

# Rapport d'enquête sur le naufrage de l'*ERIKA* survenu au large de la Bretagne le 12 décembre 1999

Le présent rapport a été établi, d'une part dans les formes prévues par les dispositions du décret du 20/01/81 relatif aux commissions d'enquête technique et administrative après accidents et incidents de mer et de son arrêté d'application du 16/12/97 portant création du Bureau-enquêtes-accidents / mer (*BEAmer*) et d'une **Commission permanente d'enquête sur les événements de mer (CPEM)**, et d'autre part en application des termes des **Résolutions n°A.849(20) du 27/11/97 et A.884(21) du 25/11/99 de l'Organisation maritime internationale (OMI) sur les enquêtes après accidents et incidents de mer** et de la **Convention internationale du droit de la mer** de 1982.

Cet ensemble de textes permet aux États qui ont intérêt à connaître les causes d'un événement survenu en eaux internationales du fait des risques et dommages qu'il fait courir et subir à son littoral, de conduire l'enquête technique le concernant.

L'*ERIKA* étant exploité par des ressortissants italiens, conduit par un capitaine et un équipage indiens et battant pavillon de Malte, les contacts nécessaires ont été pris avec la *MALTA MARITIME AUTHORITY* (MMA) et les informations pertinentes ont été échangées entre toutes les autorités chargées, dans chacun des pays concernés (Malte, Italie, Inde), des enquêtes après événement de mer, conformément aux dispositions des résolutions de l'OMI précitées.

Le présent rapport a été remis à l'OMI comme prévu par ces résolutions tout comme l'avait été le rapport établi par la MMA sur le même sujet et rendu public en novembre 2000.

Le présent rapport est également transmis, aux autorités chargées en France des suites judiciaires de cet événement.

Pour la recherche des causes ayant conduit au naufrage de l'*ERIKA*, la CPEM a été réunie dans la formation suivante :

- **co-présidents**

- l'administrateur général<sup>(25)</sup> des affaires maritimes **Georges TOURRET**,  
*directeur du BEAmer.*

- l'administrateur général<sup>(25)</sup> des affaires maritimes **Jean-Louis GUIBERT**, *secrétaire général de l'Institut français de navigation.*

- **experts**

- l'ingénieur-mécanicien **Daniel DREVET**, *expert machines du BEAmer.*

- l'ingénieur civil du génie maritime **Bernard PARIZOT**, *expert coques du BEAmer*

- le commandant **Yves HALNA DU FRETAY**, *directeur d'opérations à la compagnie LES ABEILLES INTERNATIONAL*

D'autres experts (commandants de pétrolier, architectes navals, ingénieurs de la réparation navale, hydrodynamiciens, métallurgistes) ont été consultés en tant que de besoin.

Par ailleurs, ont également participé à la réalisation de ce rapport : la Direction de la recherche et de l'action scientifique et technique (DRAST) du ministère chargé des transports, le Laboratoire central des ponts et chaussées (LCPC) et l'Institut de recherche de la construction navale (IRCN).

Enfin, la Commission a pu étudier le dossier complet de l'*ERIKA*, tel que transmis par sa société de classification.

Les travaux de la Commission ont été rapportés par M. **Bernard LION**,  
*secrétaire général du BEAmer*

= \* =

# PLAN DU RAPPORT

**1\*** RAPPEL DES CIRCONSTANCES DU NAUFRAGE DE L'ERIKA

**2\*** L'EXPLOITATION DU NAVIRE

**3\*** LE NAVIRE

**3.1\*** Généralités et historique

**3.2\*** Classification

**3.3\*** Certification – cas de l'ISM

**3.4\*** Inspections par l'État du pavillon

**3.5\*** Inspections par l'État du port

**3.6\*** Inspections préalables aux affrètements

**3.7\*** Inspections antérieures à juin 1998

**3.7.1.** *LA VISITE OCCASIONNELLE D'AVRIL 1997*

**3.7.2.** *LA VISITE PRELIMINAIRE D'ACCEPTATION DE CLASSE*

**3.8\*** La visite spéciale de juin 1998

**3.9\*** Visites postérieures à la visite spéciale

### **3.10\*** Synthèse et état du navire lors de son dernier voyage

## **4\*** L'EQUIPAGE

## **5\*** CHRONOLOGIE

### **5.1\*** Généralités

### **5.2\*** Les voyages précédant l'avant dernier voyage

### **5.3\*** L'avant dernier voyage : La Corogne / Dunkerque

### **5.4\*** L'escale de Dunkerque

#### **5.4.1\*** *LES OPERATIONS COMMERCIALES*

#### **5.4.2\*** *LA CARGAISON*

#### **5.4.3\*** *LES RESERVES DE SOUTES AU DEPART DE DUNKERQUE*

### **5.5\*** Le dernier voyage

### **5.6\*** Synthèse chronologique

## **6\*** LES FACTEURS TECHNIQUES DU SINISTRE

### **6.1\*** Analyse événementielle

#### **6.1.1\*** *LES TRAVAUX DE BIJELA*

#### **6.1.2\*** *LES BALLASTS SEPARES*

#### **6.1.3\*** *LE CHARGEMENT DE DUNKERQUE*

#### **6.1.4\*** *LES CONDITIONS DE NAVIGATION*

**a)** la météorologie

**b)** les routes et vitesses

- c) les allures machine
- d) les obstacles à la navigation

**6.1.5\*** *LA GITE PRISE PAR L'ERIKA LE 11/12/99*

- a) le transfert accidentel de la cargaison
- b) l'entrée d'eau par les fissures de pont
- c) l'entrée d'eau par une fissure de coque

**6.1.6\*** *LES CRIQUES ET PLIURES DU BORDE DE PONT*

**6.1.7\*** *LES DIFFERENTS MOUVEMENTS DE POIDS*

**6.1.8\*** *L'ARRACHEMENT DU BORDE DE MURAILLE*

**6.1.9\*** *LA CASSURE DU NAVIRE*

**6.2\*** **Observations et analyses techniques**

**6.2.1\*** *LES OBSERVATIONS FAITES SUR L'EPAVE*

**6.2.2\*** *LES ANALYSES DES ELEMENTS DE COQUE ET DE STRUCTURE  
RECUEILLIS*

**6.2.3\*** *LES « SISTER-SHIPS » DE L'ERIKA ... ET LES AUTRES*

**6.3\*** **Etude de la résistance de la structure du navire**

**6.3.1\*** *ANALYSE DE LA RESISTANCE DE LA POUTRE-NAVIRE*

**6.3.2\*** *CALCUL DIRECT DE LA STRUCTURE DE LA TRANCHE 2 DE LA POUTRE  
NAVIRE*

**6.3.3\*** *ETUDE DIRECTE DU COMPORTEMENT A LA MER*

**6.4\*** **Synthèse – le processus de ruine de la structure**

**7\*** **AUTRES FACTEURS**

**7.1\*** **Les décisions du capitaine – le SOPEP**

**7.2\*** **L'action du propriétaire**

**7.3\*** Les actions du gestionnaire nautique – Cas de l'ISM

**7.4\*** Les actions de l'État du pavillon

**7.5\*** Les actions de la société de classification

**7.6\*** Les actions des affréteurs

**7.7\*** L'action de l'État côtier

**7.7.1\*** *LES CENTRES REGIONAUX OPERATIONNELS DE SURVEILLANCE ET DE SAUVETAGE (CROSS)*

**7.7.2\*** *LA PREFECTURE MARITIME*

**7.7.3** *LA CAPITAINERIE DU PORT DE SAINT-NAZAIRE*

**7.8\*** Synthèse

**8\*** CONCLUSIONS

**9\*** RECOMMANDATIONS

= \* =

**Avis et observations**

= \* =

# ANNEXES

- Décision n°765 BEA/ GSAM/METL du 13/12/99
- Dossier navire
- Cartographie
- Données météorologiques
- Observation et documents photographiques
- Analyses métallurgiques
- Calculs
- Société de classification – r apports

= \* =

***Le présent document fait état, à la date de sa publication, des analyses de la CPEM sur les circonstances et les causes du naufrage de l'ERIKA\*.***

***La Commission a rencontré beaucoup de difficultés dans la collecte des informations nécessaires à la rédaction du présent rapport.***

***Au cas où des éléments nouveaux viendraient à sa connaissance, la Commission pourra être conduite à compléter ses conclusions.***

***Conformément aux dispositions des Résolutions OMI n°A849(20) du 27/11/97 et A884(21) du 25/11/99 et du décret du 20/01/81 sur les commissions d'enquête après événement de mer, l'étude de ce naufrage n'a pas été conduite de façon à établir ou attribuer des fautes à caractère pénal ou encore à évaluer des responsabilités individuelles ou collectives à caractère civil.***

***Son seul objectif est de tirer de cet événement des enseignements susceptibles de prévenir de futurs sinistres du même type.***

***En conséquence, l'utilisation de ce texte à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées.***

**En application de la loi du 11 mars 1957 (a. 41) et du code de la propriété intellectuelle du 1<sup>er</sup> juillet 1992, toute reproduction partielle ou totale à usage collectif de la présente publication est strictement interdite sans autorisation expresse de l'éditeur.**

## 1\* RAPPEL DES CIRCONSTANCES DU NAUFRAGE DE L'ERIKA

Le 11 décembre 1999, en milieu de journée, alors qu'il effectuait, chargé d'une cargaison de 30 884 t de fioul lourd n°2, un voyage de Dunkerque à Livourne (Italie), le pétrolier maltais *ERIKA* a été victime, pendant sa traversée par gros temps du golfe de Gascogne, d'une défaillance de sa structure. Celle-ci a provoqué, d'abord, une prise de gîte importante, puis, après redressement, la cassure de sa coque quelques heures après. Cette avarie majeure a entraîné le naufrage du navire alors qu'il se trouvait à une trentaine de milles nautiques (MN) dans le Sud de la pointe de Penmarc'h, en Bretagne. Les deux parties du navire ont ensuite coulé par environ 120 m de fond, à peu de distance du lieu de la cassure, malgré une vaine tentative de remorquage, vers le large, de la partie arrière.

Tout l'équipage a été assisté et évacué, sain et sauf, par les moyens de la Marine nationale coordonnés par le Centre régional opérationnel de surveillance et de sauvetage (CROSS) de l'Atlantique à Étel. À la suite de ce naufrage, une partie importante de la cargaison et des soutes du navire s'est répandue en mer. Cette pollution, très difficile à combattre, compte tenu du produit transporté et d'une situation météorologique très mauvaise, a ensuite affecté plusieurs centaines de kilomètres de côtes depuis la pointe de Bretagne jusqu'à l'île de Ré.

Le *BEA*mer, a commencé ses investigations techniques le 12/12/99 au matin, dès confirmation du sinistre par le CROSS.

Les contacts ont été pris dès le 13/12 avec les autorités maritimes maltaises qui ont, de leur côté, désigné une Commission d'enquête. L'OMI a été prévenue, le même jour, par le *BEAmer*. Le présent rapport sera communiqué aux autorités maritimes maltaises, italiennes et indiennes, conformément aux dispositions du Code d'enquête de l'OMI, du fait de la nationalité des membres de l'équipage et de celles des personnes physiques et/ou morales concernées par la propriété réelle et la classification du navire, ainsi que la gestion nautique et/ou la certification de celle-ci.

Les autorités judiciaires ont été informées de l'ouverture de cette enquête.

La Commission a enfin pris note, suite au sinistre de l'*ERIKA*, du rapport de la **Commission parlementaire d'enquête de l'Assemblée Nationale sur les pratiques de la navigation commerciale internationale en matière de sécurité** et de celui de la **Mission d'information du Sénat chargée d'examiner l'ensemble des questions liées à la marée noire provoquée par le naufrage du navire *ERIKA*, de proposer les améliorations concernant la réglementation applicable et de définir les mesures propres à prévenir de telles situations**. A la demande de cette Commission et de cette mission, la CPEM avait sur le champ communiqué et commenté ses travaux. Une démarche de même nature a été conduite par le Conseil économique et social, et il y a été donné suite dans les mêmes conditions.

= \* =

## 2\* L'EXPLOITATION DU NAVIRE

Au moment de son naufrage, l'*ERIKA* effectuait un voyage où deux séries d'entités commerciales, comme dans tout affrètement, étaient impliquées, soit d'une part les armateurs, et d'autre part des affréteurs. L'identification de ces derniers a posé beaucoup moins de problèmes que celle des premiers.

En effet, l'exploitation de l'*ERIKA*, comme celle de nombreux navires exploités au « *tramping* » (navigation à la demande), qu'il soit « sec » ou « pétrolier » sous pavillon de libre immatriculation, faisait intervenir, à titre principal ou secondaire un grand nombre d'entités différentes :

- des propriétaires, déterminant la stratégie de l'entreprise (choix des sous-traitants, allocation des ressources d'équipement et d'entretien, gestion financière) soit, dans le cas de l'Erika, une société maltaise contrôlée elle-même par deux sociétés libériennes au capital détenu par des personnes physiques et/ou morales dont l'identité n'a pas été établie avec certitude.
  - des cabinets d'avocats domiciliant dans les pays concernés (Malte / Liberia) les personnes physiques ou morales directement ou indirectement propriétaires du navire et chargées des relations avec l'État du pavillon ;
  - un gestionnaire nautique (*shipmanager*) installé en Italie et chargé de suivre l'ensemble des aspects techniques de l'exploitation du navire et également chargé, sur la base d'une certification dûment établie, d'assurer le rôle de personne responsable en application du Code de gestion de la sécurité maritime (ISM) et rémunéré à cet effet par les propriétaires du navire ;
  - une société de classification rémunérée par les propriétaires et chargée de classer le navire et de le certifier, pour le compte de l'État du pavillon, notamment au titre du code ISM (le navire et le siège de son gestionnaire nautique) ;
  - une agence indienne de recrutement d'équipage (*crewing agency*) chargée de fournir sur la base de contrats précaires les commandants, officiers et personnel d'exécution nécessaires, et disposant des qualifications requises par la convention internationale (Seafarers training, certification and watchkeeping - STCW) ;

- un affréteur à temps enregistré aux Bahamas, mais opérant depuis la Suisse, ayant loué le navire aux propriétaires et le commercialisant sur la base d'affrètements au voyage. Il agissait comme le responsable apparent du navire, de ce fait comme armateur disposant (*disponent owner*) mais dont le rôle s'efface dès lors que le navire est mis hors affrètement ;
- un agent maritime installé en Suisse agissant en sous traitance de l'armateur disposant, donnant au navire ses ordres de route, et organisant les escales commerciales ou techniques du navire ;
- un assureur corps assurant les propriétaires contre la perte totale de leur navire ;
- un assureur responsabilité civile (*P&I club*) londonien, mais enregistré aux Bermudes, assurant, de façon limitative, les dommages créés à l'environnement et aux tiers par le navire et/ou son équipage ;
- deux courtiers d'affrètement, l'un vénitien, l'autre londonien, agissant pour le compte respectivement de l'armateur disposant et de l'affréteur ;
- un affréteur au voyage, groupe pétrolier français producteur et propriétaire de la cargaison, vendue par l'intermédiaire de ses filiales, rendue à destination, disposant d'un service de contrôle de l'état des navires avant affrètement et ayant loué le navire au prix du marché ;
- un destinataire, producteur d'électricité italien, sans influence sur l'organisation du voyage à l'exception du choix du port de destination.

La Commission a estimé que ce dispositif, bien qu'il soit très courant dans le domaine des transports maritimes des produits en vrac, était complexe et qu'il ne facilitait pas la claire perception des responsabilités propres à chacune des parties concernées.

La Commission a également relevé que l'*ERIKA* était, comme beaucoup de «*product-tankers*» de son âge, exploité pour le transport des produits noirs (fiouls, goudrons), c'est-à-dire les plus polluants mais les moins exigeants en matière de qualité des citernes et de nettoyage entre deux chargements. Les produits blancs (gazole, essence, kérosène, naphta) sont d'une grande dangerosité immédiate à cause de leur inflammabilité, mais moins polluants du fait de leur volatilité même. Il s'agit en outre de produits exigeants en ce qui concerne la propreté des citernes. Ce sont généralement les «*product-tankers*» les plus récents, disposant de revêtements de

citernes efficaces, qui sont affectés à leur transport. Les navires affectés principalement au transport des produits noirs sont, statistiquement, plus susceptibles d'accidents. La protection des citernes de chargement contre la corrosion y est certes naturellement assurée par la nature même de la cargaison transportée. Ce qui n'est pas le cas des citernes de ballastage.

Force est donc de constater que les produits pétroliers les plus polluants sont transportés par les navires les moins sûrs, mais qu'en la matière le comportement de l'affréteur au voyage de l'*ERIKA* n'était pas sensiblement différent de celui des autres grands groupes pétroliers et plutôt meilleur que celui des négociants (« *traders* »), ceux-ci ne disposant pas, en règle générale, de services de « *vetting* » propres.

La Commission a d'ailleurs noté que la majeure partie des navires exploités pour le transport de produits noirs par les principaux opérateurs européens étaient âgés de 17 à 25 ans contre 10 à 18 ans pour le pétrole brut et les produits blancs. Au noir, 49% des navires ont plus de 20 ans, ce qui ne veut pas dire qu'ils sont tous inacceptables, mais simplement que le risque de navires défectueux dans cette tranche d'âge est plus grand.

= \* =

## 3\* LE NAVIRE

### 3.1\* Généralités — Historique

Le navire a été construit en 1975 au Japon, au chantier KASADO DOCK. CO. LTD de Kudamatsu coque n°284. C'était à l'origine un transport polyvalent de produits pétroliers (bruts, raffinés) à 13 citernes et deux lignes de manutention (circuit de chargement), avec deux «*sloptanks*» (citernes à résidus liquides). Les principales caractéristiques du navire étaient les suivantes :

- longueur hors tout : 184,03 m
- longueur entre perpendiculaires : 174,00 m
- largeur hors membres : 28,05 m
- tirant d'eau d'été : 11,027m
- creux : 14,99 m
- port en lourd été : 37 283 t
- port en lourd hiver : 36 285 t
- vitesse aux essais : 16.4 nœuds
- vitesse d'exploitation : 15,2 nœuds
- ballasts séparés
- gaz inerte (sauf dans les citernes de ballasts)
- dispositif de réchauffage cargaison jusqu'à 70°C
- moteur de propulsion IHI SULZER 8RND68 – 9715kW A 150tours/min
- 2 Diesel alternateurs DAIHATSU 6PSHTM – 500kW
- 1 chaudière à brûleur IHI ADM325 – pression 16 bar
- 1 chaudière récupératrice sur gaz d'échappement IHI ADM 2800 – pression 7 bar

Compte tenu de sa date de construction (1975), ce navire était considéré comme «*pré-MARPOL*». Il était à simple coque et sans ballasts séparés. Mais pour des raisons de commodité et surtout parce qu'il n'était pas doté de système de lavage au brut (COW : «*crude oil washing*»), quatre des citernes – les 2 et 4 latérales – avaient été, dans un premier temps (1990), transformées en «*clean ballast tanks*» (CBT).

En 1993, les CBT 2 furent dédiés au seul ballastage à l'eau de mer, devenant ainsi des "segregated ballast tanks" (SBT). Ce n'est qu'en 1997 que la CBT 4 centrale a reçu la même affectation et a été remplacé par les citernes latérales n°4 en 1998 à l'issue des travaux de Bijela, (ceci expliquera, par la suite, que les ballasts 4 étaient en meilleur état que les 2).

Dans la configuration finale SBT ballasts défensifs, en application de la règle 13 de l'annexe I de la Convention Marpol, l'*ERIKA* disposait de 9 citernes de cargaison, 4 citernes latérales de ballastage et 2 sloptanks. Le peak avant et le peak arrière étaient utilisés comme ballasts séparés (v. tableaux ci-après).

### **CITERNES DE CARGAISON (COT) Volume et répartition**

cargaison	citernes de	couples	volume m <sup>3</sup>
	1 COT centrale	74 - 82	4 841,83
	2 COT centrale	70 - 74	2 492,02
	3 COT centrale	62 - 70	4 984,04
	4 COT centrale	58 - 62	2 492,02
	5 COT centrale	50 - 58	4 984,04
	1 COT bâbord	74 - 82	3 076,09
	1 COT tribord	74 - 82	3 076,09
	3 COT bâbord	58 - 66	3 800,62
	3 COT tribord	58 - 66	3 800,62
	<i>slop tank bâbord</i>	<i>50 - 52</i>	<i>897,83</i>
	<i>slop tank tribord</i>	<i>50 - 52</i>	<i>897,83</i>

TOTAL		35 343,03
-------	--	-----------

### CITERNES DE BALLASTAGE SEPARÉES (SBT)

#### volume et répartition

séparés	Ballasts	Couples	Volume m <sup>3</sup>
bâbord	2 W.B.T.	66 -74	3 798,28
tribord	2 W.B.T.	66 -74	3 798,28
bâbord	4 W.B.T.	52 -58	2 829,55
tribord	4 W.B.T.	52 -58	2 829,55
avant	PEAK	82 – pp. av	1 831,72
arrière	PEAK	pp. ar -11.	201,11
TOTAL			15 288,49

Le volume total des ballasts séparés était de 15 288 m<sup>3</sup> soit 43% du volume total des citernes de cargaison.

L'*ERIKA* n'était pas automatisé. Il y avait donc un quart permanent dans la machine.

Il était certifié ISM par le RINA.

D'après certains témoignages recueillis par la Commission, le navire paraissait bien entretenu, ses équipements étaient conformes à la réglementation. Il disposait d'un calculateur de chargement de première génération, de marque KOKUMS, à clavier digital et pouvant calculer et éditer les courbes des moments fléchissants et des efforts tranchants, mais il n'avait pas de téléjaugeage des citernes, et les vannes de cargaison étaient à commande manuelle. Il y avait des alarmes de niveau haut.

D'autres témoignages évoquent un état général peu satisfaisant, des emménagements mal entretenus et très sales avec présence de cafards, un équipage ne disposant pas d'équipements de sécurité suffisants. Ses moyens de navigation étaient succincts.

L'impression générale de la Commission est qu'il s'agissait d'un navire ancien apparemment en état de navigabilité, mais équipé et entretenu depuis longtemps *a minima*, et dont les éléments de coque visibles avaient mieux vieilli que la structure, dont le contrôle était, à l'évidence, plus difficile à réaliser en continu.

La Commission a noté que depuis 1975 le navire avait porté, sous trois pavillons, tous de libre immatriculation (Panama, Libéria, Malte), 8 noms (ce qui laisse présumer des changements de propriété) ; qu'il avait été classé par 4 sociétés de classification (toutes membres de l'IACS : «*International association of classification societies*»), et qu'il avait été géré successivement par 4 gestionnaires nautiques différents, ce qui peut présenter un risque de discontinuité dans l'entretien du navire.

- 1975 : *SHINSEI MARU* – Japon - NK
- 1975 : *GLORY OCEAN* – Panama - NK
- 1977 : *INTERMAR PROSPERITY* – Libéria - NK  
BERWICK SHIPPING LTD / INTERMARINE
- 1980 : *INTERMAR PROSPERITY* – Libéria - ABS  
SOUTH ENERGY SHIPPING COMPANY / WALLEM SHIPMANAGEMENT
- 1985 : *SOUTH ENERGY* - Libéria - ABS  
SOUTH ENERGY SHIPPING COMPANY / WALLEM SHIPMANAGEMENT
- 1985 : *SOUTH ENERGY* Gaymont Inc. MONROVIA - Libéria - ABS
- 1986 : *JARHE ENERGY* Libéria - ABS

- **1990 : PRIME NOBLE**      **Desert Peace ship. Co. Ltd. MALTA**      **ABS**  
SAPHA MARITIME ENTERPRISE – GROUPE POLEMBROS-(NICOSIE)
- **1993 : PRIME NOBLES – Malte -**      **BV**
- **1994 : NOBLESS**      **TEVERE SHIPPING CO LTD MALTA**      **BV**  
DRYTANK-CARDIFF / STARSHIP MANAGEMENT
- **1996 : ERIKA – Malte –**      **BV**
- **1998 : ERIKA**      **TEVERE SHIPPING CO LTD MALTA**      **RINA**  
PANSHIP MANAGEMENT

## 3.2\* Classification

Classé à l'origine au NKK, selon les règles duquel il avait été construit, le navire est ensuite passé à l'ABS, de 1980 à 1993 puis au BV de 1993 à 1998 et ensuite au RINA.

La Commission a noté que le BV, pendant sa période de suivi du navire, avait procédé à une visite spéciale (à sec) du navire d'avril à juin 1993, suivie d'une visite générale à flot en novembre 1993. Le certificat de classification a été émis le 4/06/93 et sa validité était limitée au 4/06/98. Des visites intermédiaires de la coque ont été faites en 1995 et 1996 et une visite occasionnelle du 23/09 au 26/09/96 suite à l'échouement du navire dans le chenal de Sétubal. Il est à noter que cet échouement, comme deux autres survenus en 1977 et 1985 dans l'Orénoque (Venezuela), s'étant produit à faible vitesse et sur un banc de sable, n'avait pas eu de conséquence pour la structure du navire.

À la veille d'une nouvelle «*Special Survey*» obligatoire, les armateurs du navire ont décidé de le transférer au RINA, le 23/06/98. Conformément à la procédure TOCA («*transfert of class agreement*»), formalité contrôlée par l'IACS, c'est

la société «preneuse» qui doit assumer toutes les prescriptions de la société «cédante», sans omission, et qui lui rend compte.

Cependant dès le début de 1998, les armateurs semblaient avoir envisagé un transfert de classe au RINA et lui avaient demandé d'effectuer une inspection détaillée du navire. Celle-ci a été faite, en février 1998, à l'occasion d'une escale commerciale dans le port turc d'Aliaga, ce qui a limité les possibilités d'inspection.

Le rapport d'inspection (v. § 3.7\**infra* et annexe « société de classification ») issu de cette visite mentionne pas moins de très nombreuses déficiences concernant quasiment tous les points examinés (structure, machines, emménagements, équipements). Il résulte de la consultation de ce rapport l'impression d'un manque de suivi et de maintenance du navire, surtout de sa coque et de ses structures. L'inspecteur chargé de ce contrôle en concluait que, sauf travaux très importants, le navire ne devrait pas être classé par le RINA (décision qui n'appartenait qu'au siège).

Le **13/05/98**, les armateurs ont demandé une extension de la classe en vue de se rendre dans un chantier de réparation. La visite pour report du terme a été effectuée à Naples du 2 au 3/06/98, et un certificat provisoire de classification a été émis pour une durée de quelques jours en vue de rallier sur lest le chantier de réparation de Bijela, au Monténégro, avec une arrivée prévue le 23/06/98. Ce certificat mentionne entre autres le diagramme de déformation de la cloison 58 entre les citernes de cargaison 4 et 5 centrales. Le transfert au RINA a été fait le 24/06/98.

Le dernier carénage du navire a donc été effectué dans ce chantier en août 1998 (le suivant était prévu en 2001), époque où le RINA a procédé à la visite spéciale, la plus complète, qui couvre notamment les aspects structurels.

Par la suite, le RINA a effectué une visite annuelle en deux temps à Gênes le 17/08/99 et à Augusta le 22/11/99 (examen des ballasts en présence d'un représentant du gestionnaire nautique).

Le navire avait la 1<sup>re</sup> cote du RINA : **100 – A.1.1 – Nav. 1L ; Cst (oil) ESP.**

D'une façon générale, la Commission a remarqué que les inspections et visites des sociétés de classification qui se sont succédées depuis 1997 sur l'*ERIKA* ont présenté l'état du navire tantôt comme mauvais, tantôt comme acceptable.

### **3.3\* Certification — Cas de l'I.S.M.**

Comme le plus souvent dans le cas des États de libre immatriculation, la certification du navire, en l'occurrence la délivrance des certificats internationaux de sécurité requis par les conventions pertinentes de l'OMI (SOLAS, LOADLINES, MARPOL) était déléguée par l'État maltais aux sociétés de classification qui classent le navire, donc au BV puis au RINA.

En ce qui concerne la certification relative au code international sur la gestion de la sécurité («*International Safety Management*» – ISM), qui correspond pour partie à une « assurance qualité maritime », après audit du navire et de l'armateur (en l'occurrence le gestionnaire nautique), la Commission a relevé que cette certification avait également été faite par le RINA en juin 1998 après un audit qu'il avait effectué.

Elle a également observé que, comme pour les autres certifications, c'était les armateurs qui rémunéraient l'auditeur.

### **3.4\* Inspections par l'Etat du pavillon**

La Commission a noté qu'une visite au nom de l'État du pavillon, en l'occurrence Malte, a été faite le 08/05/99 à Porto-Torres en même temps qu'une inspection PSC. Le rapport d'inspection n'a pas été communiqué à la Commission..

Cette inspection a été conduite par une société de service rémunérée par les armateurs.

En fait, lorsqu'un État du pavillon a confié à des sociétés de classification la certification des navires battant son pavillon, les inspections de l'État du pavillon semblent consister en un contrôle très occasionnel des experts des sociétés de classification déléguaires de ses attributions en matière de délivrance des titres.

C'est ainsi que, s'agissant de la certification ISM d'un navire maltais ayant fait l'objet de nombreuses prescriptions dans le cadre d'un contrôle PSC, la MMA a rappelé à la société de classification que c'était sous son autorité qu'elle délivrait le certificat ISM.

### 3.5\* Inspections par l'Etat du port (PSC)

À ce titre le navire a été contrôlé notamment dans le cadre du mémorandum de Paris :

- le 17/04/96 à Milazzo (Italie) : une déficience sur les embarcations de sauvetage ;
- le 05/06/96 à Gdynia (Pologne) : **rétenion** pour plusieurs déficiences essentiellement dans la machine, due au fait qu'elle était à cette époque mal entretenue ;
- le 22/08/96 à Punta Delgada (Portugal) : quelques déficiences, dont certaines, récurrentes, dans la machine et une relative aux treuils et guindeaux ;
- le 16/01/97 à La Nouvelle Orléans : quelques déficiences concernant essentiellement le système de lutte contre l'incendie ;
- le 11/12/97 à Rotterdam : **rétenion** pour plusieurs déficiences dont une corrosion de cloison dans les emménagements. La société de classification (BV) avait été avisée pour réparation. Le navire avait été retenu 24 heures ;

- le 20/05/98 à Stavanger (Norvège) : de nombreuses déficiences (11), dont trois relatives à la sécurité incendie et aux installations électriques, et une faisant état d'une **corrosion de coque** (sans détention). Le "target factor"<sup>1</sup> aurait alors été de 40 ;
- le 8/05/99 à Porto Torres (Sardaigne) : bien que qualifiée d'«étendue», cette inspection ne s'est intéressée qu'aux différents certificats et n'a donc relevé aucune déficience. Ceci eu pour conséquence d'annuler la "priorité de visite" requise par les autorités norvégiennes et de diminuer le "target factor" ;
- le 12/11/99 à Novorossiysk (Russie) : quatre déficiences concernant la peinture des marques de franc bord, les combinaisons d'immersion, les bouées couronnes et les équipements de pompier.

En substance, la Commission a noté que :

---

1 Il est dit également coefficient de ciblage et calculé en tenant compte :

- d'un facteur générique : pavillon et/ou navire ciblé, société de classification, âge du navire ratification ou nom des conventions internationales, pavillon et classe au dessus ou au dessous de la moyenne ;
- d'un facteur « historique » : détentions, déficiences, ...
-

- le navire a été visité tous les ans (au moins) au titre du PSC ;
- il a été détenu 2 fois, dont une pour corrosion ;
- par deux fois des corrosions ont été relevées : coque et cloison d'emménagements ;
- la dernière visite, un mois avant le naufrage, ne s'est intéressée qu'à des questions de matériels ou d'équipement ;
- le «*target factor*» du navire, qui prend en compte un certain nombre de paramètres critiques (pavillon, antécédents, ... etc.) et qui est établi par les organes chargés du PSC, n'était que de 12.

