} décembre 2008 - 15h20 Terre Neuve)

Dec. 01, 2008 18:50Z (15h20 Newfoundland)

Marine forecast for Newfoundland issued by ENVIRONMENT CANADA at 03:30 PM NST Monday 1 December 2008 for **tonight and Tuesday**.

SOUTHWEST COAST :

Wind southeast 30 knots with gusts to 40 along the coast. Wind veering to southwest 25 near midnight. Rain ending early Tuesday morning. A few showers beginning near noon Tuesday. Fog patches dissipating Tuesday morning.

SOUTH COAST :

East coast – Cape St-Francis and south.

Gale warning in effect. Wind southeast 20 to 25 knots increasing to southwest 35 near midnight then diminishing to 25 late Tuesday morning. Rain and fog patches ending Tuesday afternoon.

Dec. 01, 2008 23:25Z (bulletin émis le 1^{er} décembre 2008 - 19h55 Terre Neuve)

Dec. 01, 2008 23:25Z (bulletin emitted at 19h55 Newfoundland)

Marine forecast for Newfoundland issued by ENVIRONMENT CANADA at 08:00 PM NST Monday 1 December 2008 for **tonight and Tuesday**.

SOUTHWEST COAST :

Wind southeast 30 knots veering to southwest 25 late this evening. A few showers ending early Tuesday morning. A few showers Tuesday afternoon and evening. Fog patches dissipating Tuesday morning.

SOUTH COAST :

East coast – Cape St-Francis and south.

Gale warning in effect.

Wind southeast 25 knots with gusts to 35 along the coast. Wind increasing to southwest 35 near midnight then diminishing to 25 late Tuesday morning. Periods of rain and fog patches ending Tuesday afternoon.

2 - HAUTEUR DES VAGUES PREVUE
Waves height forecasts

Dec.01, 2008 09:26Z (bulletin émis le 1^{er} décembre 2008 - 05h56 Terre Neuve)
Dec.01, 2008 09:26Z (bulletin emitted at 05h56 Newfoundland)

Waves height forecasts for Newfoundland issued by ENVIRONMENT Canada at 06 :00 AM NST Monday 1 December 2008 for **today, tonight and Tuesday**.

SOUTHWEST COAST :

Seas 1 to 2 metres building to 2 to 3 early this evening and 3 to 4 Tuesday morning.

Dec.01, 2008 21:21Z (bulletin émis le 1^{er} décembre 2008 - 17h51 Terre Neuve)
Dec.01, 2008 21:21Z (bulletin emitted at 17h51 Newfoundland)

Waves height forecasts for Newfoundland issued by ENVIRONMENT Canada at 06 :00 PM NST Monday 1 December 2008 for **today, tonight and Tuesday**.

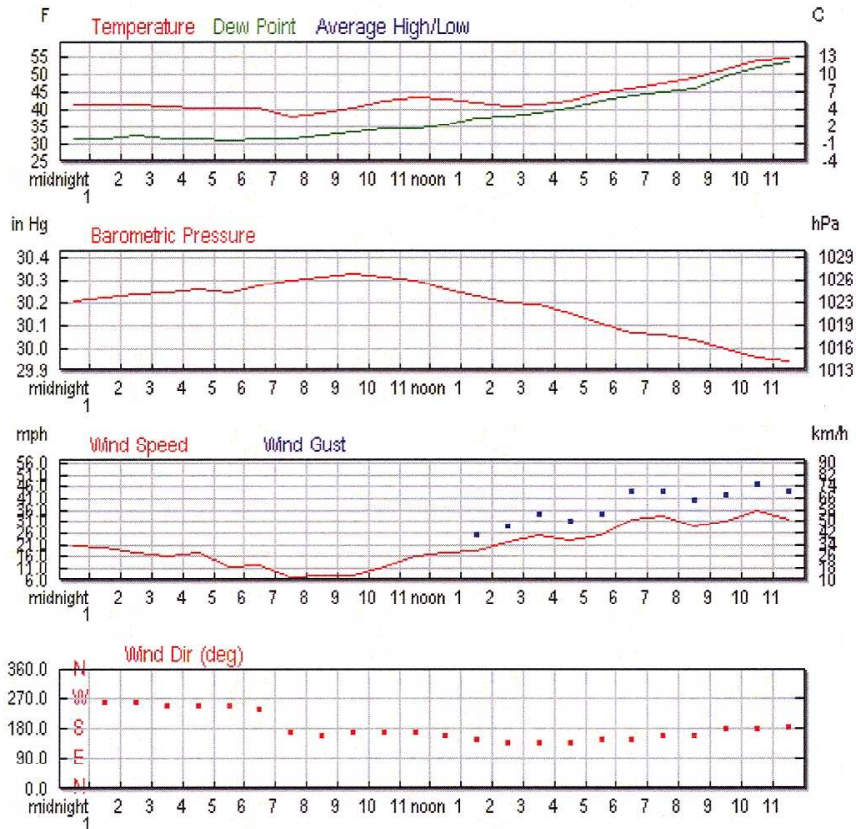
SOUTHWEST COAST :