Il n'y a en fait jamais eu de contrôle approfondi au titre du PSC de la structure interne du navire. En effet ces inspections se font en escale et pendant les opérations commerciales ce qui rend pratiquement impossible la descente dans les citernes, même celles dédiées au ballastage. Les deux inspections de décembre 1997 (Rotterdam) et de mai 1998 (Stavanger) ne font pas mention de la situation ISM du navire.

### 3.6\* Les inspections préalables aux affrètements

Préalablement à un affrètement, la plupart des grandes sociétés pétrolières font en effet procéder à des visites des navires susceptibles de leur convenir, navires qui figurent dans un fichier commun de 12 000 navires-citernes.

Ces visites faites dans le cadre du « *vetting* » (contrôle de sécurité) sont effectuées par leurs inspecteurs (techniciens de la réparation navale et officiers de la marine marchande) qui en font un rapport normalisé (qui peut être assorti de commentaires). Ce document entre ensuite dans une base de données. La plus usuelle, notamment en Europe est la base SIRE (« *Ship Inspection Report*») commune à certaines sociétés pétrolières telles que, notamment EXXON, MOBIL, SHELL, BP, TOTAL, ELF (mais pas REPSOL)<sup>2</sup>. La plupart des sociétés se font confiance mutuellement en matière d'inspection, mais prennent leurs décisions finales en fonction de leurs propres critères qui peuvent ne pas se réduire aux résultats d'inspection et intégrer d'autres critères (âge, classification, pavillon, ...) combinés ou non entre eux.

Les rapports comportent 14 rubriques : généralités, certification et documentation, équipage, moyens de navigation, ISM, prévention de la pollution, **STRUCTURE**, moyens de manutention de la cargaison et du ballast, inertage des citernes, moyens de mouillage, machines et appareil à gouverner, aspect général, capacité de transfert de cargaison de navire à navire.

La Commission a noté que les citernes, même celles dédiées au ballastage, sont, là aussi, rarement visitées, du fait des opérations commerciales. L'«inspection» dans ce domaine est donc essentiellement documentaire. Le bord, par contre, doit essayer de visiter les citernes de ballasts tous les trois mois. La Commission a constaté que cela avait été fait et que les commandants successifs de ce navire avaient fait état de corrosions notamment dans les ballasts n°2.

Après une visite satisfaisante ou assortie de quelques prescriptions que l'armateur atteste avoir réalisées, l'affréteur fait connaître son accord pour un affrètement d'une durée limitée en fonction de l'âge du navire :

---

<sup>2</sup> Il est à noter également l'existence de la base de données privée éditée par la firme américaine MACKENZIE. Sa dernière édition disponible (1999) indique pour le groupe détenant l'*ERIKA* une note de 2/5. En ce qui concerne plus particulièrement l'*ERIKA*, la note MACKENZIE est basse (1/5

- de 0 à 10 ans : 24 mois,
- de 10 à 20 ans : 18 mois,
- plus de 20 ans : 12 mois, mais le plus souvent au voyage.

L'*ERIKA* n'était affrété qu'au voyage. En effet, il n'avait pas de groupe électrogène de secours, une seule chaudière à brûleur, et pas de compresseur de secours. Ces équipements, non réglementaires lors de la construction, participent en fait à la sûreté d'exploitation commerciale. TOTAL a d'ailleurs indiqué que, pour sa part, il n'affrétait qu'au voyage, c'est-à-dire pour seulement quelques jours ou quelques semaines, les navires de plus de 15 ans. Suivant les standards de TOTAL, l'*ERIKA* n'aurait pu être affrété à temps, c'est-à-dire pour des périodes de plusieurs mois ou plusieurs années.

C'est dans ce contexte que l'*ERIKA* a été visité **sept** fois pendant sa dernière année d'exploitation.

Le 21/11/98 à Mellilli, pour TOTAL :

- citernes et ballasts non inspectés, mais les citernes seraient complètement enduites d'époxy (?), et il y aurait des anodes dans les ballasts ;
- enduits du peak et des ballasts latéraux en mauvais état ;
- réparation du bordé de pont tranche 1 et ballasts latéraux.

Le 25/01/99 à Thessalonique, pour SHELL (STASCO) :

- enduits d'origine des ballasts, non visités, seraient en plus ou moins bon état ;
- pas de protection cathodique ;
- corrosions, manque d'étanchéité des espaces sous la teugue (rectifié).

- navire acceptable, sous réserve d'inspection tous les ans, pour un chargement à un terminal SHELL, mais pas pour un affrètement SHELL (âge) ;

Le 03/04/99 à Porto Torres (Sardaigne), pour TEXACO :

- pas d'inspection interne.

Le 20/11/99 à Termimi Imerese (Italie), pour TEXACO

- pas d'inspection interne, mais, le rapport reprend des propos du capitaine qui avait pu, lors d'une précédente escale, visiter les capacités :
  - *citernes et ballasts partiellement enduits (époxy) mais seulement le fond et le plafond ;*
  - *enduits en plus ou moins bon état ;*
  - *pas d'anodes dans les citernes de cargaison mais seulement dans les citernes de ballast ;*
  - *anodes ayant perdu 25% de leur volume ;*
  - *pas de criques visibles ;*
  - *bon état des tuyautages ;*
  - *pas de trace de fuites.*

Le 23/11/99 à Augusta (Sicile), pour EXXON :

- quelques plans requis par la procédure IACS pour le transfert de classe manquent,
- d'autres documents requis par l'État du pavillon et le RINA manquent également,
- les revêtements des ballasts seraient en mauvais état ... un expert du RINA les visite le lendemain, mais ne « leur trouve rien d'anormal ... et qui puisse affecter la cote » :

- le calculateur de chargement ne calcule (et n'imprime) que les efforts tranchants et les moments fléchissants, pas la stabilité.
- bon état général de la coque et le pont est bien peint,
- cependant le rapport fait mention d'un certain nombre de déficiences en ce qui concerne les moyens de navigation notamment, déficiences qui avaient du être rectifiées pour que le navire puisse être considéré comme « techniquement » acceptable pour EXXON.

Le 23/11/99 à Augusta (Sicile) pour BP AMOCO :

- le navire a changé de propriétaire en mars 1997 ;
- il arrive de Novorossyk ;
- c'est le premier voyage du commandant sur ce navire (et le premier voyage du second capitaine dans ses fonctions à bord) ;
- la passation de suite avec le commandant précédent s'est faite normalement et le nouveau commandant a l'expérience de ce genre de navire ;
- il y a beaucoup de déficiences en ce qui concerne les équipements de navigation, de sécurité, de prévention de la pollution , l'état de la machine et la propreté des emménagements ;
- le navire paraît âgé, il y a quelques chancres profonds sur le pont mais la coque semble être en bon état ;
- Les ballasts ne sont pas visités mais le rapport évoque :

- *le relevé d'échantillonnage de juin 1998, qui faisait état d'une diminution des épaisseur atteignant 26% dans les ballasts n°2,*
- *le rapport RINA du 16/12/98 mentionnant un « poor coating »,*
- *le « vessel particular questioning » qui note une usure de 25% des annodes (ce que disait le commandant de l'ERIKA faisant état, comme son prédécesseur, du fait que les cloisons des citernes de ballast sont corrodées avec des oxydations foisonnantes et des détachements de plaques de rouille. et de l'état particulièrement inquiétant de la citerne de ballast n°2 tribord avec des diminutions d'épaisseur de 26%) ;*
- **Le rapport se conclut par un refus d'approbation sauf rectification des déficiences. Par ailleurs, BP rappelle qu'à partir de 25 ans, le navire devra être conforme à la règle 13G de MARPOL.**

Le 03/12/99, à La Corogne, le navire a été inspecté pour REPSOL, mais il n'y a pas eu de transmission du rapport d'inspection au SIRE, REPSOL n'y adhérant pas. REPSOL a considéré cependant le navire comme affrètable sans restrictions. Toutefois, l'inspecteur a noté qu'il n'existait pas à bord d'officier spécialement chargé des communications en cas d'urgence. La Commission a noté que cette dernière inspection n'avait pas été faite avant l'affrètement du navire mais après son déchargement.

En substance :

- *l'ERIKA a effectivement été souvent visité, d'autant plus qu'au cours de ces dernières années, il n'était le plus souvent affrété qu'au voyage ;*
- *ces inspections semblent avoir été faites par des officiers compétents et consciencieux : en témoignent le nombre de commentaires additionnels, ainsi que le temps passé à bord (10 heures et plus) ;*
- *mais, à ces occasions, aucune inspection de structure n'a été faite, notamment dans les ballasts pour lesquels les rapports ne font que reprendre les observations des capitaines (il est rappelé que le dernier capitaine, embarqué seulement depuis le 21/10/99 à Sébastopol a fait les mêmes observations que son prédécesseur).*

Suite à toutes ces inspections le navire avait reçu notamment les « *lettres d'acceptation* » suivantes :

- REPSOL du 03/12/99 au 02/05/00
  - TEXACO du 20/11/99 au 20/08/00
  - EXXON du 10/12/99 au 22/11/00
  - SHELL du 25/01/99 au 24/01/00
- sauf pour un affrètement SHELL.

La Commission a noté que certaines de ces lettres comprenaient des réserves importantes. Quelques sociétés ont en effet considéré que l'*ERIKA* pouvait être reçu dans leurs installations portuaires, mais que son âge le rendait inacceptable, à plus ou moins long terme, pour le transport de cargaisons leur appartenant.

Il convient également de remarquer que sur ses quarante derniers voyages, soit depuis septembre 1996, pratiquement aucun de ces groupes pétroliers (adhérents ou non au système SIRE) n'a affrété l'*ERIKA*, à l'exception de SHELL (en décembre 1997) et de REPSOL (en novembre 1999), chacun pour un seul voyage de quelques jours. TOTAL a affrété le navire quatre fois en 1999. Les trois précédents voyages de l'*ERIKA* pour le compte de TOTAL concernaient des transports de pétrole brut en provenance d'Algérie et de Russie à destination de Varna en Bulgarie.

La Commission observe que, comme pour les visites PSC, aucune visite « *vetting* » n'a fait état de la situation structurelle du navire, faute d'avoir été en mesure de la constater par elle même.

La Commission a d'ailleurs noté que, selon les témoignages du bord, la corrosion des parties hautes et basses des cloisons séparant les citernes de ballast des citernes de chargement, avec des foisonnements et des détachements de plaques de rouille, constituait un indice précurseur d'affaiblissement de la structure.

## **3.7\* Inspections antérieures à juin 1998**

### **3.7.1\* VISITE OCCASIONNELLE D'AVRIL 1997 A RAVENNE**

Le navire était alors classé au Bureau Veritas.

Les citernes latérales n°4 ont été trouvées dans un état acceptable (ces citernes étaient utilisées pour la cargaison jusqu'à cette époque). Par contre, l'état des ballasts latéraux n°2 n'a pas été jugé satisfaisant. Les parties supérieures des porques correspondant aux couples 68, 69, 70 dans le ballast n°2 bâbord et aux couples 69, 70 dans le ballast n°2 tribord étaient très dégradées et ont dû être remplacées. Le rapport de visite du BUREAU VERITAS confirme d'ailleurs à l'occasion de cette visite l'aggravation de la corrosion des citernes latérales de ballastage n°2 où l'on a constaté des diminutions d'épaisseurs dépassant largement 10% pour atteindre 19% et dans une moindre mesure celle des citernes latérales n°4. Déjà en avril 1993, les mesures d'épaisseur faites lors de la visite spéciale relevaient une corrosion importante qui se traduisait par des diminutions d'épaisseur de 10% et plus sur des éléments de structure essentiels. Les rapports de cette visite mentionnaient également l'absence de revêtement intérieur et de protection cathodique.

### **3.7.2\* VISITE PRELIMINAIRE D'ACCEPTATION DE CLASSE**

Cette visite faite à Aliaga (Turquie) en février 1998 s'est déroulée sur deux jours. Elle a consisté en un état des lieux préalable à l'acceptation du navire par le RINA avant le changement de société de classification.

Au cours de cette visite, il n'a pas été possible d'inspecter les citernes de cargaison, le navire étant en opérations commerciales. Le pont principal, le gaillard d'avant, le peak avant, le ballast n°2 bâbord et la machine notamment ont été examinés. Le ballast n°2 tribord n'a pu être visité. Le rapport de visite (v. annexe « société de classification ») signalait des détériorations et corrosions importantes et notamment :

- une corrosion généralisée des tôles du pont principal (piqûres et plaques de rouille) avec des pertes d'épaisseur allant de 18 à 68%, des trous entre les couples 80 et 82 et une corrosion avancée des soudures des tôles dans certaines zones ;
- une forte dégradation de toute la partie avant du navire et des équipements s'y trouvant, ainsi que des tuyautages sur le pont principal ;
- un très mauvais état, à première vue, des citernes latérales de ballastage n°2 bâbord et tribord, très polluées par des résidus d'hydrocarbures (qui n'auraient jamais du s'y trouver), avec des porques fissurées, de fortes corrosions sur les raidisseurs, des descentes d'accès complètement usées rendant très difficile la visite de ces citernes ;
- une dégradation très importante du peak avant où des corrosions et des fissures sont constatées sur la cloison d'abordage, les serres, les raidisseurs verticaux et les lisses de fond ;
- l'absence de revêtement dans les citernes latérales de ballastage n°2 et le peak avant.

Seul le compartiment machine fait l'objet de peu de remarques.

Suite à cette inspection, compte tenu des déficiences relevées, le navire est jugé non acceptable pour le RINA ; sa classification est subordonnée à un contrôle ultérieur des épaisseurs et à l'exécution de travaux indispensables ; une première liste des réparations nécessaires est proposée, sous réserve des résultats du relevé complet des épaisseurs des tôles et autres éléments de structure. Elle concerne le peak avant, les ballasts latéraux n°2 bâbord et tribord, les moyens d'accès aux citernes, le gaillard d'avant ainsi que les lignes de tuyautages et la superstructure arrière.

Au vu de ce rapport le gestionnaire nautique a décidé de ne pas faire classer le navire en mars 1998 (pendant un arrêt prévu en cale sèche), comme cela avait été envisagé à l'origine au moment où la visite préliminaire avait été demandée.

### 3.8. La visite spéciale de juin 1998

Cette visite est celle exigée par la réglementation internationale et le règlement de l'IACS qui prévoient qu'une visite spéciale du navire soit effectuée tous les cinq ans suivant les directives du programme renforcé d'inspections des pétroliers de la Résolution A.744(18) de l'OMI («*Enhanced Survey Program*» – ESP).

Elle s'est déroulée du 23 juin au 15 août 1998 pendant le séjour de l'*ERIKA* dans le chantier naval de Bijela. Elle a servi de visite de première classification dans le cadre de la procédure TOCA prévue par l'IACS pour le transfert de classe entre le BUREAU VERITAS et le RINA.

Au cours de cette visite ont été inspectés :

- la coque ;
- toutes les citernes à cargaison et de ballastage ;
- le moteur principal ;
- la chaudière ;
- les moteurs auxiliaires ;
- les pompes ;
- les tuyautages des ballasts et des citernes ;
- le système de gaz inerte.

Un relevé des épaisseurs a été effectué par une entreprise agréée par le RINA selon la procédure définie par le programme ESP et les instructions données aux inspecteurs.

Environ 7000 points, dont 250 sur le pont principal, ont été mesurés.

L'analyse montre que :

- pour les éléments longitudinaux (fond, cloison et murailles), on atteint une perte générale d'échantillonnage de l'ordre de 10% :
  - les bordés de fond et de muraille (10 à 13%) ;
  - les cloisons longitudinales (10 à 12%) ;
- pour le bordé de pont (tôles et lisses) on constate une perte moyenne de 14 à 16% atteignant localement 25 à 26 % et plus particulièrement dans la moitié avant du navire.

En ce qui concerne les citernes latérales de ballastage de la tranche 2, l'analyse des mesures d'épaisseur de la structure transversale conduit au tableau suivant.

DIMINUTION D'ÉPAISSEUR EN POURCENTAGE

Couple	Transversale de pont %	Transversale de fond %
67	25-26	9-11
68	bâbord 9 / tribord 24-27	10-12
69	9-11	11-12
70	9-11	10-12
71	23-27	10
72	24-26	9-12
73	24-26	8-10

La corrosion dans ces espaces était donc importante et celle des parties hautes participait à l'affaiblissement du bordé de pont sur l'avant de la section milieu de la poutre navire.

La Commission estime que le nombre de mesures n'était pas suffisant compte tenu des dimensions du navire.

La quasi disparition du revêtement de ce qui était encore quelques années auparavant des citernes à produit, le ballastage à l'eau de mer et la condensation due à la présence de produits réchauffés dans les citernes adjacentes sont les principales causes de cette détérioration.

### 3.9\* Visites postérieures à la visite spéciale

Par la suite, le RINA a effectué une visite annuelle en 1999. L'*ERIKA* étant sorti de visite spéciale le 15 août 1998, une visite annuelle de la coque et de la machine devait être effectuée en utilisant les critères ESP, selon les règles de l'IACS, entre le 15 mai et le 15 novembre 1999.

Elle s'est déroulée en deux étapes, d'abord à Gênes, puis à Augusta.

#### *A) GENES DU 16/08/99 AU 17/08/99*

Elle s'est limitée à la machine et à l'installation de gaz inerte. La visite de la coque et en particulier celle des citernes de ballastage, n'a pas été effectuée dans le cadre de l'ESP.

On note dans le rapport de visite que les documents suivants sont manquants :

- courbes hydrostatiques ;
- manuel d'exploitation du calculateur de chargement ;
- SOPEP.

## **B) AUGUSTA DU 22/11/99 AU 24/11/99**

Cette visite a complété celle de Gênes. Elle a été faite en présence d'un représentant du *ship manager*. L'examen des citernes de ballastage a confirmé le mauvais état du revêtement interne (v. annexe).

Ballasts latéraux n° 2 : des diminutions d'épaisseurs des lisses de pont ont été constatées. Les épaisseurs dans les zones suspectes n'ont pas été mesurées. Une réduction d'épaisseur de la partie supérieure de l'échelle d'accès a aussi été constatée.

### Peak avant : cloison d'abordage.

Première plate-forme sous le pont supérieur : Corrosion et réduction d'épaisseur de la tôle sur environ 4 mètres sur l'avant de la cloison d'abordage.

Corrosion et réduction d'épaisseur des plats longitudinaux I, II, III, IV à partir du bordé bâbord et du bordé tribord.

Corrosion et réduction d'épaisseur des goussets entre lisses de muraille et cloison d'abordage.

Corrosion et diminution d'épaisseur des goussets de liaison entre les lisses de bordé et la cloison d'abordage.

Première serre : corrosion et réduction d'épaisseur de la tôle.

A l'issue de cette visite, il a été recommandé :

- avant janvier 2000, faire un nouvel examen des lisses de pont et effectuer des mesures d'épaisseur dans les zones suspectes des ballasts 2 babord et tribord ;
- réparer la partie supérieure de l'échelle d'accès ;
- refaire des mesures d'épaisseurs dans le peak avant et exécuter les réparations nécessaires.

Selon certains témoignages, de telles demandes n'entraient pas dans le cadre d'une simple visite annuelle. Elles n'en sont que plus préoccupantes.

Les armateurs auraient prévu de procéder à ces mesures d'épaisseur à l'escale suivante de Cartagène. Une entreprise se serait présentée à bord pour les réaliser, mais après examen des parties à renforcer, les travaux auraient été différés faute de matériel.

Aux escales suivantes, à La Corogne et à Dunkerque, aucune entreprise ne s'est présentée pour réaliser ces travaux.

### 3.10\* Synthèse et état du navire lors du dernier voyage

Deuxième d'une série de 8 pétroliers construits au Japon entre 1974 et 1976, l'*ERIKA* a transporté du pétrole brut mais surtout des produits noirs réchauffés. Il a eu plusieurs noms – donc plusieurs propriétaires – plusieurs pavillons, généralement de « libre immatriculation ». Il a toujours été classé par des sociétés de classification appartenant à l'IACS.

Si certains de ses *sister-ships* (v. § 6.2.3.) ont connu de nombreux et graves problèmes structurels au cours de leur existence (deux ont été livrés à la démolition), l'*ERIKA* a, semble-t-il, connu des problèmes surtout dus à son « *adaptation* » en pétrolier à ballasts séparés, adaptation commencée en 1990 (CBT) et parachevée en 1998 (SBT 4 et 2).

Les (rares) inspections de l'État du pavillon, de l'État du port et les *vettings* ne semblent pas en avoir eu connaissance. Seuls étaient au courant les équipages, (mais sans véritable possibilité d'expertise), gestionnaire nautique, et, bien sûr les sociétés de classification dont l'action était indubitablement gênée par le contexte socio-économique propre à l'exploitation de ce type de navire.

Les différents rapports et témoignages, font incontestablement apparaître que depuis la visite spéciale d'août 1998, la corrosion des ballasts n°2 bâbord et tribord s'était très rapidement développée, affaiblissant de façon rédhibitoire la structure de la tranche 2.

= \* =

## 4\* L'EQUIPAGE

L'équipage de l'*ERIKA* était composé de 26 officiers et marins, effectif correspondant à celui d'un navire non automatisé et sur lequel il y a un quart dans la machine.

La totalité de l'équipage était de nationalité indienne. Le recrutement avait été fait par l'intermédiaire de la HERALD MARITIME SERVICES de Bombay, agent pour l'Inde de PANSHIP, gestionnaire nautique du navire. Les contrats de travail prévoyaient les durées d'embarquement suivantes :

- 5 à 7 mois pour les officiers,
- 9 mois pour le personnel d'exécution,
- 11 mois pour les élèves officiers («cadets»).

Au 12/12/99, la situation détaillée des temps de présence dans la compagnie PANSHIP, d'exercice de la fonction, d'ancienneté dans le grade, d'expérience des pétroliers et enfin de séjour à bord de l'*ERIKA* était la suivante pour les officiers :

	Compagnie	Grade	Pétrolier	Bord
Commandant	2 mois	3 ans	6 ans	2 mois
Second capitaine	1 mois	1 an	3 ans	1 mois
Premier lieutenant	1 an	1 an	1 an	5 mois
Second lieutenant	1 mois	1 an	1 mois	1 mois
Chef-mécanicien	2 ans	2 ans	3 ans	2 mois
Second-mécanicien	8 mois	2 ans ½	10 ans	2 mois
Troisième-mécanicien				1 mois
Quatrième-mécanicien	1 an	moins d'un an	2 ans	5 mois

La Commission a constaté que certains des membres de cet état-major avaient déjà effectué des embarquements sur l'*ERIKA*, mais que d'autres n'étaient à bord que depuis peu de temps et qu'ils pouvaient, en conséquence, ne pas être complètement au fait des caractéristiques du navire. Cependant, ils disposaient tous d'une bonne connaissance du transport pétrolier et d'une expérience certaine. Quant au commandant, il avait, avant d'embarquer, passé 48 heures à Ravenne chez PANSHIP et avait bénéficié de son prédécesseur d'une période de passation de suite de 4 jours à Sébastopol au cours de laquelle il avait complètement visité les compartiments accessibles, y compris les citernes de ballastage.

On peut noter que cet équipage était homogène et que sa cohésion paraissait bonne comme en témoigne le déroulement de l'évacuation, notamment lors de la mise à l'eau par très gros temps de l'embarcation de sauvetage.

En ce qui concerne plus particulièrement le commandant, la Commission a noté que cet officier, âgé de 35 ans, disposant d'une solide formation maritime et d'une expérience de plus de 15 ans à la mer, avait, en l'état de ses connaissances, rempli correctement ses fonctions. Il a quitté son navire le dernier et en prenant avec lui les principaux documents de bord.

La Commission s'est également posé la question de savoir s'il existait à bord une langue de travail commune compte tenu de la diversité linguistique de l'Inde. L'état-major se servait couramment de l'anglais. C'est dans cette langue que tous les documents du bord étaient tenus. Pour le personnel d'exécution cette connaissance de l'anglais est moins établie.

= \* =

## 5\* CHRONOLOGIE

### 5.1\* Généralités

La chronologie est essentiellement basée sur le journal de bord (copie communiquée par l'administration maltaise) pour les derniers jours, la messagerie entre le navire et la terre, les auditions et témoignages et les recoupements entre les différentes informations.

#### A) *LE JOURNAL DE BORD*

Si les dernières pages du journal de bord représentent un intérêt évident, il est apparu également intéressant d'étudier l'ensemble du document pour se faire une idée générale.

Le journal de bord commence le 1<sup>er</sup> octobre 1999 à Varna (Bulgarie). Il est bien tenu, en anglais, du début à la fin, c'est à dire une heure avant le naufrage :

- toutes les routes y sont indiquées, avec les comparaisons entre les différents compas, sauf, bien sûr, celles suivies "sur ordre du commandant et conseils du pilote" ;
- par contre, les positions sont plus souvent données par GPS que par position par rapport à la terre (c'est ainsi que le passage du Bosphore se "lit", en général, en suivant les changements de route) ;
- les observations météorologiques y sont régulièrement reportées avec explicitations quant aux conséquences pour le navire, en tant que de besoin ;
- la veille des différents récepteurs radio GMDSM y est systématiquement consignée ;

- en deux mois et demi, on y relève une douzaine d'exercices de sécurité divers, dont des exercices d'incendie et d'abandon ;
- les principales indications commerciales y sont données (inspection des citernes, mesure des ullages, prise d'échantillons, ...) mais sans détails, ceux-ci devant naturellement figurer dans le "*cahier de chargement*", demeuré à bord.

## **B) LA MESSAGERIE**

Elle est essentiellement constituée de télex transmis par INMARSAT C entre :

- le navire et le(s) CROSS ;
- le navire et son gestionnaire technique (PANSHIP) ;
- le navire et son affréteur (TOTAL) ;
- et réciproquement.

Seules quelques communications « *phoniques* » ont été échangées, en MHF et VHF, certaines ayant été enregistrées par le(s) CROSS, ce qui n'est pas obligatoire.

Les liaisons entre autorités à terre, telles que Préfecture maritime, CROSS, port autonome de Saint-Nazaire (PASN) se font par téléphone ; certaines sont enregistrées, d'autres font l'objet d'une mention sur la « *main courante* » du PC radio.

D'une manière générale, ce sont les CROSS qui assurent les communications avec les navires à la mer, à charge pour eux de prévenir le centre opérationnel de la marine (COM) où un officier de marine assure une permanence (officier de suppléance d'état-major – OSEM) notamment pour le préfet maritime (PREMAR) dans le cadre de ses responsabilités (sauvetage, police de la navigation, prévention et lutte contre les pollutions, ...).

Il est à noter que, pour des raisons techniques, le CROSS Corsen peut mieux que le CROSS A Étel recevoir des messages de navires en fait destinés au CROSS A, dans sa zone de responsabilité.

Sauf indications contraires, les heures figurant dans la chronologie sont des heures locales soit à l'époque l'heure A (UTC + 1).

## 5.2\* Les voyages précédant l'avant dernier voyage

Ces voyages ont été effectués en Mer Noire et en Méditerranée pour y transporter soit du pétrole brut soit du fioul. (voir annexe cartographique).

On y trouve certaines informations, notamment quant aux conditions météorologiques qui s'avèrent médiocres, voire mauvaises.

### **OCTOBRE**

Varna	1 / 02	Déchargement de brut
* Varna – Tuapse	3 / 05	Routes EST – vent E. 5 – mer 4
Tuapse	5 / 07	Chargement F.O.
* Tuapse – Beyrouth	8 / 13	Routes WSW – vent NW 7 – mer 6
	11	Bosphore
	11 / 13	Routes EST – vent E 6/7 – mer 7/8
Beyrouth	14 / 15	Déchargement
* Beyrouth - Sébastopol	16 / 21	Routes WqNW – vent NW 5/6 – mer 4/5
	20	Bosphore. Avitaillement soutes FO. DO à Istanbul
	20 / 21	Routes NE – vent N 6/7 – mer 6
Sébastopol	2 / 23	Chargement de brut
		Embarquement du Commandant MATHUR

* Sebastopol - Varna	4 / 25	Route WSW – vent N 6 – mer 6
Varna	5 / 26	Déchargement
		Attente
	6 Nov.	RINA – Franc bord

## NOVEMBRE

* Varna – Novorossiysk	7 / 10	4/8	Routes ENE – vent NE. 4/8 – mer
			Port consigné
Novorossiysk	1 / 13		Chargement F.O.
	2		Visite vetting
* Novorossiysk – T.Imerese	3 / 18	mer 5/6	Routes WSW – vent SW 5/7 –
	5		Bosphore
	5 / 18		Routes W – vent SW 7/8 – mer
		5/6	
Termini Imerese	9 / 21		Déchargement partiel
* Termini – Augusta	1 / 22		
Augusta	2 / 24		Fin déchargement
	2		Visite vetting
	3		Visite RINA. Avitaillement de
			soutes FO, DO
* Augusta – Carthagena	4 / 27	mer 4/5	Route W – vent NW à SW 4/5 –
Carthagena	7 / 29.		Chargement F.O.
* Carthagena – La Corogne	9 / 02	6/7 – 3	Gibraltar – routes WNW – vent E
	0		mer 7
	1	0	C. St. Vincent – routes N – vent
			NE 6/8 – mer 5/7

## DECEMBRE

La Corogne

/ 04 3

Déchargement

Visite vetting REPSOL

### 5.3\* L'avant dernier voyage : La Corogne / Dunkerque

- Le navire a appareillé de La Corogne le 05/12, sur lest évalué à 10.000t réparties entre le peak avant et les ballasts latéraux 2 et 4..
- En route au Nord quart WE, il a eu :
  - un vent de NNE 5/6 puis WSW 8
  - une mer de 6 à 8
- Ayant doublé Ouessant le 06/12, il a fait route en Manche avec vent d'Ouest 8 et une mer 7.

### 5.4\* L'escale de Dunkerque

#### 5.4.1\* *Les opérations commerciales*

Le 7 décembre 1999, l'*ERIKA* est arrivé à Dunkerque, sur ballast. Ayant déjà partiellement déballasté, il avait alors un tirant d'eau avant de 3,50 m et arrière de 6,50 m.

Le pilote est monté à bord **le 07/12 à 16H30**. Le navire lui a paru tout à fait normal.

**Le 07/12 à 20H42**, le navire est tribord à quai le long de l'appontement pétrolier de la raffinerie de Mardyck appartenant à Total Fina.

Le chargement de fioul n°2 (FO2), a commencé **le jour même à 23H30** et s'est terminé **le 08/12 à 15H54**.

Il a été effectué, conformément aux dispositions habituelles, par le second capitaine, en accord avec le commandant : (v. § 6.1.3.).

### 5.4.2\* LA CARGAISON

D'après les documents de transport, la cargaison de l'*ERIKA* était du fioul lourd n°2 dont le bulletin d'analyse fourni par la raffinerie des Flandres TOTAL est donné en annexe.

Il a paru intéressant à la Commission de comparer les caractéristiques du fioul lourd transporté par l'*ERIKA* avec celles des fiouls lourds utilisés couramment pour les soutes des navires (qui sont des fiouls résiduels) et brûlés dans les moteurs diesel de propulsion ou les chaudières des navires.

	ERIKA	spécificati on ISO 8217 Fioul Marine RMK 45	spécificati on Sulzer pour moteur RND
Densité à 15°C kg/dm <sup>3</sup>	1,0025	1,010	0,991* à 1,010
Viscosité cinématique à 100°C (cSt)	45	45	45* - 55
Point décolement °c	3	30	30
Résidu Conradson % poids	11,85	22	20* - 22
Eau % poids	0,05	1,0	1,0
Cendres	0,01	0,20	0,1 - 0,2
Soufre %	2,28	5	5

ppm	Aluminium	36	80	30
	Nickel ppm	45	-	
	Sodium ppm	10,8	-	<200
ppm	Vanadium	82,7	600	600
°C	Point Eclair	128	60° mini	60° mini
% poids	Asphaltènes	3,78		

**\* valeurs recommandées en 1980**

Cette comparaison permet de constater que le fioul lourd transporté par l'*ERIKA* était de qualité équivalente voire meilleure que celle de certains fiouls marine résiduels ; ses caractéristiques étaient pour la plupart inférieures aux limites maximum recommandées par la spécification ISO 8217 et celles du constructeur du moteur de propulsion.

À condition de pouvoir être réchauffé et porté à une température suffisante (140°C) pour obtenir la bonne viscosité (15 cst) avant injection dans le moteur, le fioul de la cargaison aurait même pu être utilisé pour la propulsion du navire ou le réchauffage de la cargaison.

#### **5.4.3\* LES RESERVES DE SOUTES AU DEPART DE DUNKERQUE**

Les soutes des capacités de combustible (FO – DO) relevées le 7/12/99 à l'arrivée et le 8/12/99 au départ de Dunkerque étaient les suivantes :

### **Arrivée à Dunkerque (navire avec 3m d'assiette)**

- FO : 232 t
- DO : 133 t

### **Départ de Dunkerque (navire « even keel »)**

- FO : 227 t
- DO : 130 t

Ces quantités sont à comparer avec celles figurant dans les télex envoyés par le bord à AMARSHIP le 7/12 et à PANSHIP le 8/12 où l'on note :

- arrivée à Dunkerque : FO : 189 t – DO : 113 t
- départ de Dunkerque : FO : 179 t – DO : 108 t

Ces différences peuvent s'expliquer si l'on considère que ces derniers existants ne tiennent compte que des quantités présentes dans les soutes, celles des caisses de décantation et journalière n'étant sans doute pas comptées.

Par conséquent le navire aurait disposé au total au départ de Dunkerque de 227 t de FO et de 130 t de DO (correspondant respectivement à environ 10% de sa capacité maximum de soutes FO et 60% de celle de DO), soit en déduisant environ 10% d'impompables de 204 t de FO et de 118 t de DO.

Il était prévu que le navire fasse des soutes à Algésiras soit une distance de 1282 milles à parcourir depuis Dunkerque.

Les consommations de combustible figurant dans les documents du bord font état d'une consommation journalière totale de FO de 44 à 48 t (27 à 31 t pour la propulsion, plus 17 t pour le réchauffage de la cargaison) et de 2,8t de DO. Les consommations dépendent de la vitesse et du déplacement du navire, des conditions météo, de la température de cargaison à maintenir.

Le vendredi 10/12, l'état des soutes figurant au journal de bord était le suivant : 165,9 t de FO et 104,9 t de DO, ce qui correspondrait à une consommation journalière d'environ 42 t de FO<sup>3</sup> et de 2,4 t de DO à la vitesse moyenne de 8 nœuds. Dans ce cas il disposait d'à peine 4 jours de réserve de FO. Son ETA à Algésiras étant prévu le 14/12 après-midi, il aurait sans doute fallu pour augmenter l'autonomie, couper le réchauffage cargaison ou le cas échéant utiliser pour la propulsion le DO, dont la réserve était suffisante.

En cas de force majeure, le navire avait la possibilité de faire un ravitaillement de fioul à la Corogne ou dans un port portugais.

D'une manière générale, le navire n'étant affrété qu'au voyage, il avait intérêt à ne pas avoir trop de réserves.

## 5.5\* Le dernier voyage

On notera que le navire était conforme au système mondial (de radiocommunications) de détresse et de sécurité maritime (SMDSM) zone A3 (couverte par satellites). Par contre comme sa station INMARSAT A (phonie) se trouvait dans un local situé sous la passerelle et fonctionnait de façon aléatoire, il se servait essentiellement de sa station INMARSAT C (telex) située en passerelle.

Le navire a appareillé « *even keel* » à 10,50m de tirant d'eau **le 08/12 à 19H45** pour Milazzo et le pilote a débarqué à 23H34. Dans son rapport de manœuvre, celui ci a constaté le bon état général extérieur du navire «*qui ne faisait pas son âge*» (15/20 ans au lieu de 24), le bon fonctionnement de la machine et des équipements participant à la manœuvre, ainsi que la compétence de l'équipage.

---

<sup>3</sup> Ce chiffre paraît excessif. Les consommations notées lors des précédents voyages ne dépassaient guère 26 t/j.

Pendant toute sa navigation en Manche, le navire a trouvé du gros temps, avec des vents d' w/sw force 7/8 (30 à 35 nœuds) et des creux de 3 à 4 m.

Le navire s'est réglementairement signalé lors de son passage devant Cherbourg (CROSS Jobourg) le **09/12 à 23H01** (vent w/sw.7 - mer forte).

Le navire s'est réglementairement signalé lors de son passage à Ouessant (CROSS Corsen), le **10/12 à 13H12** (vent sw.8 - mer forte) , alors qu'il entrait dans la zone de surveillance du CROSS. Il n'a alors fait état d'aucune difficulté particulière. Entre Jobourg et Corsen, compte tenu des conditions de mer, sa vitesse a été de 7,9 nœuds à 107,9 tours/min (vitesse normale : 12,5 nœuds à 120 tours/min).

Il a ensuite, à la sortie du dispositif de séparation du trafic d'Ouessant, pris un cap au 210 pour rallier le cap Finisterre au NW de la péninsule ibérique (voir dossier cartographique) à la vitesse moyenne de 7 nœuds. Sa nouvelle destination est alors Livourne.

L'*ERIKA* a ensuite navigué jusqu'au 11/12 à 14H18 par très gros temps : le vent est SW force 8/9 (plus de 40 à 45 nœuds), la houle w et la mer du vent sont grosses (plus de 6m de creux). Le navire tangue fortement et retombe pesamment dans les creux (mer du vent, T 8/10 s, L=100 à 155 m; houle T = 10/12 s, L=125 à 225 m); de lourds paquets de mer s'abattent sur le pont et le balayent sans relâche.

**À partir de 12H40 le 11/12**, le navire prend progressivement sur tribord une gîte estimée, par le commandant, à une quinzaine de degrés.

Le commandant fait sonder les ballasts 4 dont le ullage n'a pas changé. Ils sont donc toujours à moitié pleins.

**À 14H08**, le commandant lance un appel de détresse par INMARSAT C (télex). Ce message est reçu, via France Telecom, par le CROSS d'Étel. Il précise la position du navire par 46°29'N et 07°20'W soit à plus de 300 km de Brest (et de Lanvéoc-Poulmic où se trouvent les hélicoptères lourds dont le rayon d'action est limité à 220km et la mise en œuvre à une vitesse du vent à la base inférieure à 45 nœuds), 355 km de la Corogne et 400 de Donges. Il fait route à 6 nœuds. Le message ne précise pas la cause de l'appel.

**À 14H11**, le CROSS accuse réception sur INMARSAT C de ce message et essaye en vain de rentrer en contact phonique avec le navire.

**À 14H15**, le commandant de l'*ERIKA* (probablement par VHF) prend un contact avec le porte conteneurs *NAUTIC* qui se trouve à proximité, en vue d'une assistance éventuelle, pour prévenir (par INMARSAT A — radiophonie) ses armateurs à Ravenne. Le *NAUTIC* lui indique ne pas être arrivé à établir ce contact, mais relaye la demande à d'autres navires proches.

**À 14H18**, le navire étant partiellement redressé (gîte résiduelle de 5°), le commandant met en fuite (route au 030) pour pouvoir prendre les ullages et faire une inspection du pont sans exposer ses hommes aux paquets de mer qui le balayent de façon continue.

On constate alors que le ballast n°2 tribord qui aurait du être presque vide se trouve à moitié plein et que le niveau de la citerne centrale n°3 qui aurait du être pleine (« ullage » de 1,49 m) « **a fortement baissé** ». Le commandant estime alors que tout ou partie de la cargaison de fioul de la citerne n°3 centrale est passé dans le ballast n°2 tribord. Il fait alors vider le ballast n°4 tribord, jusque là à moitié plein d'eau de mer. Ce déballastage durera de 13H40 à 15H30.

**À 14H30**, le second capitaine lui rend compte qu'il a trouvé dans le bordé de pont sur l'avant du ballast n°2 tribord :

- 3 fissures (ou criques)
  - une transversale d'environ 1,5m ouverte de 1 à 2cm,
  - une diagonale d'environ 2,4m ouverte de 5cm,
  - une longitudinale d'environ 1,5m ouverte de 1 à 2 cm ;
- 3 plis (ou boursoufflures) de flambage, de 2 à 3,5m de long et de 7cm de hauteur, espacés d'environ 60cm.

À 14H34, le commandant met ces défaillances du bordé de pont sous surveillance. Il fait réduire l'allure de la machine de 105 à 90 puis 75 tours/mn. Il estime alors ne plus avoir besoin d'assistance et annule son appel de détresse transformé dès lors en message de sécurité (MAYDAY en PAN). Il le fait savoir au CROSS en répondant à son message de 14H11, lui précisant que le navire a eu une gîte importante, mais qu'il a repris la situation en main.

À 14H38, l'officier coordonnateur de mission de sauvetage (CMS) du CROSS d'Étel appelle l'officier de suppléance de l'état major (OSEM) du Centre opérationnel de la Marine (COM) de Brest et l'informe de la situation de l'*ERIKA*.

Considérant :

- que le navire ne demande plus assistance,
- que son commandant dit qu'il contrôle la situation,
- que l'*ERIKA* se trouve au milieu du Golfe de Gascogne, pratiquement à mi-distance entre Ouessant et Finistère espagnol,
- qu'il n'y a aucun moyen sur zone, à l'exception de navires de commerce seuls susceptibles de sauver (éventuellement) l'équipage,

les deux officiers conviennent de se rappeler en cas d'évolution de la situation. Les moyens de sauvetage demeurent en alerte (ATLANTIC et SUPER FRELON à 1 heure de décollage).

À 14H42, le commandant de l'*ERIKA* informe le gestionnaire nautique que, dans le mauvais temps, il y a eu une gîte importante sur tribord, qu'il voit du FO sur le pont, sur l'avant du manifold, que du fioul est passé de la citerne centrale n° 3 au

ballast n°2 tribord qui serait plein de fioul (d'où la gîte) et qu'il y a plusieurs fissures dans le bordé de pont de la citerne n°1 tribord.

On notera les imprécisions de ce premier message, notamment en ce qui concerne le FO sur le pont, dont on ne retrouve plus « *trace* » après inspection détaillée du pont.

**À 14H48**, répondant à un appel VHF d'un navire de guerre britannique – le *FORT-GEORGE* -, il confirme la gîte, l'inspection des fissures, mais précise qu'il ne demande pas assistance, ayant la situation en main. Cette communication ne sera connue des autorités françaises que le 11/01/00, un mois plus tard.

**À 14H55**, un contact en phonie est enfin établi sur la fréquence HF 2182 entre le CROSS et le commandant de l'*ERIKA*. Ce dernier confirme au CROSS les termes de son message. Il indique que tout va bien à bord, que la gîte tribord est sous contrôle et confirme qu'il ne demande plus assistance. Il ne sera pas fait mention (est-ce par oubli, omission, ...) des criques constatées sur le pont au cours de cette conversation. Ce sera la seule communication en phonie que le commandant de l'*ERIKA* aura avec le CROSS.

**À 15H00**, machines réglées avant-demi.

**À 15H10**, le commandant de l'*ERIKA* a un contact radio avec un autre navire marchand, le *SEA CRUSADER*, toujours en vue d'une assistance éventuelle, pour prévenir par radio phonie satellite ses armateurs à Ravenne. Ce navire lui indique être arrivé à établir ce contact avec la « personne désignée » (au sens du code ISM) chez PANSHIP.

**À 15H14**, le commandant de l'*ERIKA* confirme par un message au CROSS, qu'il a la situation en main, qu'il transforme son message de détresse (MAYDAY) en message de sécurité (PAN) et que l'équipage est en sécurité.

**A 15H30**, en fin de déballastage du ballast n°4 tribord, l'assiette du navire est de - 0,6 m. Le ullage de la citerne de cargaison centrale n°3 aurait augmenté de façon importante et celui du ballast n°2 tribord serait de 5m. Les ballasts n°2 tribord et bâbord seraient mis en communication jusqu'à équilibrage de leur niveau. Le navire a une légère gîte sur bâbord et les efforts subis sont inférieurs aux limites admissibles, comme l'indique le calculateur de chargement («*load master*») du bord.

**À 15H47**, le commandant de l'*ERIKA* confirme au gestionnaire nautique qu'il a annulé sa demande d'assistance, qu'il a la situation en main, qu'il fait route inverse (030).

**À 16H12**, le commandant entre en contact phonique (via Monaco Radio) avec la «*personne désignée*» chez le gestionnaire nautique. Il lui dit que le navire a pris de la gîte du fait du passage du fioul de la citerne n°3 centrale dans le ballast n°2 tribord, qu'il a changé de cap pour rallier le port le plus sûr. Il parle des fissures mais précise qu'à part la n°3 centrale, toutes les citernes sont pleines. Il n'aurait pas parlé de fioul à la mer.

**Le 11/12 à 16H27**, le commandant de l'*ERIKA* met le cap au 085, machines toujours réglées sur AV1/2, pour aller se mettre à l'abri à Donges. Sur la base des adresses indiquées par le gestionnaire nautique, des contacts sont pris par le commandant avec le consignataire retenu soit, l'AGENCE MARITIME POMME de Port-de-Bouc, laquelle désigne à son tour l'agence maritime STOCKALOIRE à Donges pour traiter cette escale improvisée.

Cette nouvelle route rapproche l'*ERIKA* de la terre et d'un abri mais l'expose aussi à l'augmentation de la houle à l'approche du plateau continental, comme cela aurait été le cas également si le navire avait fait route sur Brest.

**Le 11/12 à 17H25**, le commandant de l'*ERIKA* prévient le CROSS de son changement de route de 14H18 (cap au 030) et annule le message de sécurité (PAN) qui avait lui même succédé à l'annulation de son message de détresse (MAYDAY). Il lui précise qu'il fait route vers un port de refuge.

**A 17H28**, le CROSS prévient par un message de type SITREP la Préfecture maritime avec copie à l'ensemble des autorités concernées (y compris à toutes fins utiles le *BEAmer* et la Capitainerie du port de Saint-Nazaire) de ce qu'il sait de la situation du navire. N'en étant pas encore informé, le CROSS ne fait évidemment pas mention dans ce message des avaries de pont du navire. Le message de sécurité (PAN) ayant été annulé, il y a tout lieu de croire que la situation à bord est correctement maîtrisée.

**Vers 17H30**, pour éviter que le fioul contenu dans la citerne n°1 tribord ne fuie en cas de propagation des criques dans le bordé de pont de cette citerne, le commandant de l'*ERIKA* fait effectuer un transfert du fioul de cargaison de cette citerne vers la citerne n°1 centrale (l'une et l'autre partiellement remplies). La citerne de cargaison n°1 centrale se trouve alors pleine tandis que la citerne de cargaison n°1 tribord se retrouve à moitié vide (ullage de 7m).

**À 17H44**, le CROSS demande au commandant de l'*ERIKA* de préciser le port de refuge mentionné dans son message de 17H25.

**À 18H08**, l'*ERIKA* indique qu'il fait route sur Donges, qu'il compte atteindre le 12/12 à 18H00.

**À 18H30**, les deux ballast latéraux n°2 sont équilibrés avec un ullage de 10 m. Leur traverse de communication est fermée.

**À 18H34**, la Cellule sécurité-environnement / maritime de TOTAL Paris reçoit sur son répondeur téléphonique un message l'informant des difficultés du navire, à l'exception des fissures. Elle est ensuite informée de la désignation de POMME / STOCKALOIRE comme agent à Saint-Nazaire. Par la suite, jusqu'au naufrage, aucun contact ne sera pris par PANSHIP avec les services concernés de TOTAL.

**À 19H17**, le commandant de l'*ERIKA* prévient PANSHIP :

- qu'il a tenu Total au courant de la situation,
- qu'il fait route sur Donges,

et lui demande de prévenir, de son côté, les assureurs, le P&I et la société de classification. Il précise que les criques n'ont pas évolué.

**À 19H46**, le commandant de l'*ERIKA* confirme à TOTAL le message de 18H34 et fait état des mesures prises.

**À 20H40**, STOCKALOIRE envoie à l'*ERIKA* les directives pour contacter le CROSS A Étel.

**À 21H15**, le commandant du port de Saint-Nazaire indique au CROSS que l'agent désigné par les opérateurs de l'*ERIKA* est STOCKALOIRE qui a pris contact avec lui. Il fait état de ce que le représentant de cette agence a indiqué que le navire « *aurait une forte gîte* » et qu'il « *aurait colmaté des fuites* ».

**La Commission note que c'est la première fois que des fissures sont ainsi portées à la connaissance des autorités maritimes françaises.** Le commandant du port de Saint-Nazaire répond que le navire peut accoster à Donges en dépit de sa gîte mais qu'il ne pourra pas le faire s'il y a des fuites extérieures de fioul, aucun barrage n'étant susceptible d'être installé en Loire du fait du courant. Il évoque l'idée d'un déroutement sur Brest.

**À 21H20**, le CROSS demande au commandant de l'*ERIKA* de préciser la situation exacte des fuites entre ses citernes en vue d'en avertir le port de Saint-Nazaire.

**À 21H20**, le CROSS informe la Préfecture maritime des développements de la situation de l'*ERIKA*.

**À 22H27**, le commandant de l'*ERIKA* fait parvenir au CROSS un message SURNAV qui précise la position du navire en 46 55N / 006 04W, son cap au 90, sa vitesse de 9 nœuds, sa destination (Donges), son heure prévisionnelle d'arrivée le 12/12 à 14H30 ses prévisions de tirant d'eau à l'arrivée (avant à 11,9 m et arrière à 10,5 m) ainsi que sa cargaison de 30884 t de produits pétroliers. Ce message indique également que des criques se sont développées sur le pont sur l'avant du ballast n°2 tribord.

**À 22H50**, le commandant de l'*ERIKA* fait parvenir au CROSS une synthèse de la situation depuis la gîte de 14H18 faisant connaître pour la première fois l'existence de fissures sur le pont.

**À 23H30**, le CROSS informe la Préfecture maritime des nouveaux développements de la situation de l'*ERIKA*. Une copie de l'ensemble des messages échangés avec le commandant de l'*ERIKA* est jointe à ce message circonstancié.

**Le 12/12/99 à 00H10**, le vent est de SW 9/10. La mer est très grosse. Une nouvelle gîte de 3 à 4° apparaît sur tribord. Le ullage du ballast n°2 tribord qui était de 10 m est maintenant de 5 à 6 m. Le commandant fait vidanger en permanence ce ballast de l'eau qu'il contient. Cette opération durera jusqu'à environ 03H00. Le navire aurait une assiette négative de 0.60 m.

De manière à atténuer les fatigues du navire, **à 01H00**, le commandant de l'*ERIKA* met le cap au 050 jusqu'à 04H10.

**À partir de 03H00**, les fissures s'agrandissent. Le navire, à la vitesse de 5 nœuds, gouverne difficilement. Allure maintenue à 75 tours/min. Le ullage de la citerne n°3 tribord augmente.

**À 03H30**, une fuite du fioul de la citerne n°3 tribord est constatée, le ullage y est passé de 1,5 à 4 m. Le cap est mis au 085 pour rallier Donges au plus vite. Des traces de perte de fioul à la mer sont relevées.

**À 03H30, à 03H40, puis à 03H50,** le CROSS essaie, en vain, de rentrer en contact avec le commandant de l'*ERIKA* en utilisant la fréquence de détresse HF2182. Puis, il lui demande sa position par message.

**À 04H05,** le CROSS reçoit un message du commandant de l'*ERIKA* qui précise sa position et sa vitesse : 47°11'N, 04.54W, cap au 95, vitesse 9 nœuds (en fait 8,3 nœuds).

**À 05H54,** le commandant de l'*ERIKA* signale la déchirure de la coque entraînant une voie d'eau. Il lance un nouvel appel de détresse et demande l'évacuation de son équipage. La Préfecture maritime est informée de la situation et le CROSS prend en charge la direction des opérations de sauvetage.

**À 06H12,** le commandant de l'*ERIKA* signale à PANSHIP que le bordé de muraille du ballast n°2 tribord s'ouvre sur la moitié de sa longueur, se rabat sur le pont, puis coule. Le navire ne gouverne plus.

**À 06H20,** le bord signale à TOTAL que les tôles de bordé continuent à s'arracher.

**À 06H55,** le bord donne sa dernière position en 47°12' N/004°36 W.

**À 07H37,** les moyens aériens d'évacuation, tenus jusque là en alerte, sont mis en œuvre.

**À 08H08,** le navire commence à se casser.

**À 08H21,** les parties avant et arrière se séparent.

**Entre 06H00,** heure d'arrachement du bordé de muraille du ballast 2 tribord et **08H20,** heure à laquelle le navire se casse, l'arrachement se propage par le bordé de fond, dans la tranche 2. Le navire se plie, le pont faisant "*charnière*".

**À 08H20**, l'hélicoptère de l'équipage commence.

**À 10H43**, le dernier homme de l'équipage (26 hommes) est évacué. Tous sont sains et saufs.

La partie avant du navire (environ 80 m) a d'abord flotté verticalement, gaillard d'avant au-dessus de l'eau grâce à la flottabilité demeurant dans le peak avant et les citernes de la tranche n°1. Elle a coulé **dans la nuit du 13 au 14/12**.

La partie arrière (104.45 m) après un essai de remorquage par l'*ABEILLE FLANDRE*, a coulé le **14/12 à 14H45** par 120 m de fond.

Au cours des opérations de remorquage, la passerelle de l'*ERIKA* a pu être visitée le 13/12 à 14H20. Elle a paru être en bon ordre, mais ni les cartes, ni le journal de bord, tenu à jour jusqu'au MAYDAY de 05H54, et emporté par le commandant, ne se trouvaient à la timonerie. Le radar était encore en marche et la barre n'était pas à zéro.

## 5.6\* Synthèse

Pour « *fatigants* » qu'ils aient pu être du fait des conditions météorologiques apparemment défavorables, les voyages des trois derniers mois de l'existence de l'*ERIKA* n'ont pas eu pour autant des effets néfastes sur le navire.

Les chargements étaient pratiquement toujours les mêmes – essentiellement du FO2 réchauffé à 65° - pour des voyages assez courts en Mer Noire, en Méditerranée et, pour les deux derniers, en Atlantique du Nord-Est.

Si les conditions de mer de l'Atlantique sont quelque peu différentes de celles de la Méditerranée par exemple, elles ne furent pas pour autant « *extrêmes* », ni pour un navire en bon état, ni pour un équipage indien ayant affronté la plupart des mers du monde et notamment celles souvent difficiles de l'océan Indien, du sud est asiatique en période de mousson .... et de typhons, sans parler du Pacifique.

= \* =

## 6\* LES FACTEURS TECHNIQUES DU SINISTRE

### 6.1.\* Analyse événementielle

#### 6.1.1\* LES TRAVAUX DE BIJELA

Sur la base de la visite préliminaire d'acceptation de classe, ainsi que des prescriptions prévues par le BV, les armateurs ont défini une liste de travaux et ont retenu le chantier de Bijela, pour les réaliser. D'une manière générale la sélection du chantier de réparation tient compte des éléments suivants :

- conditions commerciales ;
- réputation technique ;
- disponibilité de cale sèche ;
- position géographique (à partir du dernier port de déchargement et jusqu'à celui probable de remise en charte).

Le chantier de Bijela effectue régulièrement des travaux sur des navires classés par différentes sociétés de classification. Au moment de l'événement, il était en cours de certification ISO 9002 par le BUREAU VERITAS.

L'*ERIKA* est arrivé au chantier de Bijela le 18 juin 1998 en provenance de Naples. Il a séjourné en cale sèche du 19 juin au 7 juillet. Il a quitté le chantier de Bijela le 15 août 1998.

En ce qui concerne la structure du navire, les travaux ont compris essentiellement le remplacement d'éléments de renforts et de tôles de pont (dont le détail est donné en annexe), soit ;

- 14 tôles du bordé de pont au dessus :
  - des citernes de cargaison n°1 bâbord (58m<sup>2</sup>) et tribord (66m<sup>2</sup>) ;
  - de la citerne de cargaison n°1 centrale (12m<sup>2</sup>) ;
  - des citernes de ballastage n°2 bâbord (15m<sup>2</sup>) et tribord (19m<sup>2</sup>) ;
  - des citernes de cargaison n°3 bâbord (43m<sup>2</sup>) et tribord (37m<sup>2</sup>) ;
  - des citernes de ballastage n°4 tribord (22m<sup>2</sup>) ;
  - de la caisse journalière FO (3m<sup>2</sup>) ;

représentant au total 275m<sup>2</sup> d'après la facture du chantier (316 m<sup>2</sup> d'après le rapport RINA) soit 8 à 9% de la surface totale du pont ;

- ainsi que des tôles sur le pont du gaillard,
- la moitié des lisses de pont (une sur deux) dans les citernes de ballastage n°2 bâbord et tribord entre les couples 66-70 et 70-74 ;
- les parties supérieures des porques dans les citernes de ballastage 2 bâbord (au niveau des couples 67, 70, 71, 72, 73) et 2 tribord (au niveau des couples 67, 68, 70, 71, 73) ;
- 2 tôles et une membrure sur la cloison longitudinale entre la citerne de cargaison 3 centrale et la citerne de ballastage 2 tribord ainsi qu'une tôle sur la cloison longitudinale entre la citerne de cargaison 5 centrale et le ballast 4 tribord ;
- des tôles et des raidisseurs sur les cloisons transversales étanches des ballasts 2 bâbord et 2 tribord au couple 66.

Dans le peak avant une partie des tôles et des raidisseurs a été remplacée sur la cloison d'abordage à bâbord et à tribord ; d'autres réparations ont été faites sur les tôles destinées à limiter les effets de surface liquide, et les puits aux chaînes.

Au total, seulement 100 tonnes d'acier auraient été remplacées.

D'autres travaux ont été réalisés concernant :

- les moyens d'accès aux citernes ;
- les appareils de pont (guindeau, treuils d'amarrage) ;
- les tuyautages des ballasts et des citernes, vapeur de réchauffage cargaison ;
- la chaudière ;
- le moteur principal et les moteurs auxiliaires, les pompes ;
- les pales de l'hélice (réparations définitives) ;
- le dispositif de remorquage d'urgence ;
- le système de gaz inerte ;
- et l'aménagement des ballasts 4 bâbord et tribord en ballasts séparés.

Le pont au-dessus des citernes de cargaison a été sablé et repeint. Des ouvertures techniques de 1 mètre de long par 1 mètre de haut ont été pratiquées dans les bouchains des ballasts n°2 tribord (5 ouvertures) et bâbord (3 ouvertures) de façon à permettre le nettoyage de ces ballasts. Ces ouvertures ont été faites sans l'accord préalable du RINA quelques jours après l'entrée du navire en cale sèche. Les éléments de tôle découpés ont été remis en place après nettoyage des ballasts selon les instructions données par l'inspecteur du RINA. En revanche il n'a pas été nécessaire de pratiquer des ouvertures spéciales pour introduire dans les ballasts des éléments de structure, lisses et porques notamment, du fait de l'enlèvement de tôles du pont principal pour leur remplacement.

Les lisses de pont neuves ont été soudées en about sur les parties des anciennes lisses qui ont été coupées à environ 200 à 300 mm des cloisons. Des inserts ont été soudés entre les lisses de pont sur la cloison transversale entre la citerne n°1 bâbord et le ballast n°2 bâbord et entre la citerne n°1 tribord et le ballast n°2 tribord au couple 74.

L'exécution de ces travaux a été suivie et contrôlée par le superintendant de PANSHIP et l'inspecteur du RINA ; les contrôles de ce dernier ont porté plus spécialement sur la préparation des bords des tôles à souder, les certificats des électrodes et la qualification des soudeurs, la séquence de soudage, et le contrôle des soudures.

Ainsi qu'il est d'usage, le RINA n'a pas joué le rôle de donneur d'ordres ; c'est le superintendant de PANSHIP qui a donné les ordres concernant les travaux à effectuer.

La qualité des travaux exécutés a été jugée suffisante par le RINA qui a accepté de classer le navire en l'état.

Toutefois la Commission a relevé des différences entre les travaux indiqués sur les schémas faits par le RINA et ceux indiqués sur les plans et la facture du chantier et aussi entre ceux portés sur les croquis du chantier et ceux facturés. Ainsi le remplacement de la partie supérieure de l'anneau transversal au couple 72 tribord figure sur les croquis du chantier mais pas sur sa facture.

Elle a noté que certaines tôles de pont dont l'épaisseur d'origine est 16mm ont été remplacées par des tôles neuves de 14mm voire de 12mm. Le chantier, ne disposant pas de tôles de 16mm, aurait proposé d'utiliser des tôles de 14mm. Cette proposition aurait été acceptée par l'inspecteur du RINA pour les raisons suivantes :

- la différence d'épaisseur de 2mm était inférieure à la tolérance de 25% ;
- les tôles voisines avaient des épaisseurs de l'ordre de 13,9mm ; il y avait donc homogénéité ; les tôles de 13,7mm dont l'examen visuel n'était pas satisfaisant ont été remplacées.

La Commission estime que cette pratique est peu conforme aux règles de l'art en matière de réparation navale.

L'exécution d'inserts entre les lisses de pont sur la cloison transversale au couple 74 peut, si elle n'est pas suffisamment soignée, engendrer des criques qui progressivement conduiront à une défaillance de la structure.

La Commission a aussi noté que les contrôles non destructifs des soudures se sont limités à des tests au kérosène et d'étanchéité à la lance.

Aucun contrôle radiographique, ou par ultra-sons, des soudures au moins sur les éléments les plus sensibles (bouchains, tôles de pont, par exemple) n'a été fait.

La Commission a également noté :

- un certain manque de préparation de la visite spéciale du navire
- le peu d'informations transmises au siège par l'inspecteur du RINA.
- un relevé des épaisseurs pour analyse technique des résultats remis seulement au mois de septembre, c'est à dire après la reprise de l'exploitation du navire,
- l'absence de traçabilité des travaux et contrôles effectués.

### **6.1.2. LES BALLASTS SEPARES**

L'aménagement de ballasts séparés constitue un point faible bien connu sur les navires-citernes du type et de l'époque de l'*ERIKA*. Mal, peu, pas ou plus protégés par un revêtement (du genre époxy), ils subissent l'alternance d'eau de mer et d'«atmosphère saline» qui y favorisent le développement de la corrosion, plus particulièrement dans les «recoins» que constituent les lisses et leurs jonctions avec les tôles des cloisons et des bordés qu'elles renforcent.

De plus, le réchauffage des citernes de cargaison produit dans les ballasts adjacents des condensations qui favorisent également le développement de la corrosion. Les tôles et les lisses de pont qui participent à la rigidité de la poutre navire sont les parties les plus exposées (v. annexe navire).

A cela s'ajoutent les contraintes thermiques liées aux écarts de température entre les différentes parois. La protection cathodique seule est généralement insuffisante pour éviter le développement de la corrosion, notamment lorsque le ballast n'est que partiellement rempli.

Par ailleurs, la transformation des citernes de cargaison en ballasts séparés peut conduire à une répartition différente des efforts dans la structure et certains éléments comme les cloisons peuvent être davantage sollicités.

Ainsi, les cloisons de ces ballasts sont soumises à **la pression hydrostatique** des citernes voisines. Tel était le cas de la cloison longitudinale entre le ballast n°2 tribord (vide) et la citerne n°3 centrale (pleine). Il convient de noter que lorsque le navire est sur lest, ces pressions s'exercent dans le sens inverse.

**Les mouvements de la surface liquide de la cargaison dans les citernes** doivent enfin être mentionnés. Ils prennent la forme de «vagues» («*sloshing*») qui heurtent violemment les cloisons par mauvais temps, engendrant des efforts dynamiques. Toutefois le faible «*ullage*» de la citerne centrale n°3 a évidemment limité ce phénomène.