Seas 1 to 2 metres building to 3 this evening.

3 - TEMPS OBSERVE Observed weather

Ces prévisions pour le 1^{er} décembre ont été validées par les relevés ci-après:

These weather forecast for 1st December have been validated by the following records :



Hourly Observations

| Time (NST): | Temp.: | Dew Point: | Humidity: | Sea Level Pressure: | Visibility: | Wind Dir: | Wind Speed: | Gust Speed: | Precip: | Events: | Conditions: |
|-------------|--------|------------|-----------|---------------------|-------------|-----------|---------------------|-------------|---------|---------|-------------|
| 12:30 AM | 5.5 °C | 0.0 °C | 68% | 1022.9 hPa | - | West | 33.3 km/h / 9.3 m/s | - | N/A | | Unknown |
| 1:30 AM | 5.5 °C | -0.1 °C | 67% | 1023.1 hPa | - | West | 31.5 km/h / 8.7 m/s | - | N/A | | Unknown |
| 2:30 AM | 6 °C | 0 °C | 60% | 1024 hPa | - | West | 27.8 km/h / | - | - | | |
| 2:30 AM | 5.5 °C | 0.5 °C | 70% | 1023.8 hPa | - | West | 27.8 km/h / 7.7 m/s | - | N/A | | Unknown |
| 3:30 AM | 5.4 °C | -0.2 °C | 67% | 1024.1 hPa | - | WSW | 25.9 km/h / 7.2 m/s | - | N/A | | Unknown |
| 4:30 AM | 5.1 °C | -0.2 °C | 69% | 1024.7 hPa | - | WSW | 27.8 km/h / 7.7 m/s | - | N/A | | Unknown |
| 5:30 AM | 5 °C | -0 °C | 59% | 1024 hPa | - | WSW | 18.5 km/h / | - | - | | |
| 5:30 AM | 4.9 °C | -0.3 °C | 69% | 1024.3 hPa | - | WSW | 18.5 km/h / 5.1 m/s | - | N/A | | Unknown |
| 6:30 AM | 5.1 °C | -0.2 °C | 69% | 1025.2 hPa | - | WSW | 20.4 km/h / 5.7 m/s | - | N/A | | Unknown |
| 7:30 AM | 3.5 °C | -0.1 °C | 77% | 1026.1 hPa | - | South | 11.1 km/h / 3.1 m/s | - | N/A | | Unknown |