On peut rappeler que la «*corrosion*» est en quelque sorte l'aboutissement du processus d'oxydation qui commence par la rouille. Mais contrairement à la rouille qui, uniformément répartie sur une pièce métallique, constitue en quelque sorte une «*protection*», la corrosion se développe irrégulièrement. Se «*fixant*» en une zone déterminée elle va proliférer, foisonner, jusqu'à se stratifier puis se décoller, notamment sous l'effet des mouvements d'eau dans le ballast et des vibrations

Elle se détache alors en partie laissant apparaître un métal « *neuf* » qui sera encore plus sensible à une nouvelle attaque d'une « *corrosion active* ». Le processus est générateur de chancres, trous dans le métal, qui peuvent initier des départs de cassures et de diminution d'épaisseur de surfaces métalliques qui peuvent devenir rédhibitoires en moins de six mois.

### **6.1.3. LE CHARGEMENT DE DUNKERQUE.**

#### **a) Généralités**

Sur les navires citernes du type de l'*ERIKA*, comme sur les vraquiers d'ailleurs, la séquence et la répartition du chargement sont fondamentales pour limiter les efforts résultants de l'inégalité de la répartition des poids des éléments du navire et de la poussée de l'eau le long de l'axe longitudinal.

- **efforts tranchants : cisaillement entre 2 citernes voisines de poids différents (ex. l'une pleine et l'autre vide).**
- **moments fléchissants : selon que l'on charge les citernes des extrémités (arc) ou les citernes centrales (contre arc) ils se traduisent alternativement par des efforts de traction et de compression du pont et des fonds.**
- **efforts de torsion : chargement des citernes tribord avant et bâbord arrière, par exemple.**

De plus, dans le cas des navires pétroliers, il convient d'éviter l'action des mouvements de liquide (« *sloshing* ») sur les éléments de structure interne des citernes. Des restrictions sont quelquefois imposées au remplissage partiel afin d'éviter des efforts trop importants engendrés par les mouvements de liquide.

Il est également important, dans le cas du transport de produits pétroliers réchauffés, d'éviter les contraintes thermiques.

Afin de prévoir et donc de limiter ces efforts, le chargement doit être programmé et vérifié sur le calculateur de chargement du bord qui permet de s'assurer que l'on ne dépasse pas les moments fléchissants et efforts tranchants admissibles. Avant de démarrer les opérations commerciales, le bord et le terminal se mettent d'accord sur une cadence de chargement à adopter au départ et à la finition. Les collecteurs de chargement du navire ayant été raccordés à ceux de terre — en l'occurrence par deux flexibles ou bras, branchés sur le «*manifold*» (dispositif central de répartition du chargement)-- il appartient alors à l'équipage de répartir le chargement entre les différentes citernes en vérifiant les indications données et éditées par le calculateur de manière à ne pas dépasser les valeurs des efforts maximum admissibles.

#### **b) *Quantité – Franc bord***

La charte partie du navire ne fixait pas de tonnage précis mais prévoyait un minimum de 30 000 t. Par ailleurs, il était prévu que c'était le bord qui arrêta le chargement.

Pour respecter la valeur de son franc-bord minimum d'hiver, le navire ne devrait pas s'enfoncer au delà de 10,798 m, ce qui correspond à un port en lourd utile de 36 285 t.

Compte tenu par ailleurs du poids de ses approvisionnements, soit environ 1 000 t, le navire ne pouvait pas charger plus de 35 000 t.

Le chargement a en fait été arrêté à 30 882 t ce qui correspond à un enfoncement de 10,550 m en tenant compte d'un ballast d'environ 3 000 t et d'un contre arc évalué à 5 cm.

### c) *Séquence de chargement*

Le «*plan de séquence de chargement*» de l'*ERIKA* n'a malheureusement pas pu être exploité. Il est en effet resté dans le PC cargaison situé au niveau du pont principal du navire.

Il est à noter que, contrairement à ce qui se fait notamment pour le chargement de marchandises dangereuses, la «terre» ne détient pas la copie d'un tel document.

D'après le commandant, le chargement a commencé par la citerne 4C (comme mentionné sur le journal passerelle) tandis que, d'après le second capitaine, la séquence de chargement aurait été la suivante : citernes n°1, 3 et 5 centrales puis n°2 et 4 centrales et enfin n°1 et n°3 bâbord et tribord.

### d) *Répartition – Efforts - Assiette*

La cargaison a été répartie entre toutes les citernes remplies entre 95 et 98% à l'exception des trois citernes de la tranche 1, dotées de «*swash bulkhead*», qui ne l'étaient qu'à 78%.

Il est à noter que l'on ne pouvait pas mieux faire sans téléjaugeage et en manœuvrant manuellement les vannes de remplissage sur le pont.

La cadence de chargement ( $1\,957\text{ m}^3/\text{h}$ ) était inférieure à la cadence de référence du navire ( $3\,000\text{ m}^3/\text{h}$ ) .

Les efforts tranchants et les moments fléchissants calculés étaient inférieurs aux limites admissibles : effort tranchant 40% du maximum au couple 66, moment fléchissant 75% du maximum aux couples 61, 62 (v. annexe navire).

Avec ce chargement, le navire, pour être «*even keel*», a ballasté 1 500 t dans chacun des ballasts 4 qui ont été ainsi à moitié remplis.

## e) *Température*

La température du fioul chargé était comprise entre 64 et 69°C. Les règles RINA 1998 section B. Part II – Paragraphe 5.4.5. stipulent que les calculs de contraintes dues aux gradients de température doivent être faits pour les navires transportant des produits dont la température dépasse de 75°C. Mais cette règle n'est applicable qu'aux navires neufs et de toute façon, le navire avait été conçu pour transporter des cargaisons réchauffées à 70° et était commercialement présenté avec cette caractéristique. S'agissant de la recommandation du § 7.6.14 de l'*International Safety Guide for Oil Tankers & Terminals* (ISGOTT) prévoyant que les armateurs devaient être prévenu quand on chargeait des cargaisons à plus de 60°C, la Commission a observé qu'il s'agissait pour ce navire d'une pratique courante et que ses armateurs ne pouvaient donc l'ignorer. Les écarts de température entre les différentes citernes étaient inférieurs à 5°C (v. tableaux ci-dessous).

### *Répartition du chargement départ Dunkerque*

Citerne	Ullage (final) (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Température (C°)	Capacité citerne (m <sup>3</sup> )	Remplissage %
n°1 centrale	4.10	4 3 804,04	69,0	4 842	78,57
n°2 centrale	1.13	1 2 443,48	66,8	2 492	98,05
n°3 centrale	1.49	1 4 769,27	66,5	4 984	95,69
n°4 centrale	1.31	1 2 414,06	66,6	2 492	96,87
n°5 centrale	1.03	1 4 915,30	67,0	4 984	98,62
n°1 bâbord	4.02	4 2 403,23	64,5	3 076	78,13
n°1 tribord	4.00	4 2 407,50	64,5	3 076	78,26
n°3 bâbord	1.75	1 3 588,47	66,5	3 800	94,45
n°3 tribord	1.75	1 3 588,47	66,2	3 800	94,45
Sloptank 5 bâbord	1.15	1 883,15	65,5	898	98,34
Sloptank 5 tribord	1.07	1 888,11	64,4	898	98,89
<b>TOTAL</b>		<b>3 2105,08</b>	<b>66,1 (moy,)</b>	<b>35 342</b>	

Chargement fioul n°2 densité (15°C) 1,0025	Navire	
	Tirant d'eau	
Selon terminal : 30884,47t	Avant : 10,5m	Assiette : 0
Selon navire : 30946,54t	Arrière : 10,5m	Gîte : 0

**En conclusion**, considérant que :

- que le franc bord était supérieur au minimum admissible,
- que le navire travaillait dans des lignes d'eau normales,
- que les efforts subis par la poutre navire ne dépassaient pas les valeurs admissibles,
- que la cargaison était bien répartie,
- que le navire transportait pratiquement toujours le même genre de produit dans des quantités équivalentes soit 30000t à 32000t environ dans les mêmes conditions de température et avec pratiquement la même répartition entre les citernes de cargaison,
- que les officiers du navire avaient tous une bonne expérience des pétroliers et avaient procédé à deux chargements similaires de l'Erika depuis leur embarquement,

la Commission estime que rien ne permet de penser que le chargement du navire ait pu constituer l'une des causes du naufrage.

#### **6.1.4\* LES CONDITIONS DE NAVIGATION**

##### **a) La météorologie**

Le rapport de situation météorologique qui figure en annexe pour la période du 08 au 12 décembre 1999 fait état d'une situation perturbée de secteur Ouest dominant, s'orientant tantôt au Nord Ouest , tantôt au Sud Ouest avec des vents de 6 à 7 Beaufort atteignant 8 à 9 le dimanche 12 décembre.

La mer du vent est forte avec des creux de 5 à 6m. La houle d'ouest a la même amplitude, mais avec une période de 10 à 12 secondes, ce qui correspond à une longueur de 125 à 200 mètres.

Ce n'est pas une situation exceptionnelle dans le golfe de Gascogne en pareille saison, et cela n'y empêche pas la navigation des navires de haute mer possédant la 1<sup>re</sup> cote d'une société de classification, sans restriction.

Les valeurs données par METEO-FRANCE sont un peu plus faibles que celles portées au journal de bord de l'*ERIKA*, ce qui n'a rien d'anormal.

L'*ERIKA* a navigué en Manche du mercredi 08/12 au soir au vendredi 10 dans l'après-midi avec des vents de secteur W. 6/7, des creux de 3 à 5 mètres et une période de houle de l'ordre de 10s.

Ayant doublé Ouessant dans l'après-midi du 10/12 et abordé le golfe de Gascogne, il y a subi jusqu'au 11 à 12h40 du vent de SW 7/8, avec des creux de 5 à 6m et une houle w de 10s à 12s.

Dans la nuit du 11 au 12 le vent serait remonté à l'Ouest puis au Nord ouest 8 à 10 avec des creux de 5 à 6m et une houle d' w d'une période de 10s à 12s.

## **b) *les routes et vitesses***

- *Les routes en Manche*

De Dunkerque à Ouessant, le navire a suivi les routes normales jalonnées par les dispositifs de séparation de trafic (DST) du Pas-de-Calais, des Casquets et d'Ouessant.

Donné pour 12,5 nœuds à 125 tours machine par minute, il marchait 7.5 nœuds en moyenne réglé à 107 tours.

- *La route dans le golfe de Gascogne*

Ayant doublé Ouessant à 17 heures le 10 décembre, l'*ERIKA* a fait route au 210 pour aller chercher la voie descendante du DST de Finistère en Espagne.

Sa vitesse moyenne entre Ouessant et l'endroit où il prend de la gîte, le 11 à 12H40 est de 7,1 nœuds. Certes le navire roule et tangue et des paquets de mer s'abattent sur le pont venant par tribord avant. Il fatigue également dans la mesure où la période de la houle, une dizaine de secondes, fait que le navire est souvent alternativement porté par une ou deux crêtes de houle.

Les calculs de résistance de la poutre navire (v. annexe calculs) prouvent toutefois qu'à vitesse nulle ou vitesse de 6,8 nœuds, les efforts subis par la poutre navire, et notamment le moment fléchissant, demeurent à peu près les mêmes et dans les limites réglementaires admissibles.

Au moment où se produit la gîte, à 12H40, la première réaction du commandant de l'*ERIKA* est d'y remédier, du moins suffisamment pour faire demi-tour et être ainsi en mesure d'inspecter le pont de son navire.

C'est pourquoi, il continue au 210 jusqu'à 14H18, moment où il vient au 030 par la gauche.

Il procède alors à un certain nombre de vérifications et d'opérations, et considère qu'il ne peut plus continuer sa route vers l'Italie, mais doit chercher un port de refuge où il pourra alléger, voire décharger son navire.

Il pouvait aller à la Corogne, mais il est alors presque 16H30 et depuis qu'il a fait demi-tour, il s'est éloigné de ce port. De plus la route à faire serait du 195°, assez voisine de celle qu'il faisait au moment de la prise de gîte.

Il pouvait remonter à Brest. L'idée d'une route vers Brest se fonde sur l'idée de route de fuite. Or, la route au 210 n'étant pas véritablement une route debout à la mer puisque le navire épaulait la composante mer-houle (v. croquis position de 14H08), la route au 030 n'était pas réellement une route de fuite.

Par ailleurs, les calculs montrent que les efforts dans la poutre navire seraient demeurés pratiquement les mêmes, et si l'on mettait le flanc tribord plus à l'abri, on exposait bâbord, ce qui ne valait guère mieux.

Enfin, on note qu'en faisant une telle route, la situation météorologique évoluant, l'*ERIKA* se serait retrouvé, le 12/12 vers 08H00 avec une composante mer du vent/houle de travers, d'où un fort roulis propice à l'accélération de la déstructuration interne en cours (v. § 6.3.3\* *infra*).

### *La route vers Donges*

Après avoir pensé à La Rochelle, il décide en accord avec son gestionnaire nautique, de faire route sur Donges pour y trouver un refuge. Comme il s'agit d'un port pétrolier, il y trouvera ses capacités d'allégement, voire de déchargement qui pourraient s'avérer nécessaires.

Il met donc le cap au 085 le 11 à 16H27 machine réglée à 75 tours.

Force est de constater que le navire est alors globalement mer de l'arrière (v. schémas routes, vitesses et météo).

La vitesse moyenne entre 00H00 et 05H00 est de 8,07 nœuds, mais ne peut guère être réduite pour des questions de manoeuvrabilité avec de telles conditions de mer de l'arrière.

Les calculs montrent d'ailleurs que si les mouvements de plate-forme sont diminués avec la mer de l'arrière, les efforts dans la poutre navire, restent, eux, du même ordre de grandeur.

**ROUTES, VITESSES ET ALLURES MACHINE**

	heure	H oute vraie	R ent	V er (1)	M ours/ min	t itesse (2)	V eul élice	R h Observations
E. 08/12	M 3.36	2 70	2 W 7	S	7 07	1		en route libre
E. 09.12	J 3.22  2.00  3.00	0 36 1  85	2 W 7  2 W 8/9	S  S	7  8	,02	7 3%	4
E. 10.12	V 1.00  2.00  7.00  3.00	0 31 1 31 1 10 2 10	2 W 8 2 W 8 2 SW 8 2 SW 8	S S W W	8 8 07 <sup>9</sup> 8	1  ,33   8	8 3%  7	3  Ouessant Doublé
A. 11.12	S 6.00  2.40  3.41  4.10  4.18  4.30  5.02  6.24  6.27  8.30  0.00	0 10 1 10 1  1 30 1  1 85 1 85 1 1	2 SW 8/9 2  0 W 9  0  0 W 9 0	W /9  S  S	8   8  5  9	,14    ,46  7	7  6	Gîte progressive Début déballastage 4T MAYD AY FO n°2 tribord + FISSURES de pont MAYD AY ? PAN annulé PAN Vers DONGES Fin déballastage 4 T

I. 12/12	D	0						le
	0.10	0	0					ullage du n°2 tribord
		00						diminue
	1.00			S	9		8	
		0	0 W 9/10			,7		sonde
	2.30	50					8	200m
		0	0			,3		FISSU
	3.00	85					7	RES AUGMENTENT
		0	0		9	,3		FO à la
	4.00	85		S				mer
	0	W 9/10					3	TOLE
5.00					,8			BORDE SE REPLIE
	0							mayda
6.04								y
	0							ARRA
6.12								CHEMENT BORDE
	0							cassur
8.20								e

(1) force de la mer – (2) moyenne entre points GPS (compilations *BEAMER*)

### c) *Les allures machine*

L'*ERIKA* était équipé d'un moteur de propulsion IHI SULZER 8 RND68, puissance maximum continue 9715 kW à 150 tours/min, puissance normale d'utilisation 8743 kW à 144,8 tours/min.

A 107 tours/min. d'après le diagramme de fonctionnement moteur-hélice selon la « loi d'hélice » on obtiendrait une puissance correspondante de 4 300 kW, soit 49% de la puissance normale d'utilisation. Cette valeur est théorique.

L'absence de renseignements sur les paramètres de fonctionnement du moteur (cran et variation du cran de combustible, température d'échappement, pression d'air de suralimentation) ne permet pas de connaître de façon plus précise la charge du moteur.

Les reculs de l'hélice (43% et 33%) sont importants, ce qui traduit une diminution du rendement propulsif due aux conditions météorologiques rencontrées par le navire.

Il faut aussi tenir compte, de la salissure de la carène et des pales d'hélice.

Les reculs de l'hélice relevés sur le journal de bord lors des voyages précédents étaient compris entre 6 et 13% (navire léger) et entre 7 et 17,5% (navire chargé).

Ces valeurs doivent donc être considérées avec précaution et ne permettent pas d'affirmer que le navire naviguait avec une puissance de propulsion excessive.

#### **d) *Les obstacles à la navigation***

Dans le cas de l'*ERIKA*, la présence de billes de bois en dérive a été évoquée. Celles-ci ont effectivement été mentionnées par un message de sécurité NAVAREA n°333/99 signalant.... le 4 novembre 1999, soit cinq semaines auparavant, des billes de bois dans la voie montante Est du DST d'Ouessant.

### **6.1.5\* *LA GÎTE PRISE PAR L'ERIKA LE 11/12/99***

Le 11 décembre à 12H40, le commandant « observe une gîte importante et progressive sur tribord ».

Cette gîte paraît « importante » parce qu'elle est, bien sûr, anormale, mais aussi à cause du roulis qui fait que le navire oscille alors entre 10 à 12° sur tribord et 2° sur bâbord, puis, un peu plus tard, entre 12 et 15° sur tribord sans revenir en position droite.

Cette gîte paraît « progressive » parce que l'on ressent et constate son évolution comme étant due à un mouvement de poids à peu près constant et inexorable, qui se produirait sur plusieurs dizaines de minutes.

Cette gîte peut être due :

- à un transfert accidentel de cargaison,
- à une entrée d'eau par les fissures de pont (v. § 6.1.3.),
- à une entrée d'eau par une fissure dans le bordé de muraille,
- ou à une combinaison de ces causes,

étant entendu, qu'à l'origine du moins, seul le ballast n°2 tribord pouvait se remplir.

a) *Le transfert accidentel de cargaison*

Il est incontestable qu'il y a eu transfert de cargaison entre la citerne n°3 centrale et le ballast n°2 tribord ; en effet, on a noté :

- une augmentation du ullage dans la 3 centrale,
- la diminution du ullage dans le 2 tribord,
- et la présence de fioul dans le 2 tribord.

Ce transfert est du à une rupture de la cloison longitudinale entre la citerne n°3 centrale et le ballast n°2 tribord. Cette rupture ne peut qu'augmenter, ne serait-ce que du fait de la pression hydrostatique aggravée par un effet, même limité, de carène liquide. Elle peut avoir été partielle ou totale. Cette rupture s'explique par la corrosion importante évoquée notamment dans les § 3.6\* à 3.9\* *supra*. Deux hypothèses de transfert sont alors envisageables :

- UN TRANSFERT DE CARGAISON TOTAL, mais progressif, par propagation normale de la rupture initiale jusqu'à l'effondrement de la cloison, se traduirait par le passage d'environ 2010t de fioul de la citerne n°3 centrale dans le ballast n°2 tribord, ce qui, selon les calculs provoque la gîte moyenne observée de 7°5, en tenant compte de l'effet de carène liquide, et selon les mesures, un ullage de 5m dans la 2 tribord.
- UN TRANSFERT PARTIEL DE LA CARGAISON correspondrait à une augmentation de 1,49m à 3,50m du ullage de la citerne n°3 centrale.

Il est à noter que cette « mesure » n'apparaît pas dans les premières auditions. Le second capitaine avait de prime abord évoqué « une grande augmentation du ullage dans la citerne n° 3 centrale ».

Il convient également de faire des réserves quant à des mesures prises dans de telles conditions : sondes à ruban, mouvements de plate-forme et des surfaces liquides.

Par ailleurs, on observe que, par la suite, on n'a aucune indication sur l'évolution du ullage dans la citerne n°3 centrale.

Quoiqu'il en soit, si l'on retient un ullage de 3,50m, il n'y a alors qu'un transfert partiel de cargaison, soit environ 650t de fioul, ce qui est insuffisant pour expliquer une gîte aussi importante.

L'hypothèse d'un transfert de fioul de la citerne centrale n°3 dans le ballast n° tribord par l'intermédiaire du circuit de ballastage a été aussi envisagée. Elle supposerait que la vanne du ballast n°2 tribord soit ouverte et que le tuyau de ballastage passant dans la citerne centrale n°3 soit percé ou que le tuyau soit percé à la fois dans la citerne centrale n°3 et le ballast n°2 tribord.

Cette hypothèse n'a pas été retenue par la Commission.

**b) *l'entrée d'eau par les fissures de pont (v. § 6.1.6\*)***

Qu'elle soit concomitante ou non du transfert de cargaison pour permettre, l'entrée d'eau par le pont et/ou par la coque est indubitable, ne serait-ce que parce qu'à 00H10 le 12/12, le ullage du n°2 tribord, qui était de 10m après l'équilibrage 2 tribord /2 bâbord de 18H30, est remonté à 5m, ce qui représente 2500t dont 1250t d'entrée « *d'eau nouvelle* ».

Mais cette entrée d'eau, qui doit être d'environ 1360t pour, en s'ajoutant au 650t de fioul, provoquer une gîte de 7,5°, ne peut se faire « *progressivement* ».

En effet :

- soit l'eau est entrée depuis l'origine des fissures, qui peut remonter au 9/10 décembre et la gîte aurait été constatée plus tôt,
- soit l'eau entre « *en même temps* » que le fioul, ce qui nécessite une concomitance et un débit compatibles.

Or, l'eau susceptible d'entrer par le pont provient de paquets de mer qui, compte tenu :

- de leur vitesse relative,
- des mouvements de plate-forme,
- du remplacement, sur ces navires, des parois à sabords de décharge par des batayolles,
- du bouge important du navire accentué par l'arrondi de la virure de carreau.

ne « *font que passer* ». Il n'y a pas une couche d'eau permanente et de hauteur, donc de charge, constante, et seule une « *pellicule* » d'eau est susceptible d'être captée par les fissures dont les directions sont de surcroît différentes.

Le calcul très théorique du § 6.1.6\* tendrait à montrer qu'il faudrait environ trois heures pour permettre l'entrée de 1360t d'eau à raison d'une « *couche* » de 0,10m d'eau en permanence sur le pont, du moins au dessus des criques.

***c) l'entrée d'eau par une fissure dans le bordé de muraille***

On peut imaginer qu'une fissure dans le bordé de muraille ait pu prendre naissance suite à l'affaiblissement des anneaux transversaux, lui même causé par la rupture survenue dans la cloison 3 centrale/n°2 tribord.

Cette fissure, dont l'existence ne fait pas de doute, est elle-même à l'origine de la cassure puis ultérieurement de la déchirure du bordé de muraille. Par contre, elle n'a pas pu, à ce stade, permettre une entrée d'eau assez importante dans le n°2 tribord pour le remplir au point de provoquer une gîte progressive importante.

Ainsi qu'il est dit par ailleurs, c'est plus sûrement la rupture de la cloison longitudinale entre la n°3 centrale et le n°2 tribord, et son aggravation, qui s'est transmise à la coque par la déstructuration progressive de l'architecture du n°2 tribord.

D'une manière générale, la gîte du navire tiendrait plus à un transfert accidentel de cargaison ; les entrées d'eau, quant à elles, interviennent de manière significative à la fin de la journée du 11/12 : la diminution du ullage dans le n°2 tribord et l'agrandissement des fissures de pont annoncent l'ouverture de bordé qui commence à 03H30 avec la mise à la mer du n°2 tribord et de la n°3 tribord.

***6.1.6\* LES CRIQUES ET LES PLIURES DU BORDE DE PONT***

Le 12 à 14H30, le second capitaine a découvert, rappelons le, des criques et des boursouflures ou plis de flambage sur le bordé de pont à l'avant tribord du ballast n°2 tribord, décrites de la façon suivante :

- 1 fissure transversale de 1,5m de long et 1 à 2 cm de large ;
- 1 fissure en diagonale de 2,4m de long et de 5 cm de large ;
- 1 fissure longitudinale de 1,5m de long et de 1 à 2 cm de large ;
- 3 plis de flambage de 2 à 3,5m de long, hauts de 7 cm et espacés de 60 cm environ.

Ces défauts, situés aux environs des couples 72/73, donc bien sur l'avant du maître couple, peuvent être interprétés :

- soit comme un « flambement propre » du bordé de pont privé de ses raidisseurs (corrodés) et supportant seul le poids des paquets de mer s'écrasant plus particulièrement à cet endroit du pont principal,
- soit plus vraisemblablement par un phénomène de destruction progressive entraînant un « glissement » du bordé de pont.

Ainsi, de l'eau de mer a donc pu rentrer par ces fissures, dans le ballast n°2 tribord :

La surface moyenne des fissures étant de :

- 1,5m x 0,015 m = 0,0225m<sup>2</sup>
- 2,4 m x 0,05 m = 0,120m<sup>2</sup>
- 1,5 m x 0,015 m = 0,0225m<sup>2</sup>
- soit au total S = 0,1650 m<sup>2</sup>,

Si l'on suppose une couche d'eau, très théorique, de 0,10 m en permanence sur le pont, la quantité d'eau susceptible de rentrer dans le ballast n°2 tribord par ces fissures est donnée par la formule :

$$Q_{m^3/h} = S \times 0,6 \times 3600 \sqrt{2g h}$$

soit

$$Q_{m^3/h} = 0,1650 \times 0,6 \times 3600 \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,10}$$

$$= 500m^3/h$$

**= 512t d'eau de mer par heure**

Cette quantité serait de 723t/heure pour une couche d'eau permanente de 0,20m ... et ainsi de suite.

Toutefois, on ne sait pas de quand datent ces criques et boursoufflures. On sait seulement qu'elles n'auraient pas été vues sur le pont lors de la dernière ronde autorisée par les conditions météorologiques, le 09/12/99.

### **6.1.7\* LES DIFFERENTS MOUVEMENTS DE POIDS**

Ils comprennent :

- les 2010t qui sont entrées dans le ballast n°2 tribord ;
- le déballastage de 1400t du ballast 4 tribord ;
- l'équilibrage 2 tribord/3 centrale/2 bâbord à raison respectivement de 1 400 t / 1 812 t / 1 400 t ;
- et enfin le transfert du 1T dans le 1C (1491t/4512t).

Les calculs montrent et le commandant avait déclaré l'avoir vérifié au «*load master*», que ces mouvements étaient compatibles avec les critères de résistance de la poutre navire et qu'ils ont même diminué les efforts tranchants et moments fléchissants au maître couple et au couple 71, faisant notamment passer le moment fléchissant au maître couple de 73% à 40% de la valeur maximum admissible en eau calme.

Ils ont eu pour conséquence de donner au navire une assiette négative calculée de 1,92m, entraînant, entre autres choses, une moins bonne protection de l'avant, surtout si le navire était resté cap au 210.

### **6.1.8\* L'ARRACHEMENT DU BORDE DE MURAILLE**

L'arrachement du bordé de muraille du ballast n°2 tribord et d'une partie de celui de la citerne n°3 centrale est la conséquence de la ruine du ballast n°2 à partir du moment où l'effondrement total ou partiel de la cloison longitudinale entre la citerne centrale n°3 et le ballast n°2 tribord a lui-même provoqué la dislocation des anneaux transversaux et l'effondrement des serres et lisses restantes. La cassure d'un des tirants demeurant attaché au morceau de bordé de muraille qui a coulé à 4,8MN de l'endroit où le navire s'est cassé en est l'une des preuves.

### **6.1.9\* LA CASSURE DU NAVIRE**

Jusqu'au moment de l'arrachement du bordé de muraille, les calculs montrent que le navire pouvait résister à ses avaries « *internes* » et au mauvais temps. Il pouvait même résister à une seule avarie de coque provoquant la mise à la mer du ballast n°2 tribord. Par contre, les calculs montrent bien que la mise à la mer d'une autre capacité et notamment de la citerne n°3 centrale par effondrement de la cloison longitudinale, sans parler aussi de la mise en communication également avec la mer de la citerne n°3 tribord, provoquait un dépassement de plus de 65% du moment fléchissant admissible dans la section milieu. L'arrachement (comme d'ailleurs dans le cas d'un vraquier) du bordé de muraille n°2 tribord / n°3 tribord et la communication n°3 centrale/n°2 tribord ont provoqué la rupture du navire deux heures plus tard.

Il est à noter que cette séquence ne s'oppose pas à une mise en communication progressive avec la mer du ballast n°2 tribord préalable à la rupture de la cloison longitudinale n°3 centrale/n°2 tribord, le 11/12 à 12H40, puisque c'est la mise en communication de ces deux capacités qui provoque la cassure du fait du dépassement de 60% du moment fléchissant admissible.

Toutefois, dans cette hypothèse de mise en communication totale avec la mer, on peut se demander comment le navire aurait pu encore résister près de 20 heures.

## 6.2.\* Observations & analyses techniques

### 6.2.1\* LES OBSERVATIONS FAITES SUR L'ÉPAVE

Les opérations de reconnaissance et d'inspection de l'épave ont commencé dès le 30 décembre 1999.

Elles ont été conduites d'une part par l'*ABEILLE SUPPORTER*, d'autre part par le « *CSO MARIANOS* » au moyen de robots pilotés à partir de la surface (ROV).

L'examen des deux parties de l'épave, partie avant et partie arrière, en particulier celui du faciès des cassures et des éléments de structure, s'est intégré dans les opérations de contrôle et de colmatage des fuites effectuées par TOTAL dans le cadre des travaux préliminaires aux opérations de pompage.

La première phase s'est déroulée du 31/12/99 au 19/01/00 avec le remorqueur *ABEILLE SUPPORTER*. Elle a porté sur une inspection générale des parties avant et arrière par les ROV *ABYSSUB*, *ACHILLE TRAVOCEAN*, *TRITON XL18 COFLEXIP* et opérations d'obstruction des brèches.

Les deux phases suivantes ont permis un examen vidéo plus précis et un relevé cartographique de l'épave (v. annexes).

- entre les 4 et 13/02/2000 pour la partie avant et une première étape de la partie arrière.
- entre les 17 et 21/02/2000 pour la partie arrière ainsi que deux autres morceaux d'épave localisés, l'un à 150 mètres dans l'est de la partie arrière, l'autre situé à 5,8 milles de la partie avant à la position 47°14,30N / 4°31W.

Une inspection complémentaire au eu lieu du 15 au 22 septembre 2000, après le pompage des parties avant et arrière. Celle-ci a été réalisée par des plongeurs plus un ROV.

Au cours de ces investigations sous-marines, des débris et pièces provenant de la structure de l'*ERIKA* ont été recueillis par le ROV de l'*ABEILLE SUPPORTER*, ainsi que par le navire hydrographique *LA PEROUSE* à l'occasion de la mission SHOM du 03/02/00, lors des opérations de pompage.

Ces différentes pièces ont fait l'objet de mesures d'épaisseur d'analyses métallurgiques.

#### **6.2.1.1\* Examen de la partie avant**

- Position : N 47°14'24 »,0718 / W 004°22'21 »,8871
- Orientation : 045°
- Gîte : 4 – 5° à droite
- Profondeur : 114.2 m
- Fond : sable + coquillage
- Température du fond : 11°
- Visibilité au fond de 5 à 6 m au moment de l'inspection
- Pas d'ensouillement.

L'épave avant est retournée. Le pont repose sur le fond à une profondeur de 114.2 m. L'inspection s'est déroulée le 05/02/2000.

Les résultats ont été les suivants :

- **Enfoncement important avec cassure au niveau de l'arrondi entre bulbe et étrave.**

- Le ballast n°2 tribord (à gauche de l'épave) a entièrement disparu à l'exception d'une partie des bordés de fond au voisinage de la quille de roulis et du bouchain.
- La cassure est nette et continue au niveau de la cloison arrière de la citerne latérale tribord n°1 (couple 74). On note une brèche dans la cloison 1 tribord n°2 tribord à 3 m du sol.
- Une petite partie de la cloison longitudinale entre la citerne latérale n°2 tribord et la citerne centrale n°2 subsiste : elle est visible avec les lisses longitudinales.
- La pliure dans la citerne latérale n°2 bâbord (à droite de l'épave) est située entre les couples 69 et 70. Quelques lisses du bordé déchiré sont encore en position.
- Une pliure longitudinale dans le fond de la citerne latérale 2 tribord à partir du couple 74.
- Dans le bouchain de la citerne latérale n°2 bâbord, près de la quille de roulis, on relève la présence de 2 panneaux soudés qui pourraient correspondre à des ouvertures faites au chantier de Bijela pour le nettoyage de cette citerne.
- La coque paraît très « martelée » (le fond, bouchains et bordés, exposant de charge) avec présence de nombreux chancres de corrosion.
- Le bordé de fond est arraché au niveau du bouchain et la quille de roulis bâbord se trouve en pendan.
- Le bordé de fond du ballast latéral n°2 tribord, de toute la citerne centrale n°2 et d'une bonne partie de la citerne centrale n°3 est replié à 90° à partir du couple 74 formant une paroi verticale sur toute la hauteur de l'épave (15 m), les tôles de fond se trouvant repliées sur le fond de sable. (voir plan et schéma établis à bord du *CSO MARIANOS* » d'après les relevés).
- Le bouchon de nable de la citerne n°2 centrale se trouve à 107 mètres de profondeur (le niveau de la quille est à 99 m) confirmant l'écrasement de cette citerne alors que les structures de la citerne centrale n°3 se sont écrasées (sous le bordé de fond).
- Aucune tôle ou structure appartenant à l'épave avant n'a été retrouvée sur le fond à proximité dans un rayon de 150 m au cours des inspections ultérieures.
- La caméra du robot a mis en évidence ce qui semblerait être un anneau (couple 73 dans la citerne latérale n°2 bâbord).
- L'inspection du bordé de fond pour localisation des bouchons de nable a permis de relever des tôles en meilleur état au niveau de la citerne n°1 tribord.
- Toutefois, la présence de sable et la visibilité décroissante n'ont pas permis de lever les incertitudes sur ce point.

Des mesures d'épaisseur ont été effectuées sur le bordé de fond des citernes :

- 1 tribord : 14,9 mm – 15,2 mm
- 1 C : 17,6 mm – 18,3 mm
- 1 bâbord : 14,7 mm – 16,7 mm
- 2 C : 17,6 mm – 22,7 mm.

#### **6.2.1.2\* Examen de la partie arrière**

L'inspection de la partie arrière, commencée le 12/02/00, a du être interrompue pour cause de conditions météorologiques défavorables.

Cette inspection a suivi les opérations de colmatage des fuites de citernes de la partie avant et la revue des positions géographiques ainsi que l'inspection par sonar et visuelle d'une zone de 50 mètres autour de la partie avant de l'épave.

- Position : N 47°09'25 »,4464 / W 04°15'47 »,3270
- Orientation : 011°
- Gîte : 0.8° bâbord
- Assiette : + 0,5m
- Profondeur : 129m
- Fond : Sable dur – Petits rochers à bâbord de l'épave
- Température du fond : 11°
- Visibilité du fond au moment de l'inspection : 2 à 3 m
  - Ensouillement : non

Cette première inspection de la cassure de la partie arrière s'est déroulée à l'aide du ROV TIGER 807 le 12/02/00.

Elle a consisté à descendre le long de la cassure située à bâbord au niveau du couple 66 (arrière du ballast bâbord n°2).

Il a été constaté :

- des moignons de lisses tordus au ras de la cassure, la cloison entre les citernes n°2 tribord et n°3 tribord étant situées à environ 0,50m sur l'arrière de la déchirure du bordé puis au ras de la déchirure jusqu'à la marque peinte en forme de diamant (marque d'appui de remorqueur) au droit de la cloison ;
- une cassure assez franche sur le bordé de muraille bâbord (seuls 3 morceaux de bordé du ballast 2 bâbord, de petites dimensions, sont restés en place) ;
- les lisses de bordé de pont sont constituées de fers plats ;
- les tôles de fond de la citerne n°2 bâbord sont pliées et remontent verticalement jusqu'à 2 mètres du fond ;
- sur le bordé bâbord on relève un enfoncement au niveau du couple 50 ;
- sur le pont à bâbord, une fissure au niveau de la citerne de ballastage bâbord n°4 à partir du mât de charge placé le long du bordé, orientée ne d'une longueur estimée à 5 – 6 mètres, à la hauteur des couples 33 – 34.

Des relevés d'épaisseurs ont été faits sur le bordé de pont :

- sloptank tribord : 11,6 mm
  - citerne 5 : 14,8 mm – 16,8 mm à tribord des tuyautages  
15,3 mm - 16,4 mm à bâbord des tuyautages
- ballast 4 tribord : 12,1 mm
- sloptank bâbord : 11,5 mm – 15,2 mm
- citerne 4 c : 17,3 mm
- ballast 4 bâbord : 11,9 mm

L'inspection, le 18/02/00 de la zone des 150 m autour de l'épave a révélé la présence de débris (embarcation tribord, dôme d'antenne satellite) et la présence à 150m, dans l'Est de la cassure de l'épave arrière, d'un débris de dimensions 15 m x 3 m provenant apparemment du pont supérieur (revêtement de peinture de couleur verte).

L'inspection a été interrompue du fait de la rupture de l'ombilical du ROV récupéré en surface. Les conditions de mer et de vent n'ont pas permis de reprendre les opérations d'inspection et les travaux de colmatage avant le 19/02/00 ;

Après inspection du bordé tribord, celle de la cassure au niveau du couple 66 s'est déroulée le 19/02/00 entre 13H30 et 15H30 (soit un temps net de 02H00 mn).

Cette inspection a révélé :

- Le magasin du pont tribord situé à cheval sur les deux citernes latérales n°2 et 3 comporte une déchirure en sa partie inférieure, laquelle se prolonge le long de la cloison transversale jusqu'à environ 3 mètres du livet de pont. Cette déchirure mord dans le bordé de la cloison latérale n°3 tribord jusqu'à 7 mètres au-dessus du niveau du bouchain pour suivre à nouveau la cloison transversale jusqu'à la 1re serre située à 5,1 mètres du fond.
- La cloison transversale entre les citernes n°2 tribord et n°3 tribord paraît ne pas avoir subi de dommage à l'exception d'une déchirure au voisinage du bordé dans la zone de l'ouverture dans la citerne n°3 tribord citée ci-dessus (voir plan ci-joint établi à bord après les relevés).
- Dans la brèche située dans le bordé de la citerne n°3 tribord, les lisses sont visibles et la plupart d'entre elles, sauf celle située au niveau de la serre intermédiaire, sont cassées au ras de la cloison.
- Les raidisseurs verticaux de la cloison 2 tribord / n°3 tribord (8) sont intacts à l'exception de ceux correspondant à la déchirure.
- Les deux serres horizontales de la cloison 66 à tribord paraissent en partie arrachées. Il semble que la tablette horizontale de la serre inférieure soit en place, alors que celle de la serre supérieure ait été emportée avec le bordé de muraille.
- Les raidisseurs du pont, au nombre de 10, dont 6 sont situés sous le magasin de pont, ont été sectionnés au ras du magasin et à peu de distance des cloisons transversales.
- Les mêmes constatations ont été faites à bâbord pour la cloison transversale des citernes latérales n°2 bâbord / 2 tribord.
- Les tôles du bordé de fond et les lisses de fond sont repliées et tournées vers le haut sur une hauteur de 4 mètres et sur toute la largeur de l'épave.
- Le pont principal des citernes centrales est, quant à lui, replié descendant jusqu'au bordé de fond. La déchirure s'est faite de chaque côté des tôles de pont.
- Il correspond à la partie avant de la citerne centrale n°3 (deux volants de vannes de pont sont visibles. Il s'agit des vannes d'aspiration et d'assèchement de la citerne centrale n°2 tribord).

- Le ROV tiger est ensuite passé derrière la paroi verticale formée par le pont principal, a franchi l'anneau central du couple 66. Des tuyaux de réchauffage étaient visibles ainsi que l'échelle et le panneau de la citerne centrale n°3.

En résumé le cheminement de la cassure peut être décrit de la façon suivante : au niveau haut, la cassure suit globalement le pont sur toute la largeur sauf une languette de pont repliée vers le fond.

Elle repart le long de la cloison, fait le tour du magasin de pont tribord et vient finir au droit du couple 66 jusqu'à la muraille tribord. Elle descend ensuite le long du bordé de muraille tribord.

#### *6.2.1.3\* Examen du morceau d'épave situé à 150m dans l'Est de l'épave arrière*

- position : N 47°09'28 » / W 04°15'38 »
- Profondeur : 135 m
- Visibilité au fond au moment de l'inspection : 2 m

Ce morceau d'épave a été examiné après la fin des opérations de colmatage des fuites le 20/02/00.

Ce morceau de dimensions approximatives 15 m x 3 m, est revêtu de peinture verte et comporte un panneau de citerne ainsi qu'une partie de cloison perpendiculaire au pont principal.

Il s'agit d'un morceau de bordé de pont comportant des lisses visibles et très vraisemblablement un morceau de cloison longitudinale entre les citernes latérales n°2 et la citerne centrale n°3.

Aucune indication n'est lisible sur le panneau qui dispose encore de son couvercle. Ce panneau porte une manchette avec une tpe d'obturation (il s'agit de la tpe sur le circuit de gaz inerte qui a été obturé au niveau des citernes de ballastage permanent).

En abord et du côté de la déchirure, on observe deux ouvertures circulaires de diamètre 100 ou 150 comportant des lèvres avec des cordons de soudure pouvant être des dalots.

Deux essais de relevage de ce morceau dont le poids est estimé à 50 tonnes ont été effectués à l'aide de la grue du « *CSO MARIANOS* » et des élingues disponibles à bord. Ces moyens ont été insuffisants pour permettre le relevage de l'épave de ce tronçon.

#### **6.2.1.4\* Examen du morceau d'épave dit débris LA PEROUSE**

Ce morceau d'épave a été localisé par le navire hydrographique *LA PEROUSE*, d'où sa dénomination. Il est situé à 5,8 MN dans l'ouest de l'épave avant et à 3,6 miles dans le 050° de la position que donnait le commandant de l'*ERIKA* le 12/12/99 à 05H20.

- **Position :: N 47°14'37 ».266 : W 04°31'07 ».177**
- **Profondeur : 123,5 m**
- **Visibilité au fond au moment de l'inspection : 2 m**

L'inspection de ce tronçon s'est déroulée le 21/02/.

Il s'agit d'une épave aux dimensions approximatives suivantes : longueur : 10 m, largeur : 5 m, hauteur moyenne : 4 m, hauteur maxi : 7 m, de forme très tourmentée avec de très nombreuses déchirures. Aucune trace de peinture n'est visible sur cette épave où ont pu être identifiés de nombreux raidisseurs lisses arrachés et tordus, des goussets, une structure verticale de 7 m de hauteur et un anneau en grande partie arraché. On y distingue nettement un tirant près de son attache avec la cloison longitudinale. Son poids peut être estimé à 100 t.

Un chalut s'est pris dans l'épave et en masque une bonne partie.

Cette épave correspond à tout ou partie du bordé de muraille dont le commandant a signalé l'arrachement à 06H12 (v. carte en annexe), heure à partir de laquelle les citernes n°3 centrale et n°3 tribord (une partie de ce morceau appartient au bordé de muraille situé sur l'avant du n°3 tribord) et le ballast n°2 tribord se sont trouvées en communication avec la mer, d'où la cassure du navire à 08H20, 8 MN plus loin.

### **6.2.2\* LES ANALYSES DES ELEMENTS DE COQUE ET DE STRUCTURE RECUEILLIS**

Cinq débris provenant avec certitude ou du moins avec une forte probabilité de l'*ERIKA*, ont été recueillis.

- a) Un élément, qui pourrait être une lisse du bordé de fond, fortement corrodée, a été remis pour analyse, pour le compte de l'instruction pénale, à l'établissement d'Indret de la DGA.
- b) Un profilé identifié comme une lisse de cloison longitudinale ou de bordé de muraille pouvant provenir de l'une des citernes latérales de ballastage n°2. Il a été recueilli par la mission SHOM du 03/02/00 à proximité immédiate du fragment de structure de bordé dit épave LA PEROUSE et situé à la position 47°14,30N/4°31W. Ce profilé a été analysé par le Laboratoire central des ponts & chaussées (LCPC).
- c) Un élément de profilé recueilli au pied de la cassure de la partie arrière par le CSO *CONSTRUCTOR* à la fin des travaux de pompage et remis au *BEA*mer et qui pourrait appartenir à une lisse de fond provenant de la citerne 3 centrale.
- d) Un débris de très petite taille fortement corrodé n'a pu être identifié ; situé dans la structure du navire qui a été recueilli dans les mêmes conditions que le profilé « b ».
- e) Un petit fragment provenant du morceau de pont situé à 150 mètres à l'arrière du travers de l'épave arrière de l'*ERIKA* a été prélevé le 03/03/00 par le ROV de l'*ABEILLE SUPPORTER*.

À ces débris sont venus s'ajouter 52 disques d'environ 185 mm de diamètre, percés en leur centre et découpés sur les bordés de fond et de pont à l'occasion des opérations de forage sur les deux épaves avant et arrière préalablement aux pompages. Ces prélèvements ont été effectués en présence de représentants embarqués du *BEAmer*.

39 de ces disques ont été remis par TOTAL au *BEAmer* sous contrôle d'un huissier de justice. Ils ont ensuite été analysés au LCPC à Nantes puis remis aux experts judiciaires désignés par le tribunal de commerce de Dunkerque.

### ***Résultats des observations et analyses***

#### **a) Profilé (type lisse de cloison ou sur bordé de muraille)**

Ce profilé est un élément de cornière métallique à ailes inégales de dimensions mesurées 300 x 85 mm correspondant à un profilé standard d'origine 300 x 90 mm et d'épaisseur 11 mm pour l'âme et 16 mm pour la semelle.

Cet élément a été identifié sous les numéros 25, 26, 27 de la coupe au maître comme appartenant à l'un des raidisseurs horizontaux soudés sur la cloison longitudinale entre deux citernes ou sur le bordé de muraille.

Les résultats des épaisseurs moyennes résiduelles, dont le détail est donné en annexe « analyses », montrent une diminution d'épaisseur d'environ 28% avec des pertes locales de 50% pour l'âme et de 22 à 35% pour la semelle.

En ce qui concerne la structure du métal, les analyses chimiques et l'examen des coupes métallographiques correspondent à un acier de bonne soudabilité (v. tableau ci-après).

Analyses chimiques exprimées en pour cent (pourcentage pondéral)

	C	MN	SI	S	P	NI	CR	MO
Ech. 1	0,17	0,71	0,044	0,016	0,022	0,014	0,017	< 0,002
Ech. 2	0,18	0,72	0,044	0,016	0,022	0,014	0,016	< 0,002

le raidisseur était initialement fixé sur sa tôle par deux cordons de soudure monopasse semi-automatique non pénétrants. ces cordons de soudure ont été rompus entièrement dans le métal d'apport ; l'épaisseur du cordon au niveau de la rupture était comprise entre 2,7 et 3 mm.

On note également la présence de trois cordons multipasses d'environ 8 centimètres de long, distants de 20 à 25 cm sur un seul côté sur la face supérieure de la liaison raidisseur / tôle.

Les ruptures de ces cordons semblent plus récentes, on remarque en particulier le relief créé par l'arrachement local de la tôle support.

Alors que les joints continus présentent une surface dégradée par la corrosion, le relief de rupture de ces trois cordons est peu corrodé.

Ces trois cordons discontinus sont probablement liés à une réparation de la fixation du raidisseur sur son support.

Les surfaces de rupture présentent un faciès ductile. Les ruptures ont été précédées d'une forte déformation plastique.

**b) disques de bordés de fond et de pont (lot analysé par le BEA mer)**

La localisation de ces disques ainsi que leur description et le relevé des épaisseurs sont donnés en annexe « analyses ». La plupart des disques ont été découpés sur les citernes de cargaison ou les slop-tanks. Seuls trois disques concernent les citernes latérales de ballastage :

- l'un (n°9) sur le bordé de pont du ballast 4 tribord (épave arrière couple 57 – 58) ;
- les deux autres (EX1 et EX2) respectivement sur le bordé de fond des ballasts 2 tribord et 2 bâbord (épave avant couple 73 – 74).

Les échantillons prélevés sur le bordé de pont de l'épave arrière présentent des réductions d'épaisseur comprises entre 16% et 63% (maxi sur un cratère) et pour la plupart supérieure à 20% ; la valeur moyenne est de l'ordre de 25%.

Ceux du bordé de fond présentent des réductions d'épaisseur de 15 à 25% pouvant aller ponctuellement jusqu'à 30%.

L'analyse chimique par spectromètre d'émission des coupons n°9 et n°10 a donné les résultats suivants (v. tableau ci-après).

	<b>C %</b>	<b>MN %</b>	<b>SI %</b>	<b>S %</b>	<b>P %</b>	<b>NI %</b>	<b>CR %</b>	<b>MO %</b>	<b>V %</b>	<b>CM %</b>
<b>Ech. 9</b>	0,19	0,56	0,23	0,011	0,013	0,037	0,043	0,002	0,036	0,051
<b>Ech. 10</b>	0,15	0,73	0,20	0,013	0,014	0,012	0,009	0,002	0,005	0,018

ce qui correspond à des aciers de construction soudables, de propriétés ordinaires.

Le coupon n°9 présente un intérêt particulier car il s'agit d'une tôle neuve d'une épaisseur de 12 mm (alors que l'échantillonnage d'origine est de 16 mm). Ce qui confirme l'épaisseur indiquée d'une part dans le rapport RINA, d'autre part dans la facture du chantier, mais qui infirme l'épaisseur notée sur le plan des réparations du chantier. Les disques observés ont des états de surface très dégradés par la corrosion avec présence de crevasses ou de cuvettes de dissolution sur les deux faces, qui peuvent atteindre 4 à 5 mm de profondeur. Les analyses qui précèdent confirment une corrosion sévère des renforts et bordés de la tranche 2 et les couches de peinture qui recouvrent les cratères de corrosion de profondeur notable, confirme le caractère superficiel des réparations du navire et un traitement limité aux apparences.

**c) élément de profilé (type lisse de fond)**

Cette pièce a pu être identifiée comme appartenant à une lisse de fond en forme de L correspondant à un profilé de dimensions : 500 X 11,5 m (âme) par 150 X 22m (semelle) repéré sur la coupe au maître.

Seule la semelle (140 à 150 épaisseur 16 mm) a été récupérée et est en cours d'examen. Son épaisseur moyenne résiduelle de 16 mm comparée à celle d'origine de 22 mm montre une diminution d'épaisseur de 28%.

Bien sûr, il aurait été souhaitable de pouvoir disposer d'autres éléments de structure aux fins d'analyses.

### 6.2.3\* *LES « SISTER SHIPS » DE L'ERIKA ... ET LES AUTRES*

a) *L'ERIKA faisait partie d'une série de 8 navires construits dans les chantiers japonais de Kasado entre 1974 et 1976.*

Selon un rapport succinct de l'Association internationale des sociétés de classification (IACS), presque tous ces navires ont connu des problèmes de structure au cours de leur existence.

La Commission a noté que ces navires ne pesaient que 7 000 t légers, soit environ 1 000 t de moins que les autres pétroliers de cette catégorie sans pour autant avoir la marque de classification « contrôle de corrosion » et que l'acier à haute résistance soit utilisé dans la construction. En dehors d'une meilleure optimisation de la structure par utilisation de l'informatique, l'une des raisons de cette différence pourrait être aussi le fait que ces navires disposaient d'une machine moins importante (une seule chaudière, 2 groupes électrogènes, par exemple), d'où un poids léger inférieur à l'arrière. Ceci expliquerait également les problèmes pour corriger l'assiette du navire.

Tous étaient suivis par des sociétés de classification appartenant à l'IACS, mais elles ne se sont pas communiquées ces informations.

a) *Le SEA CROSS, pavillon maltais, classé ABS – démolé.*

b) *L'ERIKA, pavillon maltais, classé NKK puis ABS, puis BV et enfin RINA.*

- • *1985 flambement des cloisons avant et arrière de la citerne 4 centrale.*
- • *1997 renouvellement de lot de tôles et raidisseurs du ballast 2 tribord.*
- • *1998 renouvellement de 100t de tôles et raidisseurs.*
- • *1999 cassé.*

c) *Le SIENA, pavillon maltais, classé NKK, BV, DNV.*

- • *1995 corrosions substantielles du bordé de pont.*
- • *1998 renouvellement de tôles et raidisseurs.*

d) *Le MARINER A, pavillon maltais, classé NKK.*

- • 1990 cassures de soudures sur raidisseurs de pont citernes 1 bâbord/tribord.

e) Le *NEW VENTURE – PATRIOT*, pavillon panaméen, classé ABS, LR.

- • 1991 accident.
- • 1992 cassure du pont 3 centrale, détachement des lisses de pont n°3 tribord et 4 bâbord réparations de pont 3 centrale.
- • 1998 réparations 3 centrale.
- • 2000 réparation 3 centrale.

f) Le *YASMEEN*, pavillon libérien, classé NKK.

- • 1991 flambement de pont citerne 3 bâbord.
  - détachement de lisses de pont citernes 3 bâbord/tribord.
- • 1999 renouvellement de bordé de pont et de renforts n°2 tribord, 4 bâbord, 3 bâbord et centrale, 1 bâbord et centrale.

g) Le *FENERBAHCE*, pavillon turc, classé NKK, BV.

- • 1986 raidisseurs longitudinaux 3bâbord et tribord détachés.
- • 1987 raidisseurs longitudinaux de pont 1 tribord cassés.
- • 1991 accident – cassures et flambement de pont 3 bâbord, central et tribord.
  - détachement de raidisseurs 2 et 3 bâbord, central et tribord..
- • 1992 renouvellement de bordé de pont et de raidisseurs 1 tribord.
- • 1994 repris soudures raidisseurs n°2 tribord couple 67.
- • 1995 renouvellement important du bordé de pont et des raidisseurs avant
  - 185t d'acier dont 107t sur le pont principal
- • 1998 renouvellement des raidisseurs supérieurs 2 et 3 bâbord et tribord.
- • 2000 visite spéciale – Remplacement de 650 tonnes de tôles et renforts.

h) Le *GREEN KING – MUTANK VISION*, pavillon libérien, classé NKK, DNV, LR, CCS.

- 1990 accident ; flambage du pont couples 66, 67. Détachement des renforts citernes tranches 2 et 3.
- 1992 détachement de raidisseurs de pont et de cloison – corrosion excessive 2,3, 4 bâbord et tribord et sévère corrosions du bordé de pont et des raidisseurs.
- 1995 idem.
- 1996 idem.
- 1997 corrosions du pont.
- 1998 renouvellement des cloisons couples 74 et L82 et des cloisons longitudinales bâbord et tribord.
- 2000 spécial survey – démolition.

- i) **Les « sister ships » de l'ERIKA, ne doivent pas faire oublier que plusieurs centaines de navires du même type, et du même âge, naviguent toujours.**

Plusieurs navires-citernes se sont cassés, mais ailleurs : notamment le *KATINA* en 1992 au Mozambique, le *THANASSIS A* en 1994 en Chine, le *NAKHODKA* en 1997 au Japon, le *VOLGONEFT* en 1999 en Turquie.

## **6.3\* Etude de la résistance de la structure du navire**

### **INTRODUCTION**

Les études engagées par le *BEA* mer sur la structure de l'*ERIKA* avaient pour objectif :

- **de déterminer la valeur des contraintes subies par la coque sous des sollicitations conformes aux conditions du dernier voyage, tant en ce qui concerne le chargement que les états de mer rencontrés, et cela tout au long du processus d'avarie. La structure était elle-même conforme à l'état défini lors de la dernière campagne de mesures d'épaisseurs en 1998, et aux travaux effectués aux chantiers de Bijela à l'occasion de la visite de reclassification, en août 1998. ;**
- **de comparer les résultats de ces calculs avec les critères réglementaires de l'iacs pour ce navire.**

Dans un premier temps l'étude a concerné l'équilibre statistique du pétrolier depuis son départ de Dunkerque jusqu'à l'envahissement du ballast n°2 tribord en passant par toutes les séquences d'avarie et de transferts de fluides effectués par le bord.

Elle comprend huit configurations :

- arrivée à Dunkerque ;
- départ de Dunkerque ;
- arrivée dans le golfe de Gascogne ;
- cas 1 – rupture de la cloison 3 centrale/2 tribord entraînant le transfert de 2010t de fioul de la 3 centrale dans le 2 tribord (ce cas correspond à l'équilibrage des niveaux entre 3C et 2T) ;
- cas 2 – cas précédent, avec déballastage du 4 tribord, soit un rejet de 1400t à la mer ;
- cas 3 – cas précédent, avec équilibrage 2 tribord / 3 centrale / 2 bâbord, (ce qui correspond à un chargement dans ces capacités de 1 400 t / 1 812 t / 1 400 t ;
- cas 4 – cas précédent,, avec transfert 1 tribord vers 1 couple, soit 1 491 t / 1 512 t ;
- cas 5 – mise à la mer du 2 tribord, seul, puis en effectuant les transferts de fluides décrits précédemment.

Dans chacune de ces configurations, on évalue l'état d'équilibre en eau calme du navire et on calcule les efforts maximaux dans la poutre. Ces valeurs sont ensuite comparées aux valeurs admissibles de l'IACS.

Ces études ont comporté deux phases distinctes :

- l'évaluation globale (v. § 6.3.1) a consisté à calculer les contraintes subies par la poutre navire, définie par ses échantillonnages réels, et soumise à des chargements statiques de cargaison et quasi-statiques dûs à la houle, définie en fonction des états de mer rencontrés.

*Ces calculs sont effectués pour les stades successifs de l'avarie prenant en compte les communications et transferts entre les capacités, avec estimation de l'état d'équilibre statique du navire dans chaque configuration, et permettent la comparaison des résultats avec les taux de contraintes admissibles de la poutre.*

- l'évaluation détaillée (v. § 6.3.2.) des contraintes des éléments de la structure de la tranche n°2, en leur appliquant les conditions réelles de chargement statique et dynamique ; on a fait appel pour cette étude à un traitement par la méthode des éléments finis.

Ces deux études ont été conduites par l'Institut de Recherche de la Construction Navale, sur spécification technique du *BEA*mer. Le rapport final rédigé par l'IRCN comprend quatre tomes :

- un tome traitant de la résistance d'ensemble de la poutre-navire, et de l'estimation des efforts dûs à la houle,
- un tome de présentation des calculs par éléments finis et de commentaires sur les résultats,
- deux tomes donnant le détail des contraintes dans les composants longitudinaux et transversaux de la tranche 2, dans les 4 cas de chargement considérés.

### **6.3.1\* ANALYSE DE LA RESISTANCE DE LA POUTRE NAVIRE**

#### **a) Introduction**

A partir des charges hydrostatiques et hydrodynamiques subies par le navire avant et après avarie, nous avons estimé ses positions d'équilibre en mer et vérifié la résistance d'ensemble de la poutre-navire dans les diverses configurations de chargement.

On compare ainsi les capacités de résistance de la coque :

- à partir de l'échantillonnage d'origine (plan de construction) ;
- à partir des relevés d'épaisseurs effectués lors de la visite spéciale d'août 1998 à Bijela.

**b) Déplacements pris en considération pour les calculs :**

- navire lège : 7 238t
- à l'arrivée, sur ballast, à Dunkerque : 18 858t
- au départ de Dunkerque : 42 187t
- au moment de la prise de gîte : 42 057t
- après déballastage du 4T : 40 657t

**c) Position d'équilibre en eau calme :**

Les valeurs de l'assiette  $\Delta$  (positive sur l'arrière) et de la gîte  $\theta$  (positive sur tribord) sont données dans le tableau suivant pour les huit cas étudiés :

Cas	$\Delta$ mètres	$\theta$ degrés	Effet de carène liquide	$\theta$ total degrés
Arrivée à Dunkerque	+ 3,18			
Départ de Dunkerque	+ 0,04			
Golfe	— 0,10*	+ 6°	+ 1,5°	+ 7,5
Cas 1				
Cas 2	— 0,76	+ 1,9°	+ 0,5°	+ 2,4
Cas 3	— 1,60	— 5°	— 1,2°	— 6,2
Cas 4				
Cas 5	— 1,87	— 7,4°	— 2,2°	— 9,6
	— 1,92	+ 10,2°	+ 1,8°	+ 13
	— 2,23			

\* 130T de fioul consommé

On constate déjà que les cas 1 puis 4 et 5 correspondent aux observations faites au cours de l'événement.

**d) Efforts internes dans la poutre navire : efforts tranchants et moments fléchissants**

Le tableau ci-après résume les résultats des calculs dans les différents cas et les compare aux valeurs maximums réglementaires (critères de l'IACS) au couple milieu (CM) et au couple (C71).

**EFFORTS INTERNES DANS LA POUTRE NAVIRE EN EAU CALME**

			Effort tranchant t	Moment t fléchissant tm	% / valeur admissible du Moment
maxima arc admissibles contre arc	M	C	± 6120	+ 82 771	
		C	± 5173	- 77 372	
	71	C	± 5173	+ 82 771	
		C	± 5173	- 77 372	
arrivée Dunkerque	M	C	- 1110	+ 22 500	27%
	71	C	100	- 31 000	40%
départ Dunkerque	M	C	480	- 56 800	73%
	71	C	00	- 5 600	7%
Golfe	M	C	6 49	- 57 500	74%
	71	C	5 00	- 4 000	5%
Cas 1 Rupt. Cloison 3C/2T	M	C	1 000	- 44 000	57%
	71	C	- 100	- 7 300	9%

4T	Cas 2	M	C	650	-	48%			
	idem + déballastage		C	-	37 000		7%		
		71	C	160	-				
			C	-	5 600				
2T/3C/2B	Cas 3	M	C	+	-	39%			
	id + équilibr.		C	800	30 000		7%		
		71	C	-	-				
			C	390	5 200				
	Cas 4	M	C	+	-	40%			
	id. + transf. 1T/1C		C	800	31 000		9%		
		71	C	-	-				
			C	365	6 700				
2T	cas 5. Mise à la mer	M	C	-	-	86%			
	a) Golfe		C	230	67 000		50%		
	b) Transferts		71	C	+		-	90%	
				C	800		37 000		74%
			M	C	-		-		
			71	C	650		70 000		
	C	+	-						
	C	880	57 000						

Dans un deuxième temps, on a ajouté à cette analyse, qui prend pour hypothèse la seule avarie de la cloison 3C / 2T, puis, dans son stade final, l'envahissement du 2T, l'examen des cas où l'on a une mise en communication avec la mer des capacités concernées par rupture de la coque ; le calcul est également fait en tenant compte des transferts de fluide.

On rappelle qu'il s'agit de calculs par application de la méthode dite des « *carènes perdues* » qui suppose une libre communication des capacités avec la mer, ce qui n'est effectivement pas le cas sauf dans la toute dernière phase du naufrage. Les résultats n'ont donc qu'une valeur d'indication sur les conséquences, pour les contraintes de flexion de la poutre navire, de l'envahissement des compartiments.

Le tableau ci-après est relatif au cas n°6, défini par la communication avec la mer des citernes 2T et 3C (perte totale de la cloison longitudinale). Le navire atteint alors une gîte de + 5,2° et une assiette de – 5,95m.

			Effort tranchant t	Mt fléchissant t.m	% / valeur admissible
+ 3C/2T	Cas 6 2T mer				
	a) Golfe	CM	-	-	1
		C71	1 870	128 000	65%
	b) Transferts	CM	+	-	1
		C71	2 600	80 000	03%
		C71	-	-	1
			2 400	125 000	61%
			+	-	1
			2 700	105 000	35%

On en tire les **conclusions** suivantes :

**Jusque et y compris le cas n°4** (rupture de la cloison 3 centrale/2 tribord et différents transferts de fluide), les efforts, et tout particulièrement les moments fléchissants, sont inférieurs aux valeurs admissibles. On note que les transferts ont pour effet de diminuer les moments fléchissants dans une proportion appréciable au Maître-Couple et dans la tranche 2.