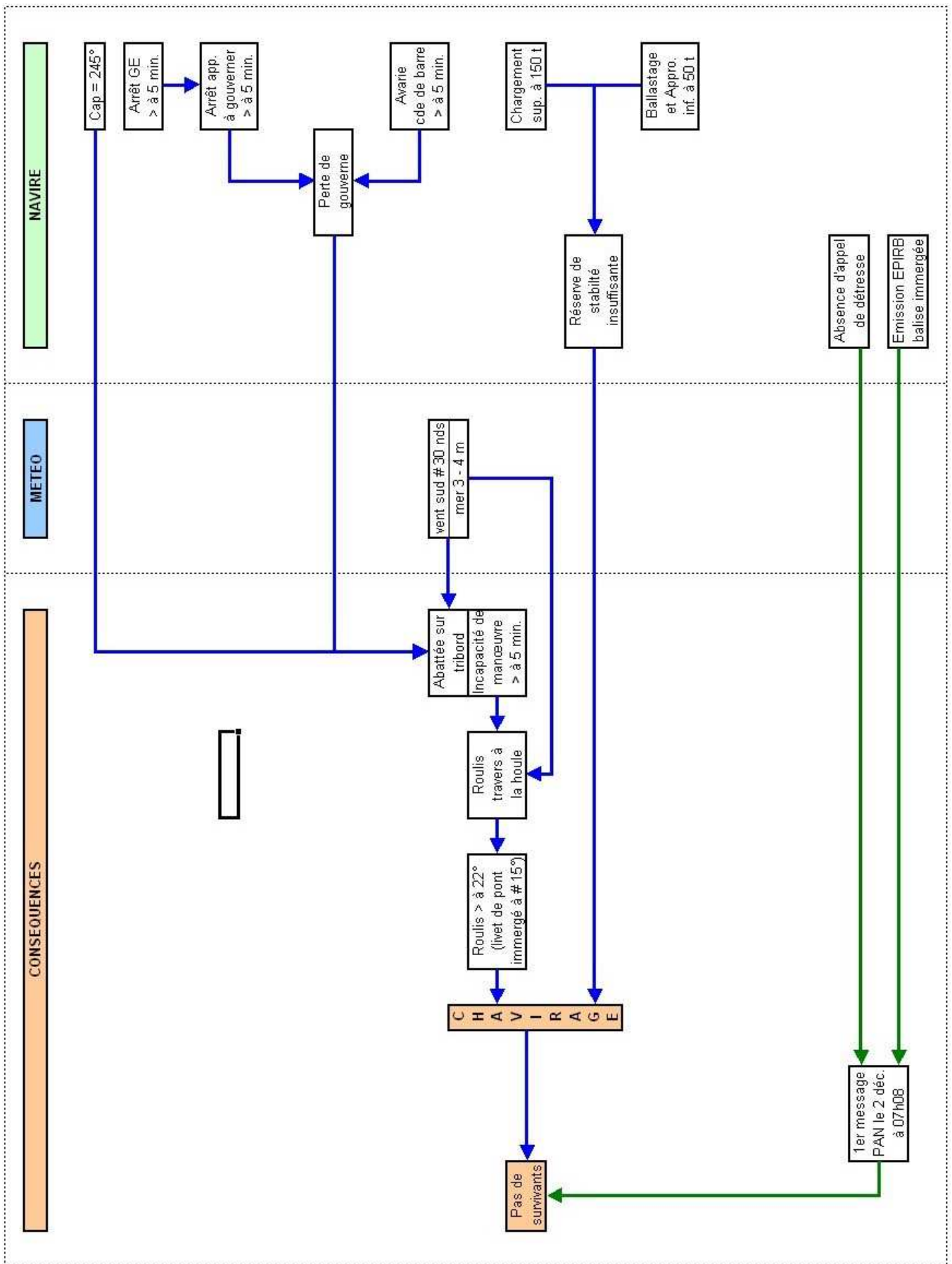
| | | | | | | | | | | |
|----------|---------|---------|-----|------------|---|-------|-------------------------|-------------------------|--------|---------|
| 8:30 AM | 4 °C | 1 °C | 68% | 1027 hPa | - | SSE | 13.0 km/h | - | - | |
| 8:30 AM | 4.2 °C | 0.6 °C | 78% | 1026.8 hPa | - | SSE | 13.0 km/h / 3.6 m/s | - | N/A | Unknown |
| 9:30 AM | 5.1 °C | 1.1 °C | 76% | 1026.9 hPa | - | South | 13.0 km/h / 3.6 m/s | - | N/A | Unknown |
| 10:30 AM | 6.1 °C | 1.7 °C | 74% | 1026.5 hPa | - | South | 18.5 km/h / 5.1 m/s | - | N/A | Unknown |
| 11:30 AM | 7 °C | 2 °C | 61% | 1026 hPa | - | South | 25.9 km/h / | - | - | |
| 11:30 AM | 6.7 °C | 1.7 °C | 71% | 1025.9 hPa | - | South | 25.9 km/h / 7.2 m/s | - | N/A | Unknown |
| 12:30 PM | 6.4 °C | 2.1 °C | 74% | 1024.7 hPa | - | SSE | 27.8 km/h / 7.7 m/s | 42.6 km/h / 11.8 m/s | N/A | Unknown |
| 1:30 PM | 5.7 °C | 3.2 °C | 84% | 1023.6 hPa | - | SSE | 29.6 km/h / 8.2 m/s | 40.7 km/h / 11.3 m/s | N/A | Unknown |
| 2:30 PM | 5 °C | 4 °C | 86% | 1022 hPa | - | SE | 35.2 km/h / | - | - | |
| 2:30 PM | 5.2 °C | 3.5 °C | 89% | 1022.5 hPa | - | SE | 35.2 km/h / 9.8 m/s | 46.3 km/h / 12.9 m/s | 0.1 cm | Unknown |
| 3:30 PM | 5.5 °C | 4.0 °C | 90% | 1022.1 hPa | - | SE | 40.7 km/h / 11.3 m/s | 55.6 km/h / 15.4 m/s | N/A | Unknown |
| 4:30 PM | 6.2 °C | 5.0 °C | 92% | 1020.9 hPa | - | SE | 37.0 km/h / 10.3 m/s | 50.0 km/h / 13.9 m/s | N/A | Unknown |
| 5:30 PM | 7 °C | 6 °C | 90% | 1020 hPa | - | SSE | 40.7 km/h / | - | - | |
| 5:30 PM | 7.4 °C | 6.1 °C | 92% | 1019.5 hPa | - | SSE | 40.7 km/h / 11.3 m/s | 55.6 km/h / 15.4 m/s | N/A | Unknown |
| 6:30 PM | 8.2 °C | 6.9 °C | 92% | 1018.2 hPa | - | SSE | 51.9 km/h / 14.4 m/s | 70.4 km/h / 19.5 m/s | N/A | Unknown |
| 7:30 PM | 8.9 °C | 7.4 °C | 90% | 1017.8 hPa | - | SSE | 53.7 km/h / 14.9 m/s | 70.4 km/h / 19.5 m/s | N/A | Unknown |
| 8:30 PM | 10 °C | 8 °C | 88% | 1017 hPa | - | SSE | 46.3 km/h / | - | - | |
| 8:30 PM | 9.7 °C | 8.1 °C | 90% | 1017.2 hPa | - | SSE | 46.3 km/h / 12.9 m/s | 64.8 km/h / 18.0 m/s | N/A | Unknown |
| 9:30 PM | 11.3 °C | 10.1 °C | 92% | 1015.8 hPa | - | South | 50.0 km/h / 13.9 m/s | 68.5 km/h / 19.0 m/s | N/A | Unknown |
| 10:30 PM | 12.6 °C | 11.4 °C | 92% | 1014.3 hPa | - | South | 57.4 km/h / 15.9 m/s | 75.9 km/h / 21.1 m/s | N/A | Unknown |
| 11:30 PM | 13 °C | 12 °C | 95% | 1014 hPa | - | South | 51.9 km/h / | - | - | |
| 11:30 PM | 12.8 °C | 12.2 °C | 96% | 1013.8 hPa | - | South | 51.9 km/h / 14.4 m/s | 70.4 km/h / 19.5 m/s | N/A | Unknown |