**Dans le cas n°5**, où la citerne 2 tribord est en libre communication avec la mer, les efforts restent inférieurs aux limites admissibles ; cependant, ils s'en rapprochent, et le moment de flexion augmente de 50% au couple 71 du fait des transferts.

**Dans le cas n°6**, qui combine les cas précédents auxquels s'ajoute la libre communication avec la mer du ballast n°2 tribord et de la citerne n°3 centrale, les moments de flexion dépassent de 60% les valeurs admissibles. Une telle situation conduit très rapidement à une ruine globale de la coque. Cela suppose, comme écrit précédemment, que le n°2 tribord et la n°3 centrale communiquent pleinement.

Ce cas est celui qui correspond le mieux aux observations qui ont été faites pendant toute la durée de l'événement, depuis la gîte du 11/12 à 12H40, jusqu'à la nouvelle diminution du ullage dans le n°2 tribord, le 12/12 à 00H10.

**e) *Module de résistance de la poutre navire***

Les inerties des sections sont calculées conformément aux règles de l'IACS et à l'échantillonnage d'origine de la structure. D'après les relevés elles ont diminuées entre 1975 et 1998, dans les proportions suivantes :

- 10,9% au maître couple,
- 12,9% au C71.

D'autre part, la rupture de la cloison 3 centrale/n°2 tribord peut entraîner la diminution du module d'inertie égale à :

- 16,5% si on supprime les virures tout en conservant l'efficacité des raidisseurs longitudinaux,
- 23,2% si on perd totalement l'efficacité de la cloison.

Le tableau ci-après montre que la valeur du module de résistance reste supérieur au critère minimal de l'IACS, à l'exception de la dernière configuration, théorique, de la perte d'efficacité de la cloison longitudinale.

La diminution du module d'inertie au pont et au fond soit 10% admissible s'apprécie par rapport à la valeur réglementaire de ce module.

Cette valeur réglementaire est celle déduite de l'application des règles IACS : URS7 (module minimal) et URS11 (contrainte d'ensemble en flexion, cisaillement et flambement des éléments longitudinaux).

## Modules de résistance

- au livet de pont  $w_p$
- au fond  $w_f$

	w navire	w mini. (réf. IACS URS7)	Marge en % / w mini
Bijela	<b>1. NAVIRE NEUF</b>		
	$w_p = 12.808m^3$	11.9265m <sup>3</sup>	+
	$w_f = 14.618$	11.9265	7,4%
	<b>2. NAVIRE 1998 – sortie</b>		+
			22,6%
	<b>a) maitresse section</b>	<b>w = w mini x 0,9</b>	
	$w_p = 11.318m^3$	10.73m <sup>3</sup>	+
	$w_f = 13.149$	10,73	5,5%
	<b>b) C71</b>		+
	$w_p = 11.097m^3$	10,73m <sup>3</sup>	22,5%
	10,73		
c) Perte cloison 3 C/2T			+
raidisseurs conservés			3,4%
			+
$w_p = 10,619m^3$	10,73m <sup>3</sup>	19,3%	
$w_f = 12.307$			
raidisseurs			
supprimés			- 1%
$w_p = 9.384$			+
$w_f = 11.876$			9%
			- 13%
			+
			11%

### f) *Contrainte globale de flexion*

Les contraintes admissibles pour les navires âgés sont, selon les formules réglementaires, égales à :

$$\sigma_p = \sigma_f = 194,4N/mm^2$$

pour le navire, en application de la formule:

$$\sigma_p = \frac{Mec + Mhv}{I} \cdot 10^{-3}$$

$$\sigma_f = \frac{W_p}{W_f} (M_{ec} + M_{hv}) \cdot 10^{-3}$$

Mec étant le moment fléchissant en eau calme du cas considéré, Mhv étant le moment engendré par la houle, estimé par une formule empirique réglementaire, à savoir  $M_{hv} = 13.119 \cdot 10^6$  kNm pour l'ERIKA et Wf et Wp les valeurs du module d'inertie au pont et au fond.

Les résultats sont les suivants :

### Avant avarie, au départ de Dunkerque

	<b>Maître couple</b>	<b>Couples 71 – 72</b>
$\sigma_p$ (N/mm <sup>2</sup> )	167.2 < 194.4	170.5 < 194.4
$\sigma_f$ (N/mm <sup>2</sup> )	143.9 < 194.4	147.8 < 194.4

Les contraintes globales vérifient donc les critères minimaux de l'IACS, le moment sur houle réglementaire pris pour le calcul étant lui-même supérieur au moment estimé par le calcul direct en fonction de l'état de mer.

### Après avarie de la cloison entre la citerne centrale n°3 et le ballast n°2 tribord

En supprimant totalement l'efficacité de la cloison on obtient les résultats suivants :

	<b>Avec raidisseurs cloison</b>	<b>Sans raidisseurs cloison</b>

$W_p$ (m <sup>3</sup> )	10.619	9.384
$W_f$ (m <sup>3</sup> )	12.307	11.876
$\sigma_p$ (N/mm <sup>2</sup> )	178.2 < 194.4	201.6 > 194.4
$\sigma_f$ (N/mm <sup>2</sup> )	153.7 < 194.4	159.3 < 194.4

Théoriquement, l'absence de participation de la cloison longitudinale entraîne un dépassement de la contrainte admissible au pont dans la tranche 2.

### **6.3.2. CALCUL DIRECT DE LA STRUCTURE DE LA TRANCHE 2**

Il convient de rappeler la logique qui s'attache à de tels calculs lourds et complexes :

**1-** On doit partir d'une modélisation de la structure établie à partir des informations figurant sur les documents de référence disponibles et adaptés à l'exploitation que l'on veut en faire. Dans ce cas précis, il s'agit d'analyser les contraintes dans les composants résistants de la tranche n°2, d'une part dans le plan longitudinal correspondant aux efforts locaux engendrés par des charges hydrostatiques et hydrodynamiques. Tous les éléments constitutifs de la structure ont donc été modélisés finement en éléments plaques, qu'il s'agisse des tôles ou des raidisseurs. Avec des dimensions de maille de 0,75m en longitudinal, on arrive à un modèle de :

- 108.739 éléments,
- 90.788 nœuds,
- 544.728 degrés de liberté.

Le modèle s'étend sur l'ensemble des tranches 1 à 3, du couple 58 au couple 74, le maillage fin étant limité à la tranche 2 qui sera seule exploitée dans le dépouillement. Tous les éléments de structure se trouvent modélisés, à l'exception des goussets de liaison entre éléments. La modélisation reflète l'état de la structure dans la dernière configuration connue en août 1998 (campagne de mesures d'épaisseur et réparations à Bijela). Compte tenu du grand nombre de points de mesures effectués sur la structure, seuls quelques éléments de mobilisation n'étaient pas chiffrés : dans la tranche 2, on a pris une valeur extrapolée de celles mesurées sur les éléments voisins.

Dans les tranches 1 et 3, on a retenu pour les épaisseurs une diminution forfaitaire par rapport aux valeurs d'origines, pour corriger la raideur de ces tranches incorporées dans le modèle.

Le logiciel utilisé pour le maillage, ainsi que pour les post-traitements graphiques, est IDEAS Master Series.

**2-** On définit le chargement de la tranche et on équilibre le modèle tout au long de la partie traitée.

Deux configurations de chargement ont été étudiées :

**cas A** : à l'entrée du golfe de Gascogne, avec route au 210°.

**cas B** : dans les mêmes conditions de chargement, mais avec une houle d'incidence 30° sur tribord par rapport à l'axe longitudinal. Dans les deux cas, la structure du navire est intacte.

Le chargement statique est défini sans ambiguïté, la seule imprécision résidant dans le poids exact du ballastage chargé à Dunkerque dans les citernes latérales 4 tribord et bâbord. C'est le respect de la condition « *even-kell* » qui conduit à un poids de 1 400 tonnes dans chacune de ces capacités.

Les incidences sur le chargement et sur la coque armée ont été déterminées par application du code AQUA PLUS ; les résultantes des mouvements et accélérations permettent d'évaluer les efforts inertiels, tant sur la coque que sur les cargaisons liquides.

Le chargement hydrodynamique est également calculé par AQUA PLUS, et on applique là aussi la composante inertielle liée aux mouvements du navire.

Ici intervient le choix du chargement de houle appliqué à la structure. L'analyse quasi-statique de la structure implique un mode d'application, des efforts cohérent avec le modèle linéaire d'AQUA-PLUS, donc la définition d'un profil de houle régulière.

Nous avons retenu 2 définitions de cette houle, à partir des états de mer rencontrés :

a) Amplitude 8m T = 11s                      Va = 3,5m/s

en positionnant la houle de façon à obtenir le moment fléchissant maximal en contre-arc entre les couples 66 et 70.

Ce type de calcul ne conduit pas aux efforts maximaux que peut supporter le navire, si on les compare aux valeurs que donne l'approche statique à long terme ( $10^{-8}$ ), avec une houle définie par une hauteur significative  $H_s = 8\text{m}$  et  $T = 11\text{s}$ .

**b)** Pour se mettre dans les conditions plus sévères que peut subir le navire, qui sont, comme dit précédemment, obtenues par un calcul à long terme  $10^{-8}$ , on a déterminé une houle régulière qui, appliquée à la carène, fournit un moment fléchissant au maître-couple (C62) égal au moment maximal à long terme, soit 113.000 tm. Le profil de la houle correspondante est alors nettement plus élevé, 6,596m d'amplitude pour 4m dans le cas n°1. Ce modèle de houle ne peut être que théorique, puisqu'une telle amplitude est supérieure à la valeur du franc-bord à l'emplacement considéré du navire.

De même, dans le cas d'une incidence de houle de  $30^\circ$  sur l'avant, on peut définir une houle régulière donnant une valeur cible de moment résultant. La situation est plus complexe du fait de l'existence de moments de flexion horizontaux et de moment de torsion. En conséquence, nous avons retenu le même profil que pour la houle de face.

Le traitement est effectué avec le code de calcul PERMAS. Pour la présentation et l'interprétation des résultats, on a utilisé le logiciel I.DEAS. Les deux types de chargement dynamiques ont été analysés et les résultats figurent dans l'annexe « calculs » :

- Cas A et B (houle régulière d'amplitude 4m).
- Cas A' et B' (Mf de houle égal à 113.000 tm au C62, évalué dans l'analyse statistique des efforts avec la probabilité de  $10^{-8}$ ).

### **Analyse des résultats :**

Rappel des configurations des deux calculs :

**Cas A** – Navire à l'entrée du Golfe de Gascogne et chargement statique correspondant.

Houle de face définie par  $H = 8\text{m}$ . (houle régulière)

$$T = 11\text{s}$$

La vitesse du navire est de 6,8 nœuds.

Le calcul est destiné à évaluer les efforts maximaux subis par les éléments longitudinaux de la poutre navire s'il avait été de bout à la mer.

**Cas B** – Navire dans les mêmes conditions de chargement que le cas A, sur une houle de mêmes caractéristiques ( $H = 8\text{m}$ ,  $T = 11\text{s}$ ), mais avec une incidence de  $30^\circ$  sur tribord par rapport à l'axe.

Ce calcul est destiné à prendre en compte les sollicitations dans un plan transversal, correspondant à l'allure qui n'est probablement pas la plus sévère, mais qui a été effectivement supportée par le navire avant qu'il ne modifie sa route, en début d'après-midi du 11.

**Cas A'** – Même chargement que A, mais avec une houle régulière permettant de retrouver le moment de  $113.000 \text{ tm}$  à  $10^{-8}$ .

**Cas B'** - Même chargement que B avec une houle régulière permettant de retrouver le moment de  $113.000 \text{ tm}$  à  $10^{-8}$ .

## 1°) **Contraintes longitudinales**

L'analyse sera limitée aux cas A et A', pour la houle de face, puisqu'ils sont déterminants pour cette catégorie de contrainte.

Les sorties graphiques donnant la gradation des contraintes longitudinales  $\sigma_x$  des éléments du modèle sont exprimés en MPa.

Les graphiques représentent, pour bâbord et tribord :

- le bordé de pont,
- les lisses de pont,
- le bordé de fond,
- les longitudinaux de fond,
- le bordé de muraille,

- les lisses de muraille,
- le bordé de cloison longitudinale,
- les lisses de cloison longitudinale.

Le navire est en contre-arc (« *sagging* »). La position de la tranche 2 à l'avant du maître-couple a pour effet que, du C66 au C74, le niveau des contraintes longitudinales décroît rapidement :

- au pont, de 92 à 21 MPa en compression pour le cas A.  
de 133 à 35 MPa en compression dans le cas A'.
- au fond, de 120 à 40 MPa en traction, dans le cas A.  
de 163 MPa en traction à -15 MPa en compression dans le cas A'.

On se trouve donc très nettement en dessous des valeurs admissibles de l'IACS qui, pour un moment fléchissant réglementaire de houle égale à 131.190 tm (plus élevé que le moment réel calculé de 113.00 tm), donne un niveau admissible de 194,4 MPa.

A l'égard du flambement, qui constitue le risque essentiel pour le pont en compression, la contrainte critique suivant les règles unifiées de l'IACS est de 155 MPa pour le panneau élémentaire ( $e = 785$  mm,  $t = 12$  mm). La marge est proche de 50% dans le cas A et de 15% dans le cas A'.

Pour les autres éléments participant à la résistance d'ensemble, les constatations seraient du même ordre (voir tableaux récapitulatifs).

On a voulu apporter dans ce type de calcul une grande rigueur dans le choix des hypothèses, à partir de conditions aussi proches que possible du réel, cela afin que les résultats ne soient pas contestables du fait de choix pessimistes des conditions de chargement ; cela permet d'apprécier ensuite les marges de sécurité qui subsistent, pour tenir compte des marges d'incertitude sur les hypothèses.

Ces marges de sécurité sont importantes, au moins 30% à l'arrière de la tranche 2, et couvriraient donc sans problème des erreurs de l'ordre de 20% sur les épaisseurs introduites dans le calcul ou une majoration de 20% des efforts dûs à la houle.

Pour le cas A' les marges sont plus faibles, mais il convient de rappeler qu'il s'agit d'une hypothèse majorante à l'égard des moments de flexion.

À ce stade de notre analyse, on peut dire que le navire, dans son état « usé » en 1998, était capable de résister aux efforts d'ensemble, dans l'hypothèse, fondamentale, d'une parfaite intégrité de la structure, incluant l'existence de toutes les liaisons entre les éléments participants et sans discontinuité entre ces mêmes éléments.

À titre d'exemple, si l'on reprend l'estimation du risque de flambement du pont évoqué précédemment, la contrainte critique des panneaux de pont, qui est de 155 MPa pour un écartement des lisses de 785 mm, tombe à 43 MPa, si une de ces lisses n'est plus attachée au bordé. Les travaux effectués sur la structure du pont rendent cette hypothèse peu réaliste, mais le même type de raisonnement s'applique aux virures hautes des cloisons longitudinales ou à tout panneau de tôle raidi chargé en compression.

**Contraintes longitudinales dans les éléments longitudinaux – Cas A mer de face**

Zone		variation de $\sigma_x$ dans la tranche (Mpa)		Observations	
ont	p	tôle	- 92	- 21	
		raidis seurs	- 87	- 12	
nd	fo	tôle	- 40	120	
		raidis seurs	- 40	96	
ordé tribord	b	tôle	- 97	80	
		raidis seurs	- 98 (semelles : - 145)	79 (semelles : 119)	valeurs pics très locales dans les semelles
ordé bâbord	b	tôle	- 97		
		raidis seurs	- 99 (semelles : - 147)	80 (semelles 121)	valeurs pics très locales dans les semelles
oison longitudinale tribord	cl	tôle	- 81	109	
		raidis seurs R15	âmes : - 91 semelles : - 189	âmes : 82 semelles : 256	valeurs pics très locales dans les semelles
oison longitudinale bâbord	cl	tôle	- 82	110	
		raidis seurs R15	âmes : - 91 semelles : - 190	âmes : 83 semelles : 257	valeurs pics très locales dans les semelles

**Contraintes longitudinales dans les éléments longitudinaux – Cas A'**

Zone		variation de $\sigma_x$ dans la tranche (Mpa)		Observations	
ont	p	tôle	- 133	- 35	
		raidis seurs	- 125	- 18	
nd	fo	tôle	- 15	163	
		raidis seurs	- 26	137	

ordé tribord	b	tôle	- 129	109	
		raidis seurs	- 109 (semelles : - 240)	95 (semelles : 103)	valeurs pics locales dans les semelles
ordé bâbord	b	tôle	- 128	105	
		raidis seurs	- 110 (semelles : - 243)	93 (semelles : 103)	valeurs pics locales dans les semelles
oison longitudinale tribord	cl	tôle	- 117	140	
		raidis seurs R15	âmes : - 110 semelles : - 225	âmes : 104 semelles : 302	valeurs pics locales dans les semelles
oison longitudinale bâbord	cl	tôle	- 118	142	
		raidis seurs sauf R15	âmes : - 109 semelles : - 226	âmes : 105 semelles : 304	valeurs pics locales dans les semelles

## 2°) La structure transversale

Seuls les cas B et B' ont été pris en considération pour cette analyse. Ils sont représentatifs des efforts subis par la coque avant que le navire ne fasse demi-tour en début d'après-midi du 11 décembre.

L'évaluation des efforts hydrodynamiques montre bien un partage des efforts tranchants et des moments fléchissants (T et Mf) dans les plans longitudinaux et transversaux. Il aurait été possible de trouver un chargement plus défavorable aux anneaux transversaux en choisissant une incidence de houle plus traversière, mais cela aurait été contraire au principe fixés, de ne pas retenir d'hypothèses pessimistes pour les conditions de calcul.

Pour l'interprétation, les sorties graphiques ont été effectuées suivant le critère de contraintes équivalentes de VON MISES, donnant la norme des contraintes principales.

L'analyse qualitative de répartition des contraintes dans les anneaux ne révèle rien d'anormal. L'emplacement des zones de contraintes significatives est également logique en fonction des sollicitations.

Quant au niveau atteint, il permet une marge appréciable par rapport à la contrainte admissible, puisque dans les tôles, on est loin d'atteindre le début de plasticité.

Les tableaux ci-après donnent un aperçu des zones sensibles, avec indication des contraintes maximales calculées, dans les cas B et B'. Bien évidemment, si l'allure des phénomènes est identique dans les 2 études, les valeurs sont plus importantes pour B'. En conclusion, les anneaux transversaux sont chargés, mais pas de façon dangereuse par rapport au taux admissible (voir tableaux ci-dessous et annexes calculs).

### Contraintes dans les éléments transversaux – Cas B

one	z	$\sigma$ VON MISES max (MPa)	Observations
66	C	76	Proche axe du bouchain tribord – Flexion + pression incidente sur tribord
67	C	87	Limite Wing tank – Central tank au-dessus de la varangue sur bâbord
68	C	110	Coins intérieurs bas Wing tank tribord et bâbord
69	C	104	Idem (max sur tribord) + tournant varangue centrale
70	C	104	Coin intérieur bas Wing tank tribord
71	C	90	Tournant varangue centrale bâbord
72	C	120	Tournant varangue centrale bâbord
73	C	100	Tournant varangue centrale bâbord + coin intérieur haut tirant tribord
74	C	63	Proche axe du bouchain tribord – Flexion + pression incidente sur tribord

## Contraintes dans les éléments transversaux – Cas B'

one	Z	$\sigma$ VON MISES (Mpa)	Observations
66	C	91	Wing tank tribord à hauteur de la serre à z = 9,35m
67	C	97	Limite Wing tank – central tank au-dessus de la varangue sur bâbord
68	C	140	Tournants de varangue centrale bâbord
69	C	118	Tournants de varangue centrale bâbord
70	C	137	Coin intérieur bas wing tank tribord
71	C	121	Coin extérieur bas wing tank tribord
72	C	146	Coin extérieur bas wing tank tribord
73	C	144	Coin extérieur bas wing tank tribord
74	C	78	Proches axes bouchain tribord – flexion + pression incidente sur tribord

Comme pour les éléments résistants à la flexion longitudinale, on peut appliquer à ce taux de contrainte une majoration due aux incertitudes concernant les épaisseurs, et celles existant sur les sollicitations de houle. On pourrait atteindre, avec une marge d'incertitude de 20% des niveaux de contrainte de 130 à 150 MPa, ce qui commence à être appréciable pour des structures de faible épaisseur et de géométrie relativement complexe comme les anneaux porque.

Pour les éléments transversaux, on peut conclure à la capacité de la structure à résister aux sollicitations dues au chargement et à la houle. Dans une structure d'un dessin relativement complexe, comportant de nombreuses liaisons, croisements d'éléments, raccordements de semelles, etc. On ne peut que souligner à nouveau que la validité de ces calculs est conditionnée par l'intégrité de tous les éléments pris en compte.

Nous rappellerons également que l'étude, effectuée dans le domaine élasto-plastique et de manière quasi-statique, ne prend pas en compte les effets dynamiques dûs aux mouvements de liquide, pas plus que les efforts non linéaires locaux dûs à la houle.

Il en est de même des effets thermiques engendrés par le réchauffage de la cargaison, dont la température est maintenue à 60° environ, avec les conséquences que l'on peut en attendre sur les parois des citernes.

Ces calculs montrent qu'une défaillance d'ensemble de la structure n'est pas à retenir comme étant à l'origine du sinistre. Le sinistre a bien eu lieu ; c'est donc qu'il a été initié à partir d'une défaillance d'un élément particulier de cette structure. On reviendra sur ce processus dans la suite du rapport.

### **6.3.3. ETUDE DIRECTE DU COMPORTEMENT A LA MER (V. CARTOGRAPHIE)**

L'étude donne l'estimation des mouvements et des efforts subis par le navire dans les conditions météorologiques (houle de 7 à 8 mètres de creux, période de 9 à 11 secondes, longueur 150 à 200 mètres), avec les conditions de chargement à l'entrée du Golfe de Gascogne, et pour les routes suivies les 11 et 12 décembre.

Les paramètres calculés sont :

- le pilonnement ;
- le tangage ;
- l'effort tranchant et le moment fléchissant au maître-couple et au couple 71.

Les conditions de mer retenues sont les suivantes :

- mer de l'avant ;
- mer à incidence de 30° sur l'avant tribord ;
- mer de l'arrière.

Les tableaux ci-après permettent la comparaison entre les valeurs dites réglementaires et les valeurs déduites du calcul direct (le tome deux de l'étude effectuée par l'IRCN rappelle les hypothèses prises pour ce calcul).

Les trois configurations citées précédemment y sont représentées. L'état de mer est le même pour tous les cas, défini par la hauteur significative  $H_s = 8$  m et la période  $T = 11$  s.

Les vitesses d'avance retenues sont :

- $V = 0$  et  $V1 = 6,8$  nœuds pour houle de face ;
- $V = 6,8$  nœuds pour houle à  $30^\circ$  ;
- $V = 9$  nœuds pour mer de l'arrière.

### 1 – Valeurs réglementaires :

		contre-arc	arc
CM	effort tranchant	- 1,439 $10^4$ kN	+ 1,439 $10^4$ kN
	moment fléchissant	- 1,3119 $10^6$ kNm	+ 1,219 $10^6$ kNm
C71	effort tranchant	- 1,902 $10^4$ kN	+ 2,056 $10^4$ kN
	moment fléchissant	- 0,9347 $10^6$ kNm	+ 0,8643 $10^6$ kNm

### 2 – Houle de face :

		$V = 0$ nœuds	$V = 6,8$ nœuds
CM	effort tranchant	1,38 $10^4$ kN	1,52 $10^4$ kN
	moment fléchissant	1,4 $10^6$ kNm	1,13 $10^6$ kNm
C71	effort tranchant	2,12 $10^4$ kN	2,11 $10^4$ kN
	moment fléchissant	0,744 $10^6$ kNm	0,745 $10^6$ kNm

Les valeurs des moments sont inférieures aux valeurs réglementaires.

### 3 – Houle à 30° sur l'avant tribord V = 6,8 nœuds.

	Vertical	Horizontal	Torsionnel
CM			
effort tranchant	$1,3 \cdot 10^4$ kN	$1,2 \cdot 10^4$ kN	
moment fléchissant	$1,1 \cdot 10^6$ kNm	$0,73 \cdot 10^6$ kNm	$0,04 \cdot 10^6$ kNm
C71			
effort tranchant	$1,9 \cdot 10^4$ kN	$1,6 \cdot 10^4$ kN	
moment fléchissant	$0,7 \cdot 10^6$ kNm	$0,54 \cdot 10^6$ kNm	$0,33 \cdot 10^6$ kNm

### 4 – Mer de l'arrière – V = 9 nœuds

CM	effort tranchant	$1,1 \cdot 10^4$ kN
	moment fléchissant	$1,0 \cdot 10^6$ kNm
CM 71	effort tranchant	$1,9 \cdot 10^4$ kN
	moment fléchissant	$0,64 \cdot 10^6$ kNm

Les valeurs des efforts sont du même ordre que pour la houle de face.

**Ces calculs appellent les commentaires suivants :**

#### a) mer de l'avant

Les mouvements à la vitesse V1 augmentent par rapport à V0 dans les proportions de :

- 50% en pilonnement ;
- 25% en tangage.

En revanche, les efforts tranchants et moments fléchissants sont pratiquement du même ordre à V0 et à V1.

Les efforts tranchants dépassent de 5 à 10% les valeurs de l'IACS ; les moments fléchissants atteignent 93% de ces mêmes valeurs.

**b) mer à 30° sur l'avant tribord**

C'était en fait la route suivie par l'*ERIKA*. Par rapport à la route « mer de l'avant », on observe :

- un tangage et un pilonnement moindre, de l'ordre de 20 à 25% ;
- des efforts internes de valeurs à peu près équivalentes, l'incidence de la houle engendrant des efforts tranchants et des moments de flexion dans les plans horizontaux et verticaux, qu'il convient de combiner pour estimer les efforts globaux sur la coque.

**c) mer de l'arrière**

Cela correspond à la route vers Donges. On notera que, si le navire était « remonté » sur Brest, il aurait trouvé, dès le 12 au matin, des conditions météorologiques différentes, avec une mer de travers.

La vitesse prise en compte est celle donnée par le bord, soit 9 nœuds, en réalité un peu surestimée.

Les mouvements du navire sont inférieurs en amplitude aux valeurs correspondant à la mer de face, de 20 à 25%.

Les efforts dans la poutre navire sont du même ordre de grandeur.

**En conclusion**, les calculs confirment que les routes et vitesses n'ont pas été un facteur déterminant de la catastrophe.

## 6.4\* Synthèse - le processus de ruine de la structure

### 6.4.1\* *L'ORIGINE DU SINISTRE EST A RECHERCHER DANS UNE INSUFFISANCE D'UN ELEMENT DE LA STRUCTURE TRANSVERSALE DE LA CITERNE 2 TRIBORD.*

On sait en effet que la structure du pont dans cette même tranche est soumise, dans les conditions de chargement et de mer qui ont précédé l'accident, à des contraintes de compression d'un niveau relativement faible, si on les compare aux valeurs admissibles pour le flambement des panneaux de tôle et de leurs raidisseurs, et cela reste vrai si l'on augmente ces contraintes de 20 à 30%, pour tenir compte de taux d'usure plus élevés localement. D'autre part, cette structure de pont a bénéficié en août 1998 de travaux de remplacement des transversales de pont et du remplacement d'une lisse de pont sur deux.

En ce qui concerne la structure des fonds dans cette zone, elle travaille en traction, et là aussi, les taux de contrainte sont nettement inférieurs aux limites admissibles.

**L'apparition d'une crique dans une virure de la cloison longitudinale, située longitudinalement** entre les couples 66 et 70, et verticalement au-dessus de l'attache du tirant a été retenue. Dans cette zone, la cloison, corrodée ne mesure pas plus de 10mm d'épaisseur et un insert y a été réalisé en 1998. Ce scénario est en conformité avec les constatations du bord relatives au déversement de la cargaison de la citerne n°3 centrale dans le ballast n°2 tribord, se limitant dans un premier temps à une augmentation de ullage de 3,5m.

Si on essaye de respecter ces constatations, on note que les relevés de ullage effectués dès que le bord a pu intervenir sur le pont à l'avant indiquent que de l'eau de mer est entrée dans le ballast n°2 tribord.

L'avarie de la cloison longitudinale tribord entraîne un **affaiblissement d'un ou plusieurs anneaux transversaux** par suppression de la tôle associée aux renforts verticaux. D'où un début de flambement de cet anneau, ou un début de déversement du tirant. C'est l'ensemble des anneaux qui sont affectés par cet affaiblissement, et **le bordé de muraille se fissure au droit de l'anneau affaibli**. Il s'en suit une entrée d'eau, limitée à la présence de cette crique, que l'on peut supposer située au niveau du tirant ou légèrement au-dessus.

Ce scénario est compatible avec les observations faites par le bord. À ce stade de l'explication, il convient toutefois de faire remarquer qu'il est difficile d'accorder une pleine confiance à des relevés effectués dans un environnement qui, sans être dramatique (le navire n'est pas en perdition et le bord a annulé son message de détresse), est déjà, du fait de l'état de la mer et de la gîte, suffisamment délicat pour que l'on puisse envisager une certaine marge d'erreur ou d'appréciation de la part des responsables du navire.

C'est ainsi que la valeur de gîte de 12°, rapportée par le bord, n'a pas pu être retenue dans les simulations effectuées pour les stades successifs d'avarie du navire, car elle ne correspond pas à une situation pratiquement envisageable du chargement liquide.

Les calculs hydrostatiques montrent que la gîte obtenue dans cette première phase de l'avarie peut se justifier par une simple communication de la citerne n°3 centrale et du ballast n°2 tribord, sans apport d'eau de mer. Dans ce cas, bien entendu, les valeurs des ullages ne sont plus conformes à ce qui a été indiqué par le bord.

Ces incertitudes sur l'angle de gîte ou sur le niveau de remplissage des citernes ne gênent pas le raisonnement sur le déroulement des événements, dans la mesure où la chronologie de ces événements reste la même, et où il y a uniquement décalage dans le temps des différentes phases de la ruine de la structure.

Pour résumer, l'avarie de cloison longitudinale s'est traduite par un affaiblissement des anneaux transversaux, qui a lui-même conduit à une crique dans le bordé extérieur.

Revenant à la chronologie des événements, on note que les mouvements de ballast effectués par le bord après le constat de gîte sur tribord sont sans influence sur les sollicitations s'appliquant aux citernes n°3 centrale et n°2 tribord, mis à part l'équilibrage des n°2 tribord et n°2 bâbord ; cet équilibrage s'est fait à 18H30 l'après-midi du 11, apparemment sans difficulté et les ullages étaient équilibrés.

Si l'on accorde foi aux déclarations du bord, le ballast n°2 tribord n'était pas alors en communication avec la mer, sauf par l'intermédiaire de la crique dans la muraille, et également par les criques relevées dans la partie avant du pont principal. L'analyse n'a pas négligé l'existence de ces criques et on y reviendra plus loin.

Il convient de noter ici, sur un plan plus général, que les mouvements de liquide effectués par le bord durant le développement de l'accident, ont été analysés tant sur le plan de l'équilibre hydrostatique du navire que sur le plan des efforts appliqués à la coque. Ces opérations ne conduisent pas à une augmentation de ces efforts, mais plutôt à une diminution.

Durant l'après-midi du 11 décembre, période durant laquelle le navire a fait demi-tour, et durant laquelle le bord a pu examiner le pont dans sa partie avant, et ensuite procéder à certains transferts, **la cassure initiale va se développer dans la cloison longitudinale et surtout dans le bordé de muraille, qui est soumis à des charges hydrodynamiques plus fortes que la cloison**, elle-même moins sollicitée, du fait que la citerne n°3 centrale s'est en partie vidée dans le ballast n°2 tribord. Les anneaux transversaux continuent à se disloquer, entraînant des déformations dans le bordé de muraille.

Lors de son inspection du pont, après le changement de route du navire, le bord a constaté l'existence de criques à l'avant du ballast n°2 tribord, une transversale, une en diagonale et une longitudinale, assez ouvertes, de l'ordre de 2 cm.

Dans le scénario adopté par la Commission, la présence de ces criques peut s'expliquer comme suit.