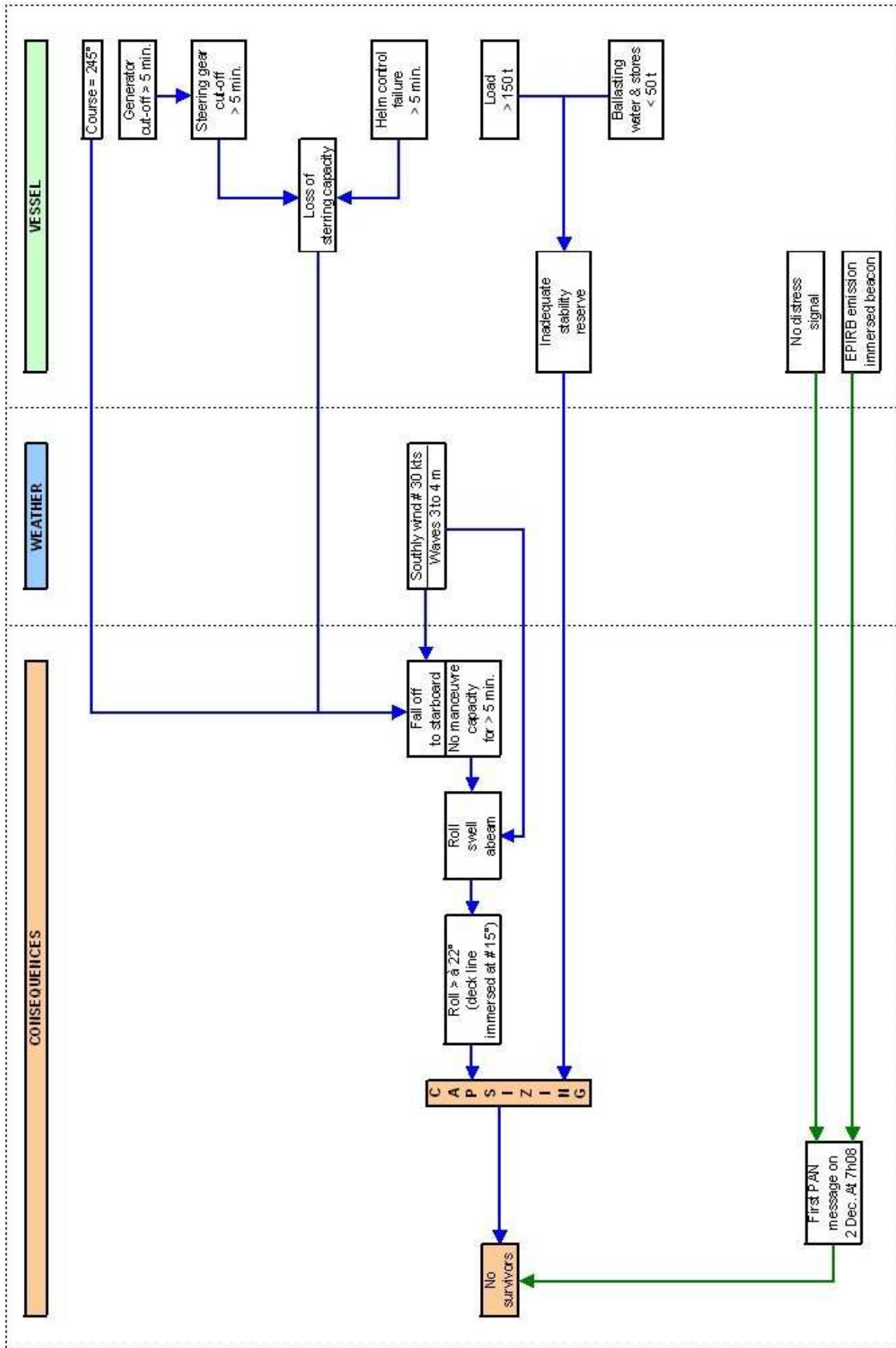


Copyright © 2009 Weather Underground, Inc.

Heure du chavirement
Capsizing time

Arbre des causes
(simplifié)
Cause-and-effect diagram
(simplified)





Annexe F

Appendix F

Calcul de stabilité
Stability

CAS DE CHARGEMENT : chargement BEAmer

CSL calculees pour : WB DB 4S 6-20 WB DB 4P 6-20 FW DB 1AC 53-56
 FO DB 3S 20-32 FO DB 3P 20-32

| | POIDS (t) | KG (m) | LCG (m) | YG (m) | FSM (t.m) | KG CORR. (m) |
|-------------|--------------|-----------|------------|-----------|--------------|-----------------|
| POIDS TOTAL | 596.52 | 4.438 | 15.111 | 0.000 | 42.00 | 4.508 |

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 | 3.152 | 2.860 | 2.567 | 0.585 |

CRITERES DE STABILITE SELON Resolution A.469 de l'OMI

| | | |
|--|-------------|----------|
| GITE A L'EQUILIBRE | 0.000 deg | |
| ANGLE D'ENVAHISSEMENT | 52.146 deg | |
| AIRE [0,30](courbe GZ limitee a 52.1 deg) | 0.149 m.rad | (0.055) |
| AIRE [0,40](courbe GZ limitee a 52.1 deg) | 0.183 m.rad | (0.090) |
| AIRE [30,40](courbe GZ limitee a 52.1 deg) | 0.034 m.rad | (0.030) |
| Angle GZmax [0.0,60] ..(courbe GZ limitee a 52.1 deg) | 22.410 deg | (25.000) |
| GZ Max [0.0,60](courbe GZ limitee a 52.1 deg) | 0.441 m | |
| GM | 1.154 m | (0.150) |
| ARC GZ > 0(courbe GZ limitee a 52.1 deg) | 40.918 deg | |
| GZ Max [30,60](courbe GZ limitee a 52.1 deg) | 0.341 m | (0.200) |
| AIRE GZmax | 0.096 m.rad | |
| GZ (30 deg) | 0.341 m | |
| Angle de stabilite dynamique | 12.793 deg | |
| Bras de levier associe | 0.287 m | |

FRANC-BORD A L'EQUILIBRE
(m)

ANGLE D'IMMERSION
(deg)

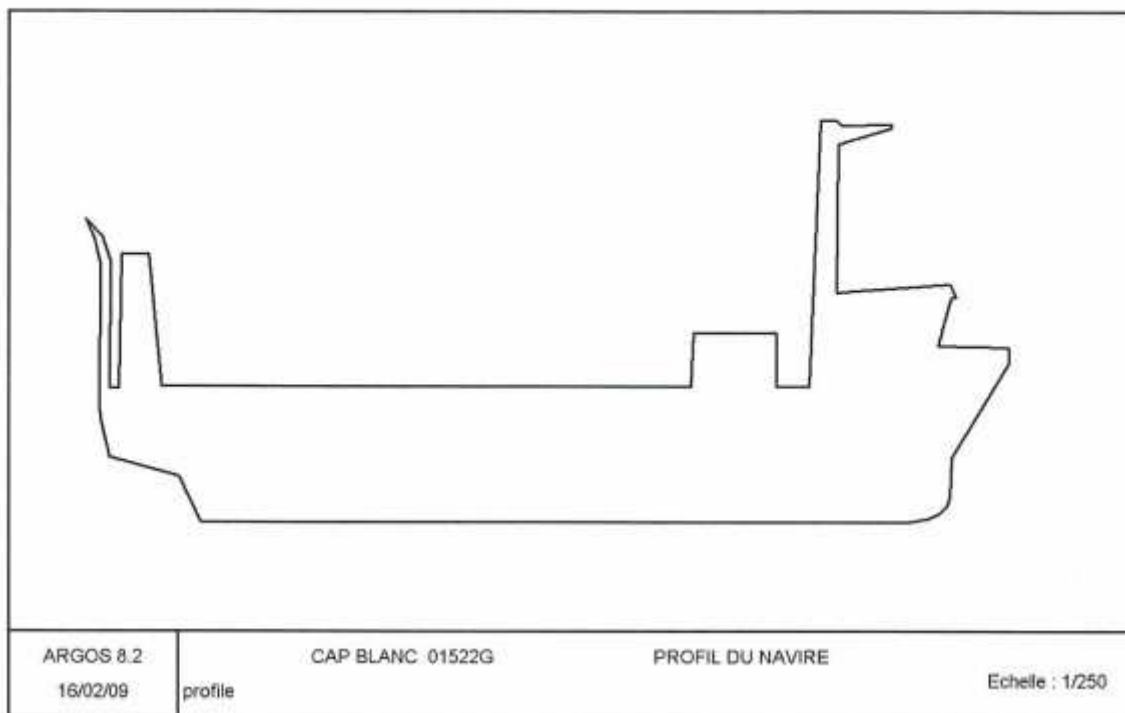
| | | |
|----------------------|-------|------|
| PTS LIVET PONT | 1.265 | 15.0 |
| PTS NON-ETANCH. INT. | 5.124 | 52.1 |

Annexe F 1/8

Le profil au vent utilisé pour le critère météo est le suivant :