- Les anneaux perdent progressivement leur rigidité et commencent à flamber ; ce faisant, ils amènent une certaine souplesse dans le bordé extérieur, dans le sens transversal.
- Le panneau de pont, lui, conserve une bonne rigidité, et la poutre horizontale qu'il constitue n'est plus liée efficacement au bordé de muraille. On peut, dans une hypothèse évidemment extrême, envisager un léger déplacement du panneau de pont dans le sens transversal, déplacement qui engendre des contraintes aux encastremets constitués par les cloisons transversales aux couples 66 et 74. Ces contraintes peuvent faire flamber les panneaux de tôles à proximité des encastremets. Plus simplement, deux anneaux contigus et partiellement désolidarisés du bordé de muraille, peuvent entraîner un déplacement latéral des transversales de pont, engendrant des contraintes de cisaillement dans la tôle, d'où l'aspect des cassures.

Il s'agit là d'une explication plausible, en accord avec une défaillance de la muraille du navire.

#### **6.4.2\* PHASE FINALE DE LA RUPTURE**

Entre 0 et 4 heures du matin le 12, la structure interne du ballast n°2 tribord continue à se disloquer, **et ce compartiment se trouve de plus en plus en communication avec la mer**. On peut, en s'appuyant sur l'examen de l'épave, aboutir au scénario suivant pour la dernière phase du naufrage.

### *Cassure du bordé de muraille au couple 66*

Le panneau de muraille s'est arraché en pivotant autour de la cloison du couple 66, emportant avec lui un morceau de bordé de la citerne n°3 tribord. C'est d'ailleurs la phase ultime de la séparation avec la coque (bordé de la n°3 tribord arraché par pelage). En partie haute, le panneau arraché passe sous la virure carreau, et en partie basse au dessus du bouchain.

D'après l'examen de la vidéo, la cloison transversale au couple 66 est intacte avec ses raidisseur. Les lisses de muraille se sont rompues pratiquement au droit de la cloison. Il semble que la tablette horizontale de la serre inférieure soit en place, alors que celle de la serre supérieure ait été emportée avec la muraille.

### *Cassure de la muraille au couple 74*

Elle présente sur l'épave avant le même aspect que celle du couple 66. Elle s'arrête au-dessus du bouchain. Le bordé de muraille s'est désolidarisé du reste de la structure interne. Sous l'effet de la mer, il s'est cassé au ras de la cloison transversale 74.

Ce qui précède suppose que le bordé de muraille s'est disloqué en au moins deux panneaux, ce qui semble normal étant donné sa faible rigidité propre et sa grande longueur, 30 mètres.

Un panneau de bordé a été retrouvé sur le fond à environ 5 MN de l'épave de l'avant (environ 100t). On y distingue nettement un tirant rompu près de son attache avec la cloison longitudinale.

**Les fonds du navire se sont rompus par traction**, probablement au milieu de la tranche, vers le couple 70, si l'on en juge par les tôles qui subsistent sur les deux parties de l'épave. Cette traction sur la structure des fonds n'était pas très élevée dans la phase initiale de l'accident. Mais il faut noter que, dès que l'on doit considérer que le ballast n°2 tribord est en libre communication avec la mer, l'effet de carène perdue se traduit par une augmentation importante du moment de flexion longitudinal, et on atteint un **niveau proche du moment maximal admissible**.

Si l'on ajoute à cela le fait que la structure est déjà atteinte, avec la perte de l'efficacité de la cloison et du bordé extérieur, réduisant en conséquence la valeur du module d'inertie, il est clair que les criques initiées dans la muraille se prolongent vers le fond et on aboutit inéluctablement à la rupture complète de la coque.

À ce stade de la rupture des fonds, la coque présente encore une structure relativement rigide prenant la forme du parallélogramme constitué par les **citernes centrales** (les épaisseurs sont certainement supérieures à celles des tranches latérales). À tribord, la muraille a été emportée, en deux ou trois morceaux ; le panneau de pont, d'une structure que l'on peut supposer relativement intègre et rigide dans le plan horizontal, n'est plus supporté en abord ; il se rompt à une de ses charnières au couple 66 ou 74.

Ce panneau de 30 m de longueur se déchire ensuite le long de la cloison longitudinale.

La partie centrale se sépare à la suite de l'arrachement des fonds. L'épave avant dérive sur bâbord, entraînant la cassure du bordé de pont et de la muraille bâbord.

Le scénario qui vient d'être décrit n'est certainement pas exempt de critiques. Il est toutefois conforté par les constatations suivantes :

- LA PERTE D'UN ELEMENT DE MURAILLE, 2 heures environ avant le naufrage. Un morceau de cet élément a été retrouvé à 5 MN de l'épave ;
- lorsque la citerne 2 tribord est en pleine ou quasi pleine communication avec la mer, le moment de flexion longitudinal subi par le navire est proche du maximum admissible. Dans ces conditions la RUPTURE DES FONDS EST INELUCTABLE ;
- pont et muraille des ballasts n°2 latéraux se sont brisés au moment de LA SEPARATION AVEC LA COQUE EN PLUSIEURS TRONÇONS. Il est à noter que l'examen de l'épave et l'examen des fonds environnants n'ont permis de retrouver que très peu d'éléments appartenant à ces structures. On peut en conclure que leur état initial de fragilité ou de corrosion a contribué à multiplier les cassures au sein de la structure et à disperser toute cette structure en une multitude de petits composants.

En résumé, la perte totale de l'*ERIKA* est imputable à une défaillance de la structure du navire. Cette défaillance s'est manifestée par :

- la rupture d'un élément de la cloison longitudinale entre la citerne centrale n°3 et le ballast n°2 tribord ;
- l'affaiblissement subséquent d'un ou plusieurs anneaux transversaux du ballast n°2 tribord, conduisant à l'amorce d'une crique dans le bordé de muraille ;
- l'apparition de criques dans le bordé de pont, conséquence de l'affaiblissement des anneaux transversaux.

Ces phénomènes entraînent une déstructuration progressive des anneaux porques et du bordé de muraille du ballast n°2 tribord, dont un panneau s'est détaché de la coque deux heures environ avant le naufrage. La rupture des fonds par traction s'est ensuite produite, le bordé de pont s'est plié en faisant charnière et la rupture totale de la coque s'est produite à l'arrière de la tranche 2.

= \* =

## 7\* AUTRES FACTEURS

### 7.1\* Les décisions du capitaine - le SOPEP

Le capitaine savait certes que l'*ERIKA* était un navire âgé. Il savait également que les ballasts n°2 bâbord et tribord étaient « *fortement corrodés* », mais il ne pouvait en tirer aucune conclusion quant à l'intégrité structurelle de son navire.

Comme il l'a lui-même déclaré, ce navire, qui n'avait pas un mauvais aspect général extérieur :

- avait subi un an auparavant une visite de reclassification majeure et fait l'objet de travaux somme toute importants,
- avait la première cote d'une société de classification appartenant à l'IACS,
- avait subi une visite annuelle de cette même société en août et novembre 1999, avec comme seule réserve de faire effectuer un contrôle d'échantillonnage du ballast n°2 tribord et du peak avant d'ici la fin du mois de janvier 2000.

Par ailleurs, les installations du navire : pompes de cargaison et de ballastage, appareils propulsifs et auxiliaires (appareil à gouverner et équipements de passerelle) fonctionnaient de façon satisfaisante, à l'exception de l'émetteur-récepteur INMARSAT A (phonie), qui n'était d'ailleurs pas requis pour la navigation qu'il effectuait, le navire disposant par ailleurs d'un émetteur-récepteur INMARSAT C (téléx) en passerelle.

La météorologie n'était certes pas bonne pour cette traversée Dunkerque – Livourne, mais elle n'avait guère été meilleure pendant les voyages précédents, même en Méditerranée. Par ailleurs, un vent de secteur ouest force 8/9 n'est pas chose extraordinaire dans le golfe de Gascogne à pareille époque et n'est pas insurmontable par un navire-citerne de cette taille.

Aussi, le commandant a-t-il été surpris lorsqu'il a constaté une gîte importante et progressive sur tribord, le 11 décembre à 12H40. Le ullage du ballast n°4 tribord n'ayant pas varié (à moitié plein) il ne pouvait s'agir que d'un transfert de cargaison de la citerne n°3 centrale, pleine, vers le ballast n°2 tribord, pratiquement vide, ce que vérifieront les ullages et la présence de fioul sur la sonde dans le ballast n°2 tribord, peu après.

Sa première réaction a été de déballaster le ballast n°4 tribord pour redresser avant de faire demi-tour pour vérifier la situation en étant à l'abri de la force de la mer. Le calculateur de chargement, autorisait ce mouvement, ce que les calculs ultérieurs ont confirmé en constatant, comme pour les autres mouvements, une diminution du moment fléchissant (on ne pouvait alors déballaster le ballast n°2 tribord dans lequel on savait qu'il y avait du fioul).

Le MAYDAY de 14H10, correspond à une « *demande d'assistance immédiate aux personnes en vue de leur évacuation* ». Le navire est encore en route au 210, avec de la gîte. Il suffit pour envoyer ce MAYDAY par télex, d'appuyer sur deux boutons qui déclenchent automatiquement la procédure en donnant notamment position, cap et vitesse.

À 15H02, la situation s'est notablement améliorée : le navire a commencé à se redresser, il a fait demi-tour, il n'est plus question de l'évacuer, d'où l'annulation du MAYDAY et ce nouveau message PAN, message de sécurité, qui vise essentiellement à conserver veille et communications, sera lui-même annulé à 16H24.

À partir de ce moment (16H27) le commandant, ayant eu confirmation du transfert de fioul de la citerne n°3 centrale au ballast n°2 tribord, puis connaissance des fissures et du flambement dans le bordé de pont, décide avec l'accord du gestionnaire nautique de faire route vers un port de refuge, Donges en l'occurrence, en réduisant l'allure machine de 107 à 75 tours/min.

À partir de 03H00 les fissures qui étaient surveillées depuis leur découverte s'agrandissent, la ruine du navire s'accélère avec l'arrachement d'une partie du bordé de muraille à partir de 05H00, le capitaine ne peut plus que lancer le « vrai » MAYDAY. Celui ci entraîne l'évacuation de l'équipage.

### **L'ACTION DU CAPITAINE DANS LE CADRE DU PLAN D'URGENCE ANTI-POLLUTION - SOPEP**

L'article 8 et le protocole 1 de MARPOL 73/78 exigent que l'État côtier le plus proche soit averti de tout déversement effectif ou probable.

Cette prescription vise à garantir que les États côtiers soient informés **sans retard** de tout événement ou toute menace de pollution du milieu marin, ainsi que des mesures d'assistance ou de sauvetage, afin que les dispositions appropriées puissent être prises.

La procédure à suivre doit être appliquée par le capitaine ou toute personne habilitée à agir en son nom en conformité avec les recommandations de la Résolution A. 648(16) de l'OMI, dans le cadre du plan d'urgence *Shipboard Oil Pollution Emergency Plan* (SOPEP).

L'événement doit être rapporté simultanément à la station côtière (navire à la mer) ou aux autorités portuaires (navire au port), suivant le cas, et aux personnes responsables du suivi du navire à terre.

Le plan fait appel à des logigrammes et des *check-lists* d'aide à la décision, visant à éviter les oublis, les erreurs et les risques pris par précipitation ou manque de réflexion au tout début d'un événement majeur.

Le navire disposait depuis 1997 d'un tel plan approuvé par le BUREAU VERITAS puis par le RINA, par délégation de l'administration maritime maltaise.

Ce plan contient les instructions en cas de pollution ou de risque de pollution. Il décrit la démarche à suivre et les procédures à appliquer par ordre de priorité ainsi que les informations requises. Il donne également la liste des personnes, des autorités et organismes à contacter avec leurs coordonnées (n° de téléphone, télécopie, télex).

Ce plan stipule que l'Etat côtier et les autorités compétentes doivent être informés sans délai de tout déversement d'hydrocarbures ou du risque de déversement d'hydrocarbures et de menace de pollution en particulier dans les cas suivants :

- **dommages ou avaries affectant la sécurité du navire lui-même ou celle des autres navires à la suite d'une collision, d'un échouement, d'un incendie, d'une explosion, d'une défaillance de structure, d'une voie d'eau ;**
- **dommages ou avaries de machine ou d'équipements pouvant compromettre la sécurité de la navigation.**

Des fiches présentées sous forme de *check list* précisent les mesures à prendre par l'équipage et le rôle de chacun en fonction de la gravité pour 9 cas de pollution ou de risque de pollution :

Trois d'entre elles se rapportaient plus spécialement à l'événement :

- check list n°3 : suspected hull leakage (soupçon de fuite),
- check list n°7 : hull failure (défaillance de coque),
- check list n°8 : excessive list (gîte importante).

L'information doit être adressée à l'État côtier, aux organisations et personnes concernées figurant dans les listes de l'annexe 1 « *Coastal State Contacts* » et de l'annexe 3 « *Ship Interest contacts* », par une note formalisée « *Initial notification* » comprenant les renseignements nécessaires :

**Dans le cas de l'ERIKA**, le capitaine devait d'abord envoyer la note d'information initiale « *Initial notification* » :

- au Secrétariat général de la mer ;
- au CROSS Corsen ;
- à la Préfecture maritime de l'Atlantique ;
- au ship manager PANSHIP ;
- au technical advisor RINA.

De son côté, le ship-manager devait transmettre cette note au propriétaire de la cargaison, aux représentants de l'assureur et du P&I Club.

Le capitaine devait dans un deuxième temps adresser au technical advisor, les éléments d'évaluation de stabilité et de résistance du navire selon la note formalisée « *stability and strength assessment notification* ».

Le capitaine devait ensuite rendre compte, à intervalles réguliers, aux parties concernées, de l'évolution de la situation et des actions entreprises (formulaire n°3 « *Follow up notification* »).

Par conséquent, la Commission estime que dans sa gestion de l'événement, le capitaine, s'il a fait procéder aux contrôles nécessaires, n'a pas suivi les instructions figurant dans son plan d'urgence qu'il devait pourtant connaître puisque des exercices impliquant la mise en œuvre de ce plan ont été notés sur le journal de bord :

- un exercice anti-pollution le 16/11,
- un exercice d'échouement et d'avarie de machine le 26/11.

La Commission considère que, dès le 11/12 lorsque la gîte sur tribord a été constatée vers 13H00, le SOPEP aurait du être appliqué dans son intégralité (*check list* n°8) ou du moins à 14H48 après la mesure des ullages et la détection de fioul dans le ballast n°2 tribord et des cassures sur le bordé de pont (*check list* n°3 et n°7).

En fait, dès l'apparition de l'événement, le capitaine a cherché, sans succès immédiat, à entrer en contact avec son gestionnaire nautique et les autorités françaises n'ont eu connaissance de ces éléments qu'en fin de soirée le 11/12/99, quelques heures avant le naufrage.

Estimait-il que son navire ne présentait pas un danger réel de pollution dans la mesure où il prenait des précautions telles que le transfert de fioul de la citerne n°1 tribord à la citerne n°1 centrale pour le cas où les fissures se propageraient au dessus de la n°1 tribord, puis, plus tard, la surveillance du déballastage, devenu nécessaire du ballast n°2 tribord ?

La fuite de fioul sur l'avant du manifold évoquée dans le message de 14H42 n'a pas été confirmée par l'inspection ultérieure du pont, du moins au travers des déclarations faites par le commandant à la Commission. Ce n'est que dans le message du 12/12 à 03H30 que l'on parle de « *traces de perte de fioul à la mer* ».

S'il y a, peut être, eu carence de la part du commandant de l'*ERIKA* en matière d'information des autorités maritimes, il semble surtout qu'il ait été dépassé par les événements sans aide extérieure, le sauvetage excepté.

Par ailleurs et d'une manière très générale, la Commission estime que la documentation réglementaire et les procédures étaient beaucoup trop nombreuses pour pouvoir être utilisées efficacement en pareilles circonstances.

## 7.2. L'action du propriétaire

**Au niveau de l'exploitation du navire :** le propriétaire s'occupait lui-même de la gestion financière, commerciale et administrative du navire ainsi que des questions juridiques et d'assurance. Toute la gestion technique et l'armement du navire étaient confiés d'une part à un gestionnaire nautique, d'autre part pour le recrutement de l'équipage à une société spécialisée.

Le choix du RINA comme société de classification à la place du Bureau Veritas a été fait sur la suggestion du gestionnaire nautique. N'ayant pas d'expérience technique, le propriétaire lui faisait confiance pour :

- la programmation des arrêts et visites du navire ;
- l'établissement des travaux, achat des pièces de rechange, budget annuel d'entretien et de réparations ;
- la consultation et le choix du chantier de réparation (il intervenait toutefois dans la négociation commerciale et le règlement des factures).

Le propriétaire n'a jamais eu de contact direct ni avec la société de classification RINA, ni avec le chantier de Bijela. Toutefois il avait eu connaissance de la visite préliminaire d'acceptation de classe faite à Aliaga en février 1998 et de celle d'Augusta de novembre 1999. Il ne pouvait donc ignorer l'état réel de son navire.

Ce sont sans doute des préoccupations purement économiques qui prévalaient quant au choix des fournisseurs et notamment du chantier de réparation.

**Au niveau de l'événement :** le propriétaire du navire a été informé des premières difficultés techniques de l'*ERIKA* par le gestionnaire nautique le samedi 11/12 vers 15H00, notamment de la gîte et des fissures sur le pont et de ce que le navire avait lancé un message de détresse. À réception de ces informations il n'a donné aucune instruction particulière, s'en remettant au gestionnaire nautique.

Il a seulement demandé à être tenu régulièrement informé de l'évolution de la situation de l'*ERIKA*. Son dernier contact avec le gestionnaire nautique a eu lieu le 11/12 vers 23/23H30.

Le 12/12 après l'accident, il a été informé que le navire s'était cassé et que les opérations de sauvetage de l'équipage étaient en cours.

### 7.3\* Les actions du gestionnaire nautique – cas de l'ISM

Les différentes actions du gestionnaire nautique au moment de l'événement se résument pour l'essentiel : (cf. § 5.5\* *supra*).

- à suivre l'évolution de la situation de l'*ERIKA* en s'inquiétant plus particulièrement, tard il est vrai, des fissures de pont et en se souciant d'éviter toute pollution ;
- à prévenir toutes les parties « commerciales » à l'affaire ;
- à faire désigner un agent pour l'escale à Donges de l'*ERIKA*.

Il convient de rappeler que le RINA, par délégation de la MMA, avait certifié ISM (délivrance d'un « *document of compliance* » - DOC) à la fois le siège du gestionnaire nautique et ses navires, en 1998, après audit.

Or, en août 1999, à la suite de la détention d'un navire géré par PANSHIP, la MMA a demandé au RINA d'y procéder à un audit de contrôle.

À l'occasion de cet audit, le RINA a constaté de nombreuses et importantes déficiences révélant à ses yeux de sérieuses défaillances dans le système de gestion de la sécurité. Ces points ont été confirmés par un deuxième audit conduit par le chef de la section chargée de l'ISM au siège du RINA.

Par lettre en date du 23/08/99, le RINA avait donc recommandé à la MMA de suspendre le D.O.C. de PANSHIP. Cette recommandation n'a pas été suivie d'effet.

***La Commission considère que si la certification ISM du gestionnaire nautique avait été suspendue dès cette grave alerte, le gestionnaire nautique aurait été amené à prendre le temps nécessaire pour revoir toutes ses procédures et que cela aurait pu donner un tour différent à la suite des événements.***

À la suite du naufrage de l'*ERIKA*, la MMA a demandé au RINA de procéder à un nouvel audit. Celui-ci a été conduit de façon conjointe par le RINA et la MMA les 26 et 27/01/00. Les constatations faites à cette occasion et des déficiences récurrentes ont confirmé pour le RINA la persistance de sérieuses défaillances dans la gestion de PANSHIP, et l'ont amené à nouveau à recommander à la MMA le retrait de son DOC. Celle-ci n'a pas eu à y procéder, PANSHIP ayant, début février, volontairement restitué son DOC à la MMA.

L'audit initial de l'*ERIKA* a été réalisé en juin 98 par le RINA qui a délivré la certification ISM de ce navire (SMC « *Safety Management Certificat* »). Un autre audit a été réalisé à bord de l'*ERIKA* en septembre 1999. À l'occasion de ces audits, le RINA a constaté la présence à bord de l'ensemble de la documentation nécessaire et en particulier le SOPEP « *Shipboard Oil Pollution Emergency Plan* ».

La personne désignée chez PANSHIP pour les situations d'urgence ne s'est apparemment pas référée aux procédures d'urgence en conformité avec le code ISM et le SOPEP, puisqu'elle n'a pas pris contact le 11/12/99 avec les autorités maritimes françaises pour les informer, comme le commandant, ou à sa place, de la situation de l'*ERIKA*, et des particularités concernant l'état réel du navire. Avant même d'avoir une liaison phonique directe avec le commandant, la personne désignée au titre du code ISM, a eu des contacts avec notamment :

- le service «avaries» du quotidien britannique Lloyd's List (prévenu en début d'après-midi par le MRCC de Milford Haven),
- le propriétaire du navire,
- les assureurs,
- la société de classification,
- les éventuels agents portuaires du navire,
- la société de remorquage et d'assistance SMITAK ,

c'est à dire pratiquement toutes les parties concernées, sauf les autorités maritimes compétentes dont les adresses figuraient explicitement dans son plan d'urgence.

Elle a été assistée pendant cette phase d'un commandant (à titre d'expert) d'un navire du même type et géré par PANSHIP. Bien qu'ayant informé le RINA des problèmes de l'*ERIKA*, le gestionnaire nautique (qui n'était pas sans connaître l'état structurel du navire) n'a pas jugé utile de solliciter une assistance technique particulière de celui-ci.

Il apparaît donc que les principaux intéressés à l'exploitation du navire n'ont, le 11/12/99 et dans la nuit du 11 au 12/12/99, affiché vis-à-vis des autorités de l'État côtier aucune inquiétude, en matière de pollution comme de sauvegarde de la vie humaine en mer et ont sous évalué la situation de l'*ERIKA*. C'est pourquoi le RINA a estimé que la gestion de la crise du 11/12/99 constituait en elle-même une sérieuse carence au regard du code ISM.

Par ailleurs, s'agissant de certains équipements de sécurité de l'*ERIKA*, la Commission a relevé les points suivants :

- l'équipement INMARSAT A (phonique) du bord, certes non obligatoire au titre SMDSM mais présent à bord, s'est trouvé défaillant dans la journée du 11/12/99 au moment même où son bon fonctionnement était le plus nécessaire, faute d'officier spécialement affecté aux liaisons d'urgence avec la terre ;
- le moteur du canot de sauvetage dans lequel certains membres de l'équipage avaient pris place n'a pas démarré ;
- les largueurs hydrostatiques et/ou les dispositifs de gonflement des radeaux pneumatiques de sauvetage (deux en principe présents à bord) n'ont pas fonctionné ;
- le largueur hydrostatique et/ou le déclencheur d'émission de la balise de détresse dont le navire était, en principe, doté n'a également pas fonctionné.

Ces défauts multiples et simultanés concernant des équipements de sécurité fondamentaux, ont peut-être un caractère fortuit, mais venant après le constat tiré des audits effectués par le RINA agissant en tant qu'organisme certificateur, ils sont préoccupants.

En résumé la Commission considère donc que les gestionnaires du navire à terre n'ont pas apporté au commandant le soutien nécessaire en pareille circonstance.

## 7.4\* Les actions de l'État du pavillon

A) – Pour les navires battant pavillon maltais, les **CERTIFICATS DE SECURITE INTERNATIONAUX** (cf. § 3.4 supra) sont délivrés et renouvelés après visite annuelle par les agents des sociétés de classification agréées à cet effet, et celles-ci sont rémunérés par les armateurs des navires inspectés.

En dépit de sa demande, la Commission n'a pas reçu copie du rapport de la dernière visite annuelle effectuée dans ces conditions.

Il ne lui a donc pas été possible de savoir si celle-ci avait relevé des défaillances ou des signes précurseurs d'une faiblesse structurelle locale pouvant avoir un lien avec le sinistre du 12/12/99. Le navire n'ayant pas été arrêté, il y a tout lieu de penser qu'aucune remarque particulière n'avait été faite.

La Commission ne sait pas non plus si un agent de la MMA avait participé à cette visite.

**B)** – En ce qui concerne la **CERTIFICATION ISM**, effectuée par le RINA, après audit (*cf. § 3.3\* supra*), la Commission a noté que, dès la constitution de PANSHIP, ses animateurs ont pris contact avec le RINA en vue de réaliser, à leurs frais, l'audit préalable à leur certification ISM.

La Commission a constaté que, par la suite, la MMA n'avait pas donné suite aux recommandations (*cf. § 7.3\* supra*) du RINA, recommandations qui visaient en août 1999 à suspendre cette certification, à la suite de vérifications tant à bord de navires que du siège même de la société.

Il a fallu le naufrage de l'*ERIKA*, et un nouvel audit du RINA allant dans le même sens en janvier 2000 pour que PANSHIP abandonne de lui même sa certification ISM en février 2000.

## **7.5\* Les actions de la société de classification**

Avant de prendre en charge la classification du navire, le RINA a fait effectuer, comme il se doit, une visite assez approfondie par un de ses experts.

Ce rapport est pour le moins pessimiste quant à ce qu'il peut constater de l'état structurel du navire et de l'étendue des corrosions. Le rapport au siège du RINA – à qui revient la décision – mentionne que le navire n'est pas acceptable et indique, sous toutes réserves, ce qu'il faudrait faire pour qu'il puisse être classé par le RINA.

La décision du RINA ayant finalement été positive, cette expertise et le relevé d'échantillonnage fait en juin 1998, constituent en fait la base des travaux demandés pour la visite quinquennale spéciale d'août 1998.

Dans le cadre de la visite spéciale, le programme des inspections et les travaux doivent être préparés près d'un an à l'avance par l'armateur et la société de classification. Dans le cas de l'*ERIKA*, il n'y a pas eu le temps nécessaire pour cette préparation.

En tout état de cause la liste des travaux n'aurait du être établie qu'après une visite approfondie de la structure (et notamment des ballasts) qui ,seule ,permettait d'en apprécier l'étendue, après concertation avec tous les partenaires concernés.

La garantie de la bonne exécution des travaux appartenait naturellement au chantier, mais sous le contrôle du représentant de la société de classification. La Commission a noté que ce dernier n'avait pas été présent en permanence pendant toute la durée des travaux.

Dans de tels travaux, des erreurs, difficilement visibles et, plus encore, irréparables, peuvent rapidement être commises. La visite annuelle de 1999 (août et novembre à Augusta) est considérée comme une «visite de routine » par rapport à la visite spéciale (de 1998) ou même la visite intermédiaire, qui aurait du intervenir en février 2001.

L'expert d'Augusta n'a pu faire qu'un contrôle superficiel du ballast n°2 tribord. Néanmoins, le peu qu'il a vu (échelle corrodée, lisse usée) l'a conduit à demander une nouvelle visite et de nouvelles mesures dans les meilleurs délais (janvier 2000). La validité des certificats a alors été prolongée jusqu'au 31 janvier 2000.

### ***Les actions de la société de classification au titre d'ISM***

En février 1998 le document ISM a été délivré à PANSHIP pour les pétroliers.

L'*ERIKA* a été certifié le 3 juin 1998, avant l'arrêt technique de Bijela.

Le RINA n'est pas habilité à retirer l'agrément mais à faire des propositions aux autorités de l'Etat du pavillon en fonction des non conformités relevées lors des audits. La décision de retirer un agrément ne peut être prise que par les autorités du pavillon (en l'occurrence Malte).

### *Les actions de la société de classification au niveau de l'événement*

Le RINA a été prévenu par le gestionnaire nautique dès le début de l'événement des difficultés techniques rencontrées par l'*ERIKA* (gîte, fissures et flambement du pont principal).

Le spécialiste des problèmes de coque désigné pour intervenir dans ce genre de situation en aurait été informé, mais il ne semble pas qu'une aide spécifique ait été demandée.

Bien que le RINA figure en tant que technical advisor dans le SOPEP, l'*ERIKA* n'était pas abonné au « *Technical Advising Service* », service chargé de répondre en permanence 24/24 aux appels urgents des armateurs – ou des navires et d'apporter une assistance technique aux navires en difficulté.

Ce service a été mis en place en application des dispositions de l'Oil Pollution Act 90 exigées par l'US Coast Guard pour les navires fréquentant les ports des Etats-Unis.

L'adhésion des armateurs est facultative. Elle fait l'objet d'un contrat spécifique navire par navire et suppose que toutes les caractéristiques du navire bénéficiaire du contrat soient informatisées. Une préparation technique est indispensable.

Au moment de l'avarie de l'*ERIKA*, le service n'aurait pas été activé par PANSHIP.

En effet une telle assistance n'aurait pas été réclamée au RINA, soit en qualité de « *Technical Advisor* », soit même en sa qualité d'Expert/Société de classification. Dans ce dernier cas on peut penser qu'il aurait fait tout ce qui était en son pouvoir pour apporter son concours, bien que n'y étant pas obligé et malgré l'absence d'informations qui lui auraient été nécessaires à cet effet, contrairement à celles qui auraient été immédiatement à sa disposition si la prestation de « *Technical Advisor* » avait été activée.

Seuls 3 navires gérés par PANSHIP bénéficiaient de ce service mais ce n'était pas le cas de l'*ERIKA*, bien que les numéros de téléphone des *Technical Advisors* figuraient dans son SOPEP. En réalité le SOPEP de l'*ERIKA* ayant été approuvé par le BUREAU VERITAS au nom des autorités maltaises le 3/09/97, le RINA n'a fait que le viser le 10/08/98 comme existant à bord lors du changement de classe.

## 7.6\* les actions des affréteurs

Les actions des affréteurs peuvent être appréciées à deux niveaux :

- celui des conditions économiques dans lesquelles l'*ERIKA* était exploité,
- celui de leurs réactions à la première annonce des avaries du navire.

### 7.6.1. LES CONDITIONS DE CHARTE PARTIE

La Commission a constaté qu'elles s'inscrivaient dans les limites du marché au moment des faits. Cependant, cette situation était la même pour quasiment toutes les unités de ce type. Ceci était suffisant pour couvrir les dépenses courantes, mais ne permettait pas d'envisager un renouvellement de la flotte âgée affectée au transport des produits noirs et encore moins la mise au point d'une technologie dédiée à ces matières spécifiques et tenant compte de leur caractère dangereux et polluant.

### 7.6.2. LA REACTION DES AFFRETEURS A L'ANNONCE DES AVARIES DU NAVIRE

La Commission a noté qu'avant même d'avoir une liaison phonique avec le commandant de l'*ERIKA*, la personne désignée de PANSHIP, avait pris contact avec **l'affréteur à temps** du navire via son courtier. Il n'y a pas eu de contact direct entre la personne désignée et l'affréteur au voyage du navire, et pas d'avantage entre l'affréteur à temps et l'affréteur au voyage.

**L'affréteur au voyage**, propriétaire de la cargaison prend connaissance vers 21H30 du message laissé à 18H34 sur l'enregistreur de sa ligne d'urgence, message lui faisait part de difficultés rencontrées par le navire en application des instructions annexées à la charte-partie.

C'est également à ce moment que l'affréteur au voyage prend connaissance d'un message similaire des agents consignataires contactés par le gestionnaire nautique pour organiser l'escale de l'*ERIKA* dans un port de refuge précisant que c'était Donges qui avait été retenu à cet effet.

À la suite de cette information, la cellule d'urgence de l'affréteur au voyage a pris contact phoniquement avec le commandant de l'*ERIKA* vers 21H00. Ce dernier a confirmé les termes de son message initial de 18H34 qui indiquait :

- la position du navire (46°47'N/006°43'W) ;
- une fuite interne entre la citerne n°3 centrale et le ballast n°2 tribord ;
- les mesures correctives prises pour redresser la gîte subséquente ;
- la situation météorologique locale ;
- une réduction de vitesse et un changement de cap ;

et qui est donc complété par la mention :

- d'une route vers Donges ;
- de la présence de fissures sur le pont ;

le commandant confirmant dans cette conversation que la situation était sous contrôle que, le navire était manœuvrant et qu'il n'y avait pas de fuite de produit à la mer.