ARGOS 8.2.s : 93114M
DONNEES POUR REGL. SPECIFIQUES

CAP BLANC 01522G PAGE 989
Client: 001 - Bureau Veritas DT5 16/02/09



Annexe F 2/8

CAS DE CHARGEMENT : chargement BEAmer

CALCULS SELON RESOLUTION A.562(14) DE L'OMI (CRITERE METEOROLOGIQUE)

| | | | |
|---|-----------|---------|---------------|
| Pression due au Vent | (P) | 0.0149 | t/m2 |
| Surface de Fardage | (A) | 145.631 | m2 |
| Coordonnee X du Centre de Fardage | | 18.687 | m |
| Coordonnee Z du Centre de Fardage | | 5.603 | m |
| Surface de Derive | | 89.722 | m2 |
| Bras de Levier | (Z) | 4.155 | m |
| Coefficient de Remplissage | (Cb) | 0.4136 | |
| | | | |
| Coefficient k | (k) | 0.700 | |
| Periode de Roulis | (T) | 8.656 | |
| Angle de Roulis du a l'Action de la Houle | (Theta 1) | 14.09 | deg |
| | | | |
| Bras de Levier du au Vent Continu | (Lw1) | 0.015 | m |
| Angle d'Equilibre Resultant | (Theta 0) | 0.7 | deg |
| Angle de Gite Limite sous l'Action du Vent Continu | | 12.0 | deg |
| | | | |
| Bras de Levier du au Vent en Rafales | (Lw2) | 0.023 | m |
| Angle d'Equilibre Resultant | | 1.1 | deg |
| Angle de Deuxieme Intersection entre Lw2 et Courbe GZ (Theta c) | | 40.3 | deg |
| Angle Minimal entre Theta f, 50 deg. et Theta c | (Theta 2) | 40.3 | deg |
| | | | |
| Aire a | | 0.039 | m.rad |
| | | | |
| Aire b | | 0.168 | m.rad (0.039) |

Annexe F 3/8

Résultats :

Ci-dessous un résumé pour chaque condition étudiée.

1 - stabilité suivant la réglementation IMO A.562

| | |
|------------------------|---------|
| Tirant d'eau (LPP/2) | 2.860 m |
| Assiette | 0.585 m |
| Franc bord (équilibre) | 1.265 m |

| Critère | Valeur minimale | Valeur atteinte |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| Aire [0, 30°] | 0.055 m.rad | 0.149 m.rad |
| Aire [0, 40°] | 0.090 m.rad | 0.183 m.rad |
| Aire [30°, 40°] | 0.030 m.rad | 0.034 m.rad |
| Angle GZ max | 25 degrés | 22.41 degrés |
| GZ max | 0.200 m | 0.441 m |
| GM (équilibre) | 0.150 m | 1.154 m |
| Critère vent (b/a) | 1 | 3.070 |

Le critère de l'angle pour lequel le GZ est maximum n'est pas satisfait.

2 - stabilité considérant un vent constant de vitesse 30 nœuds

| | |
|------------------------|---------|
| Tirant d'eau (LPP/2) | 2.860 m |
| Assiette | 0.585 m |
| Franc bord (équilibre) | 1.265 m |

| Critère | Valeur minimale | Valeur atteinte |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| Aire [0, 30°] | 0.055 m.rad | 0.149 m.rad |
| Aire [0, 40°] | 0.090 m.rad | 0.183 m.rad |
| Aire [30°, 40°] | 0.030 m.rad | 0.034 m.rad |
| Angle GZ max | 25 degrés | 22.41 degrés |
| GZ max | 0.200 m | 0.441 m |
| GM (équilibre) | 0.150 m | 1.154 m |
| Critère vent (b/a) | 1 | 4.308 |

Le critère de l'angle pour lequel le GZ est maximum n'est pas satisfait.

3.0 m d'eau dans l'espace.

Cas de chargement

| | | | | |
|-----------------|--------------|-------------|---------|-----------|
| Déplacement (t) | LCG / AP (m) | VCG/ HO (m) | TCG (m) | FSM (t.m) |
| 689.96 | 15.946 | 4.165 | 0 | 829.10 |

| | |
|------------------------|----------|
| Tirant d'eau (LPP/2) | 3.207 m |
| Assiette | -0.263 m |
| Franc bord (équilibre) | 1.156 m |

| Critère | Valeur minimale | Valeur atteinte |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| Aire [0, 30°] | 0.055 m.rad | 0.016 m.rad |
| Aire [0, 40°] | 0.090 m.rad | 0.016 m.rad |
| Aire [30°, 40°] | 0.030 m.rad | 0.00 m.rad |
| Angle GZ max | 25 degrés | 18.999 degrés |
| GZ max | 0.200 m | 0.063 m |
| GM (équilibre) | 0.150 m | 0.056 m |
| Critère vent (b/a) | 1 | 3 |

Aucun critère excepté le vent n'est satisfait, toutefois les bras de levier de redressement demeurent positifs.

Annexe F 5/8

Stabilité pour différentes hauteurs d'eau sur le pont (sabord de décharge ne jouant pas leur rôle)
 Pour le critère météo, le vent a été considéré avec une vitesse constante de 30 nœuds.

Dans les différents cas suivant, l'effet de surface libre de l'eau sur le pont a été pris constant et égal à 18.90 t.m. Cette valeur revient à considérer un moment d'inertie cloisonné par chaque rangée de sacs de sel.

La rangée est supposée avoir 28.355 m de long par 1 m de large.

$$FSM = 8 * \frac{lb^3}{12} = 8 * \frac{28.355 * 1^3}{12} = 18.90 t.m$$

0.10 m d'eau sur le pont

Cas de chargement

| Déplacement (t) | LCG / AP (m) | VCG/ HO (m) | TCG (m) | FSM (t.m) |
|-----------------|--------------|-------------|---------|-----------|
| 611.34 | 15.050 | 4.439 | 0 | 60.90 |

| | |
|------------------------|---------|
| Tirant d'eau (LPP/2) | 2.904 m |
| Assiette | 0.617 m |
| Franc bord (équilibre) | 1.203 m |

| Critère | Valeur minimale | Valeur atteinte |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| Aire [0, 30°] | 0.055 m.rad | 0.139 m.rad |
| Aire [0, 40°] | 0.090 m.rad | 0.165 m.rad |
| Aire [30°, 40°] | 0.030 m.rad | 0.027 m.rad |
| Angle GZ max | 25 degrés | 21.591 degrés |
| GZ max | 0.200 m | 0.409 m |
| GM (équilibre) | 0.150 m | 1.095 m |
| Critère vent (b/a) | 1 | 4.19 |

Le critère de l'angle pour lequel le GZ est maximum ainsi que celui portant sur l'aire entre 30° et 40° ne sont pas satisfaits.

Annexe F 6/8

0.50 m d'eau sur le pont

Cas de chargement

| Déplacement (t) | LCG / AP (m) | VCG/ HO (m) | TCG (m) | FSM (t.m) |
|-----------------|--------------|-------------|---------|-----------|
| 729.92 | 14.647 | 4.48 | 0 | 60.90 |

| | |
|------------------------|---------|
| Tirant d'eau (LPP/2) | 3.254 m |
| Assiette | 0.844 m |
| Franc bord (équilibre) | 0.726 m |

| Critère | Valeur minimale | Valeur atteinte |
|--------------------|-----------------|-----------------|
| Aire [0, 30°] | 0.055 m.rad | 0.071 m.rad |
| Aire [0, 40°] | 0.090 m.rad | 0.072 m.rad |
| Aire [30°, 40°] | 0.030 m.rad | 0.000 m.rad |
| Angle GZ max | 25 degrés | 16.873 degrés |
| GZ max | 0.200 m | 0.213 m |
| GM (équilibre) | 0.150 m | 0.922 m |
| Critère vent (b/a) | 1 | 2.52 |

Le critère de l'angle pour lequel le GZ est maximum ainsi que celui portant sur l'aire entre 30° et 40° ne sont pas satisfaits.

Annexe F 7/8

Estimation de la hauteur maxi théorique des vagues (Hmax)

Durée du phénomène : 6 heures

Hauteur significative des vagues ($H_{1/3}$) : **3,50 m** (vagues de 3 à 4 m)

No : nombre de vagues

$$\frac{H_{\max}}{H_{1/3}} = 0,706 \times \sqrt{\log n \text{ No}}$$

$$\left. \begin{array}{l} 6 \text{ heures} = 21600 \text{ sec.} \\ \text{si } T \neq 10 \text{ sec.} \end{array} \right\} \mathbf{No = 2160 \text{ vagues}}$$

$$\frac{H_{\max}}{H_{1/3}} = 0,706 \times \sqrt{\log n 2160} = \mathbf{1,95}$$

$$H_{\max} = 3,50 \times 1,95 = \mathbf{6,825 \text{ m}}$$

Annexe F 8/8



**Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable
et de l'Aménagement du territoire**

Bureau d'enquêtes sur les événements de mer

**Tour Pascal B – Antenne Voltaire - 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**