La Commission constate donc que la cellule d'urgence de l'affréteur au voyage a reçu les informations relatives à la situation et l'état du navire au moins dans les mêmes conditions que les services d'Etat concernés.

Dans la soirée du 11/12/99, la cellule d'urgence de l'affréteur au voyage a complété sa documentation par confirmation des données relatives à la cargaison et aux fréteurs du navire. Faute d'informations plus précises de la part du gestionnaire nautique en ce qui concerne l'état du navire, elle est simplement restée en alerte.

Entre 23H00 le 11/12 et 07H00 le 12/12, il n'y a pas eu d'action de la part de cette cellule, aucun message complémentaire ne lui étant parvenu.

Pendant les journées du 11 et du 12/12 il n'y a pas eu d'actions particulières des **affréteurs à temps**.

## **7.7\* L'action de l'État côtier**

### **7.7.1\* LES CENTRES REGIONAUX OPERATIONNELS DE SURVEILLANCE ET DE SAUVETAGE (CROSS)**

D'une manière générale, les centres régionaux opérationnels de surveillance et de sauvetage (CROSS), placés sous l'autorité organique du ministère chargé des transports et sous l'autorité opérationnelle des préfets maritimes (PREMAR) ont pour principales missions :

- **le sauvetage maritime,**
- **la surveillance de la circulation maritime,**
- **la surveillance des pêches,**
- **la surveillance des pollutions,**
- **la diffusion des informations de sécurité,**

en tout ou partie, dans leur zone de compétence.

Dotés des moyens de radiocommunications réglementaires à bord des navires «*civils* » SMDSM (ce qui n'est pas le cas de la Marine nationale) ils sont en quelque sorte les «*oreilles* » et les intermédiaires des Préfets maritimes.

## A) *Le CROSS Corsen.*

### **Généralités :**

La zone de compétence du CROSS Corsen (CROSS.CO). s'étend de la baie du mont Saint-Michel au parallèle passant par la pointe de Penmarc'h.

Sa principale mission est sans conteste la surveillance du trafic maritime au large de la pointe de Bretagne et plus précisément dans une zone de 35 MN centrée sur la tour radar d'Ouessant, zone où se trouve un dispositif de séparation de trafic et à l'entrée de laquelle les navires doivent obligatoirement se signaler et rendre compte de leurs difficultés éventuelles.

En cas de difficulté et notamment s'il s'avère qu'un navire a besoin d'assistance, le CROSS.CO prévient le Centre Opérationnel de la Marine (COM) de Brest qui peut mettre en œuvre les moyens nécessaires, et notamment le remorqueur *ABEILLE FLANDRES*.

### **S'agissant de l'*ERIKA* :**

- Le navire s'est signalé le 10/12/99 à 14H07 et n'a fait état d'aucune avarie. Il a quitté la zone de responsabilité du CROSS.CO., le 10/12/99 vers minuit.
- Par la suite, compte tenu des caractéristiques de son émetteur-récepteur MHF, le CROSS.CO. a pu entendre et enregistrer (ce qui n'est pas obligatoire, pour des raisons techniques) des communications, toujours difficiles, sur 2182.
- Ce fut le cas pour la conversation entre l'*ERIKA* et le navire de guerre britannique *FORT GEORGE*, le 11/12/99 entre 14H50 et 14H55, conversation qui évoquait une tôle de pont fissurée.
- En fait, cette conversation, quasi inaudible, n'a pas été « entendue » par le CROSS.CO., mais enregistrée par hasard et c'est sa réaudition, le

05/01/00 qui a conduit le Préfet maritime à demander à la marine britannique de lui adresser copie du journal radio du *FORT GEORGE*, ce qui fut fait le 11/01/00.

- C'est en fait la lecture du message qui permet de comprendre l'enregistrement.

## **B) *Le CROSS.A. Étel.***

### **Généralités**

La zone de compétence du CROSS.A. Étel s'étend du parallèle de la pointe de Penmarc'h à la frontière espagnole et comprend l'essentiel du golfe de Gascogne jusqu'au méridien 08°00'W.

Ses principales missions sont le sauvetage dans sa zone et en dehors (en tant que correspondant international des centres de sauvetage étrangers), ainsi que la surveillance des pêches.

### **L'activité du CROSS.A les 11 et 12 décembre 1999 :**

Le samedi 11/12/99, l'«*équipe*» de permanence est composée, comme à l'accoutumée :

- d'un officier de permanence, assurant également les fonctions de coordinateur de mission de sauvetage (CMS) ;
- d'un chef de quart ;
- d'un opérateur et d'un transmetteur assurant toutes les communications par VHF, MHF, INMARSAT, télex, ...etc...

En raison de la tempête, ce CROSS dirige ce jour là une dizaine d'opérations de sauvetage mettant en jeu la vie de plusieurs personnes. De plus, il suit, en liaison avec la Préfecture maritime (PREMAR) l'affaire du *MARIA. K.*, navire qui risquait de s'échouer et donc de polluer.

Ce vraquier maltais de 180m de long se trouvait en effet dans l'estuaire de la Loire, par gros temps (lui aussi), en grande difficulté de manœuvre, faute d'être suffisamment ballasté.

Prévenu dès 19H55 par le sémaphore de Chémoulin que le navire dérive vers les hauts fonds, le CROSS en informe le COM dès 20H20 puis suit l'affaire toute la nuit du 11 au 12 (quinze messages), jusqu'à l'appareillage du *MARIA. K.* le 12 à 07H44, après une longue opération de ballastage sur un mouillage précaire.

Il est à noter que le *MARIA. K.* construit en 1977, au Japon, en était à son cinquième propriétaire et que les visites effectuées au titre du *Port State Control* (PSC) avaient conduit à relever de nombreuses déficiences et à lui affecter un « *target factor* » de 22 (contre 12 à l'*ERIKA*).

### **S'agissant de l'*ERIKA* :**

Le CROSS.A n'a eu connaissance de la présence de l'*ERIKA*, pratiquement au milieu du Golfe de Gascogne, que par le MAYDAY émis via INMARSAT.C le 11/12 à 14H08.

En recevant le MAYDAY de l'*ERIKA*, par INMARSAT C. (télex) à 14H08, le CROSS :

- à 14H11 en accuse réception et demande confirmation sachant que le système est à l'origine de 90 % de fausses alertes ;
- puis s'enquiert auprès de la *PREMAR* des moyens lourds utilisables si loin (au milieu de golfe de Gascogne, à 300 km des côtes françaises et espagnoles) dans l'optique d'un sauvetage.

À 14H55, 47 minutes plus tard, le CROSS apprend que la gîte du navire est en cours de correction, et que l'assistance n'est plus nécessaire.

À 18H01, le CROSS apprend que l'*ERIKA* se dirige vers Donges pour y trouver refuge.

À 21H01 à l'occasion d'une conversation avec le port de Donges à propos du *MARIA. K.*, il apprend incidemment que l'*ERIKA* aurait des « fissures » et que son escale à Donges poserait des problèmes s'il y avait des fuites.

Il s'en inquiète auprès du navire, qui, à 22H27 confirme les fissures sur le pont, mais pas les fuites (ce qui est normal puisque c'est le bordé de pont du ballast n°2 tribord qui est en cause).

C'est donc à ce moment là seulement que le CROSS.A a été en possession de toutes les informations, le commandant confirmant qu'il a la situation en main.

Quant à l'officier de suppléance de la PREMAR, ce n'est qu'à 23H30 (message reçu à 00H03) qu'il l'apprendra du CROSS.A.

### **Le sauvetage de l'équipage de l'*ERIKA***

Le 12 décembre 1999, à 06H00, le CROSS.A reçoit le MAYDAY de l'*ERIKA*, par INMARSAT C :

- le navire se trouve à 35' dans le sud de Penmarc'h ;
- il a une voie d'eau consécutive à une déchirure de coque ;
- il y a 26 hommes d'équipage à évacuer ;
- le vent souffle d'WqNW à 50 nœuds. Mer 6.

À 06H17, après avoir mis en place les procédures de relais de ce MAYDAY, et tenté en vain de joindre l'*ERIKA* en HF, le CROSS demande au COM de mettre en œuvre les aéronefs d'alerte, à savoir :

- un ATLANTIC 2 basé à Lann Bihoué ;
- un SUPER FRELON basé à Lanvéoc ;
- distants respectivement de 52 mn et 64 mn de l'*ERIKA*.

Ces deux appareils décollent respectivement à 07H00 et 07H39 et arrivent sur zone à 07H40 et 08H00.

À 08H14, tandis que le navire commence à se casser, le treuillage commence.

À 08H21, alors que 5 hommes ont déjà été treuillés (il en reste 21, plus le plongeur), une panne de treuil contraint le SUPER FRELON à rejoindre sa base.

Le CROSS demande alors l'intervention d'autres hélicoptères.

À 09H04, un LYNX arrive sur zone.

À 09H24, il a treuillé 6 hommes (sa capacité maximum). Il reste alors 3 hommes à bord, dont le plongeur, les 13 autres ayant évacué dans une embarcation de sauvetage.

À 10H12, le LYNX, revenu, a treuillé les 3 hommes demeurés à bord, dont le plongeur. Il ne reste donc plus que les 13 de l'embarcation.

À 10H15, alors qu'arrivent 2 SEAKING britanniques, le SUPER FRELON, de retour, commence le treuillage des 13 hommes de l'embarcation, treuillage qui se termine à 10H43.

Les 26 hommes de l'équipage de l'*ERIKA* sont sauvés.

La Commission considère que cette opération est remarquable compte tenu des circonstances et des conditions météorologiques limites, même pour les hélicoptères lourds. Sa réussite tient au courage et à la compétence des équipages, pilotes et plongeurs, des hélicoptères de la Marine.

## 7.7.2\* LA PREFECTURE MARITIME.

### Généralités :

Les préfets maritimes (PREMAR) sont responsables de la coordination de l'action de l'État en mer (AEM) et, à ce titre et ,entre autres choses, de la prévention et de la lutte contre la pollution.

Pour ce faire, ils disposent, notamment dans les passages difficiles tels que les atterrages d'Ouessant, des Casquets et dans le Pas-de-Calais :

- des CROSS/VTS (*Vessels Traffic Services*) qui y surveillent la circulation à l'aide de radars et d'équipements de radiocommunications maritimes ;
- de remorqueurs puissants (160t au croc), affrétés par la marine nationale. Il est à noter que ceux-ci ne doivent pas s'éloigner à plus de 60' de Brest, et de Cherbourg.

En cas d'incident, le CROSS prévient l'officier de suppléance d'État major (OSEM), de permanence au centre opérationnel de la marine (COM) avec qui il procède à une première évaluation de la situation. En fonction de cette analyse l'OSEM surveille l'évolution de la situation et si nécessaire prévient les adjoints «opérations » et «AEM » (Action de l'État en Mer) qui à leur tour étudient la situation et proposent éventuellement au PREMAR les mesures à prendre.

Celles-ci peuvent consister en :

- la simple surveillance du navire par le CROSS, dans le cadre d'une réparation, par exemple, et temps permettant,
- l'envoi d'une équipe «évaluation-intervention » par hélicoptère destinée à renseigner le PREMAR sur la situation exacte du navire et à parer à une intervention ultérieure.
- la mise en demeure de l'armateur de prendre toute mesure propre à faire cesser le danger présenté par son navire dans un délai imparti, faute de quoi c'est le PREMAR qui les prend, aux frais de l'armateur, notamment en faisant prendre son navire en remorque.

### *L'activité du COM les 11 et 12 décembre 1999 :*

Le samedi 11/12/99, l'équipe de permanence est composée, comme à l'accoutumée :

- d'un officier de suppléance de l'État major (OSEM) ;
- de plusieurs chefs de quart et opérateurs.

Il y a peu de moyens à la mer, aucun dans le Golfe de Gascogne.

Par contre, réglementairement, du fait de la tempête :

- l'*ABEILLE FLANDRE* est sur coffre en Baie du Stiff, à proximité du dispositif de séparation de trafic d'Ouessant ;
- un avion de patrouille et de reconnaissance maritime PATMAR ainsi qu'un hélicoptère lourd *SUPER FRELON* sont à une heure de décollage.

### *S'agissant de l'ERIKA ... et du MARIA.K. :*

... *ERIKA* ...

Lorsqu'il est prévenu à 14H38 par le CROSS. A du premier MAYDAY de l'*ERIKA*, (le 11/12/99 à 14H08), l'OSEM lui fait part qu'il ne dispose d'aucun moyen sur zone.

De la même manière il apprend à 15H05 que le navire ne demande plus assistance.

Tenu téléphoniquement informé par le CROSS de l'évolution de l'affaire, c'est que vers minuit qu'il prend connaissance par message écrit de tout ce qui est advenu à bord de l'*ERIKA* à partir de 14H08.

... *MARIA. K.* ...

Entre temps, à 20H20, l'OSEM apprend du CROSS.A., et du sémaphore de Chémoulin la situation pour le moins préoccupante du vraquier maltais de 180 m *MARIA. K.* (1977) qui, peu ou pas ballasté, dérive dans la tempête vers les hauts fonds de l'estuaire de la Loire, puis chasse sur le mouillage qu'il était parvenu à prendre.

La situation est telle que, sitôt prévenue, la division Action de l'État en Mer (AEM) rallie la préfecture maritime et fait signer au PREMAR une mise en demeure à l'adresse de l'armateur du *MARIA. K.*, ce qui lui permet de faire assister le *MARIA. K.*, par un remorqueur du port de Saint-Nazaire, à partir de 22H45 et ce jusqu'à 07H00 le 12 décembre.

Rappelons que le « *target factor* » du *MARIA. K.* (22) était supérieur à celui de l'*ERIKA* (12).

- ... *ERIKA*... -

En apprenant le MAYDAY de l'*ERIKA*, le dimanche 12 à 06H00, le chef de la division OPS fait mettre en œuvre les moyens de sauvetage demandés par le CROSS.A. et fait appareiller l'*ABEILLE FLANDRE* qui ralliera ce qui n'est déjà plus qu'une épave, vers 09H00. Il est à noter :

- que le remorquage du navire, même non brisé risquait d'accélérer la cassure ;
- que la Préfecture maritime prenait des risques en envoyant ce remorqueur au delà de ses limites de navigation fixées pour la protection des atterrages bretons.

### **7.7.3\* LA CAPITAINERIE DU PORT DE SAINT-NAZAIRE**

Les **Capitaineries de port** sont quant à elles chargées de veiller à la sécurité de leurs ports dans les limites administratives de ceux-ci. Elles peuvent en s'appuyant sur les dispositions du Code des ports maritimes ne pas accepter l'accès des installations placées sous leur responsabilité aux navires qui seraient susceptibles de présenter des dangers pour les installations ou les accès portuaires, les marchandises qui y sont entreposées, et les personnes qui s'y trouvent.

Compte tenu de la faible qualité de certains navires que les expéditeurs et réceptionnaires sont capables, dans certains cas, d'accepter, il ne s'agit pas de responsabilités sans consistance. Il n'en demeure pas moins que les officiers de port sont également assujettis aux règles générales relatives à l'assistance aux personnes en danger. Il est de fait que les navires en situation difficile sont évidemment plus faciles à abriter et réparer dans un port auquel il leur faut bien accéder.

Dans ces conditions, et en liaison avec les services du préfet maritime, les arbitrages nécessaires sont pris entre les exigences de la sécurité portuaire et les nécessités de la sauvegarde de la vie humaine en mer et de la protection de l'environnement.

**S'agissant de l'*ERIKA***, c'est en fin de soirée, vers 21H00 heures le 11/12 que la capitainerie est prévenue par l'agent potentiel du navire de l'arrivée de ce navire le lendemain.

L'*ERIKA* aurait de la gîte et des fissures, réputées colmatées, dans la coque. Le commandant de port indique que la gîte n'empêcherait pas l'escale mais rendrait la manœuvre et l'accostage difficile. Il ajoute que par contre des fuites externes ne pourraient être traitées en Loire à cause du courant.

Bien que fortement réticent à l'idée d'accueillir un navire-citerne en charge et avec des avaries probables, le commandant du port de Saint-Nazaire a d'ailleurs admis, dès ce moment, qu'il pourrait recevoir l'*ERIKA* si aucune solution n'était praticable.

= \* =

## 8\* CONCLUSION

1. L'*ERIKA* était un navire âgé certes, mais surtout utilisé pour le transport de produits noirs à des taux de fret insuffisants, sauf à diminuer les coûts de façon drastique, notamment en matière de maintenance.
2. Déjà « *sensible* » à la corrosion l'*ERIKA* a véritablement commencé à se dégrader quand les citernes 4 et surtout 2 latérales ont été dédiées au ballastage, ce dont témoignent :

### a) *avant l'accident*

- les relevés d'épaisseurs de 1997 et surtout de 1998 qui d'une manière générale donnent une moyenne apparemment favorable, **sauf dans la tranche 2** ;
- le remplacement de la moitié des raidisseurs longitudinaux de pont et de la partie supérieure de la quasi-totalité des anneaux transversaux dans les ballasts 2 ;
- l'absence ou le mauvais état du revêtement de protection, et la **protection cathodique insuffisante** ;
- le foisonnement de la corrosion et les dépôts de rouille observés, même par le ROV ;
- l'état de l'échelle du ballast n°2 tribord et le constat, forcément limité, de lisses de pont corrodées, le tout conduisant à demander, en

décembre 1999 un nouveau contrôle plus approfondi en janvier 2000, ce moins d'un an et demi après une visite spéciale de reclassification ;

*b) pendant l'accident :*

- la cassure / effondrement de la cloison entre la citerne n°3 centrale et le ballast n°2 tribord ;
- les fissures et le flambement du bordé de pont à l'avant du ballast n°2 tribord ;
- la propagation des cassures dans le bordé de coque et la déstructuration du ballast n°2 tribord ;
- l'arrachement et la perte d'une partie de bordé de muraille du ballast 2 tribord et de celui de la citerne n°3 tribord ;
- l'inévitable mise en communication avec la mer des citernes n°3 centrale et n°3 tribord et du ballast n°2 tribord ;
- la cassure du navire dans la tranche 2 ;

*c) après l'accident :*

- le constat par le ROV de la situation de l'épave qui se résume de la façon suivante : si l'on excepte ce que l'on voit des cloisons de la citerne n°2 centrale, qui ne mesure que la moitié de la tranche 2, **il n'y a plus de tranche 2 ;**

- l'analyse d'éléments de coque qui montre :
  - *pour certaines tôles de pont remplacées, l'utilisation de tôles de 12 mm au lieu de 16 ;*
  - *pour les tôles d'origine, une perte d'échantillonnage de plus de 30%,*

- l'analyse de renforts qui montre :
  - *la disparition de cordons de soudure ;*
  - *des pertes d'échantillonnage atteignant 30%,*

et qui confirment une corrosion généralisée mais aussi des corrosions ponctuelles n'affectant que quelque cm<sup>2</sup> observées en de nombreux endroits, de loin les plus dangereuses.

Ces corrosions ponctuelles sont profondes.

Les travaux réalisés au chantier de Bijela constituent eux aussi un facteur déterminant dans l'enchaînement des faits ayant conduit à l'accident.

Des modifications dans la distribution des contraintes subies par la coque ont pu être créés lors des travaux par :

- *l'utilisation des tôles d'acier d'épaisseur différentes et plus faibles ;*
- *des décisions hasardeuses sur la position des coupes exécutées sur les structures, les bordés et les cloisons ;*
- *des erreurs aux niveaux de la précision des montages, de la qualité des soudures, etc.*

Les contraintes ainsi provoquées n'ont pu que favoriser les cassures et autres fissures et lorsqu'une fêlure apparaît, un processus d'avarie majeure est engagé ; ce processus pourra demander plusieurs mois pour arriver à son terme.

*C'est donc bien l'insuffisance d'entretien et corrélativement le développement rapide de la corrosion qui sont à l'origine de l'affaiblissement de la structure de la tranche 2 de l'ERIKA, affaiblissement qui s'est traduit par des ruptures en chaîne jusqu'à la ruine totale de l'ensemble.*

*Ce facteur est déterminant, au point de pouvoir considérer les autres facteurs comme relativement secondaires.*

*En bref, l'état du navire et sa dégradation rapide dans les dernières heures ont été tels que rien ne permettait d'éviter la catastrophe.*

*= \* =*

## 9\* RECOMMANDATIONS

### La Commission recommande :

1. Que les **INSTANCES INTERNATIONALES** qui ont à en connaître veillent à limiter la prolifération des instructions, *check. lists* et autres *guide lines* qui s'imposent à des capitaines qui de ce fait ne sont plus capables de toutes les prendre en compte en cas d'urgence.
2. Que les **ÉTATS DU PAVILLON** qui délèguent tout ou partie de leurs attributions en matière de certification internationale se dotent en propre des moyens juridiques et techniques nécessaires pour exercer un contrôle effectif de l'exécution de ces délégations.
3. Que les **SOCIÉTÉS DE CLASSIFICATION** :
  - a) Veillent à ce que toutes les capacités susceptibles de corrosion soient dûment protégées dès la construction, puis surveillées et entretenues selon une périodicité adaptée aux observations faites quant à leur évolution.
  - b) Effectuent des visites périodiques plus complètes en faisant appel tout à la fois aux relevés d'échantillonnage, aux calculs de contrôle et à l'expérience des experts.
  - c) Etudient et utilisent des équipements et méthodes de mesure des échantillonnages qui donnent des résultats plus fiables et plus représentatifs que ceux utilisés actuellement.
  - d) Informatisent les dossiers des navires qu'elles classent, notamment en ce qui concerne la structure et la stabilité.

- e) Transmettent intégralement le dossier de classification qu'elles détiennent, à la nouvelle société de classification lorsque le navire change de société de classification.
- f) Systématisent les permanences « *sécurité* » susceptibles de répondre aux questions posées par un commandant ou un armateur quant à la conduite à tenir suite à une avarie affectant la structure et/ou la stabilité de son navire.
- g) Puissent établir un « *diagnostic* », avec une « *équipe* » qui pourrait comprendre un expert de la société de classification du navire, un expert d'une autre société, un inspecteur de l'État du pavillon et un de l'État du port, dès que l'on constate le développement de corrosions significatives et que ce diagnostic puisse conduire à une réforme à court ou moyen terme dès lors :
- que les corrosions deviennent trop importantes ;
  - et que les réparations nécessaires pourraient s'avérer pires que le mal : (discontinuités, contraintes, ...).
- h) Communiquent à l'État du port, ou à l'État côtier, les dossiers des navires qu'elles détiennent, en cas d'accident ou de doute quant à leur navigabilité, sans plus pouvoir invoquer la confidentialité due à l'armateur au titre de la classe et de l'État du pavillon au titre de la certification déléguée.
- i) Etudient plus avant la possibilité d'installer sur les navires neufs, et le cas échéant sur les navires existants, particulièrement sensibles à la corrosion et aux pertes de résistance de la poutre navire, des systèmes permettant un suivi en temps réel de la fatigue du navire et susceptibles de donner aux opérateurs des indications de cap et de vitesse de nature à ne pas les aggraver.
- j) S'informent mutuellement et systématiquement des problèmes graves constatés sur certains types de navires, et notamment sur des *sister-ships*.

4. Que les **SERVICES D'INSPECTION DES NAVIRES** :

- a) S'attachent davantage à l'inspection des coques et structures internes, tant lors des visites réglementaires qu'au cours de visites occasionnelles exigibles en cas de doute quant à l'état réel d'un navire.
- b) Veillent à ce que les séquences de chargement des navires citernes (comme des bulk) soient déposées au port de départ avant l'appareillage du navire.

5. Que les **SOCIETES PETROLIERES** (y compris les négociants en produits pétroliers qui se trouvent être en position d'affréteurs) alignent en matière de sécurité et de qualité des navires, les conditions des affrètements au voyage dont elles peuvent avoir besoin sur les conditions d'affrètement à temps qu'elles utilisent actuellement.

La Commission estime également que ces sociétés devraient être aussi exigeantes sur la qualité des navires (en termes d'âge moyen notamment) utilisés pour le transport des produits pétroliers noirs (fioul, goudron, brut) que pour le transport des produits pétroliers blancs (naphta, kérosène, essence, gazole).

La Commission recommande également aux affréteurs de navires, en application d'un simple principe de précaution, de n'utiliser que des unités dont la gestion et la situation de propriété sont claires.

La Commission leur recommande aussi de ne pas affréter, sans prendre les plus grandes précautions, des navires anciens dont la propriété vient de changer depuis moins de 24 mois et/ou dont les conditions d'armement viennent d'être renouvelées.

La Commission leur recommande enfin de n'affréter aucun navire sans avoir recueilli tous les éléments PSC disponibles, et tous les éléments d'archives le

concernant. Les courtiers d'affrètement les plus qualifiés sont d'ailleurs en mesure de leur fournir ces informations au cas où elles ne les détiendraient pas.

En outre, il serait prudent de leur part de ne pas affréter de navire dont les armateurs ne leur garantiraient pas, à tout moment et sans délais, l'accès à la totalité des documents de classification et de certification ISM du navire comme du siège d'exploitation.

Pour les groupes pétroliers français, la Commission estime qu'ils pourraient assurer à nouveau sous leur pavillon national, la propriété directe, l'armement et l'exploitation d'une part majoritaire de la flotte (bruts et produits) qu'ils utilisent et que ceci contribuerait sûrement à réduire les incertitudes sur la qualité des navires utilisés. Ceci vaut pour l'ensemble des autres groupes pétroliers.

6. Que les **RAFFINEURS & EXPORTATEURS D'HYDROCARBURES**, et d'une façon générale les chargeurs, prennent les dispositions nécessaires pour que la copie du plan de séquence de chargement soit toujours conservée par les établissements expéditeurs, à la disposition des autorités maritimes ayant à en connaître en cas d'accident au titre de la Résolution OMI n° A849(20) et de la Convention internationale sur le droit de la mer.

7. Que les **NAVIRES-CITERNES «PRE-MARPOL»** soient affectés d'une majoration significative de leur «*target factor*» (coefficient de ciblage pour visite PSC), et que d'une façon générale celui-ci ainsi que les résultats des 12 précédentes visites PSC soient communiqués, à titre indicatif, aux affréteurs et aux courtiers qui les demanderaient. Une telle communication devrait également être faite aux sociétés de classification qui s'engageraient à ne mettre aucun obstacle à la communication immédiate et complète de leurs dossiers de classification des navires et de certification ISM des navires comme des sièges aux enquêteurs

agissant dans le cadre de la résolution A840(20) de l'OMI et de la Convention internationale pour le droit de la Mer.

8. Que les **BANQUES DE DONNÉES** concernant la qualité des navires en cours de développement (EQUASYS) et qui sont accessibles, à titre indicatif, à l'ensemble des usagers de la mer, comprennent aussi toutes les indications nécessaires sur la situation patrimoniale, sur les assurances obligatoires, sur les gestionnaires nautiques et les opérateurs commerciaux du navire.

= \* =

*Clos à Paris, le 18 décembre 2000*

Georges TOURRET



Jean-Louis GUIBERT



## **AVIS & COMMENTAIRES**

Les avis et commentaires qui suivent reflètent l'opinion de leurs rédacteurs respectifs sur tel ou tel point du présent rapport ou visent à y apporter un complément d'information au delà de la vocation purement technique des travaux du *BEA*mer sur les circonstances et les causes des événements de mer.

Ils ont été annexées au présent rapport sur décision du directeur du *BEA*mer.



RINA comments to the *BEA/mer* Draft Report

"Rapport d'Enquête sur le Naufrage de l'*ERIKA* survenu au large de la Bretagne le 12 Décembre 1999"

Dated 31 October 2000

FOREWORD

RINA provides its comments to the *BEA/mer* Draft Report, dated 31 October 2000 and titled "Rapport d'Enquête sur le Naufrage de l'*ERIKA* survenu au large de la Bretagne le 12 Décembre 1999" (hereinafter the *Report*), with the request that they will be considered by *BEA/mer* as the RINA's contribution to their *Report*.

After the *ERIKA*, RINA has been criticised in the *BEA/mer* preliminary report in January 2000 for lack of transparency and for having failed to provide copy of the classification files, which *BEA/mer* requested a few days before publication of their report. RINA has, since, fulfilled all *BEA/mer* requests of documents and information, and would appreciate this to be duly recorded in the *Report*.

RINA has taken note that the *Report* is not intended for the judicial enquiries presently conducted.

This paper is divided into four chapters, relating respectively to:

- Chapter 1    general comments on which RINA basically shares *BEA/mer's* views;
- Chapter 2    matters which are specifically relevant to RINA's activities;
- Chapter 3    factors which, in RINA's view, have been omitted as well as under-evaluated in the *Report*;
- Chapter 4    miscellaneous remarks;

and a short conclusion.

## CHAPTER 1 – GENERAL COMMENTS

### 1.1 Safety chain

The *Report* lists a number of parties contributing to the safety of a ship. As correctly stated by *BEA/mer*, the classification societies are not the sole responsible party for ship's safety but are one of the links of the safety chain, with limited responsibility and obligations.

Classification societies have the role of verifying the ship's compliance with rules for the classification of ships and, when acting on behalf of the flag Administration, like RINA for the *ERIKA*, with international conventions and national regulations on the safety of life at sea and protection of the marine environment.

In order to fulfil their duties, classification societies enter into standard contracts with Owners covering the services rendered and related fees applicable for such services. The same type of contract has been stipulated for the *ERIKA*.

### 1.2 Ship maintenance

In the *Report*, it is underlined that Owners and operators are responsible for ensuring proper operation and maintenance of the ship, while classification societies have the duty to verify at periodical intervals that the ship complies with applicable rules and requirements.

Classification societies are not responsible for the maintenance of vessels, as clearly stated in all classification societies' rules. The class periodical surveys do not exempt the Owner and Ship Managers to carry out own inspections, preventive and corrective maintenance interventions necessary to guarantee that the ship is regularly operated, maintained and fit for voyages until the next survey.

It is to be noted that, outside their surveys, the classification societies have no access to information relevant to the daily operation and maintenance of the vessel and type of cargo transported.

Owners and ship managers have the duty to communicate to the class societies any damages, events or circumstances which may affect the ship classification, under the penalty of automatic suspension of class.

In several parts of the *Report*, it is mentioned that witness statements report a general lack of maintenance and poor conditions of the vessel with regard to corrosion. However, the *Report* does not identify the source of this information. During one-year and a half of RINA classification, the Ship Management Company never reported to RINA any problem concerning corrosion, damages, or other events relevant to class.

### 1.3 Vetting surveys

The *Report* states that the more aged, statistically less safe ships, chartered at the lowest rates, carry the most highly pollutant oil products. As a matter of facts, the oldest ships are often used for the carriage of heavy fuel oil products, but not necessarily at non-profitable freights.

These ships have to satisfy the requirements and vetting criteria established by charterers. The vetting surveys are not purely documentary review but imply an inspection of parts of the ship to allow charterers to select the ships with the highest rating. These inspections are carried out by experienced surveyors, who would not miss an evident general state of

decay and who would clearly detect corrosions in those parts which are normally specifically inspected (for example the main deck).

The *Report* mentions that the *ERIKA* passed several vetting surveys of various charterers. As a matter of fact, during the year and a half following the repairs in Bijela, the *ERIKA* has been chartered for 30 laden voyages from/to the Mediterranean Sea. This significant number of voyages demonstrates that the ship was fully complying with the vetting standard of various charterers, including TOTAL.

It is to be noted that classification societies are not entitled to access to the SIRE database nor to vetting reports.

The *Report* mentions the vetting of BP, in Augusta, 23.11.99 (page 27 «*Un état particulièrement inquiétant est noté pour la citerne de ballast n° 2 tribord avec des diminutions d'épaisseur de 26% ...*»). However, in the relevant vetting report (chapter 7, item 7.2), it is specified that no tanks were inspected and that the status of SBT 2 P and S is inferred from the thickness measurements carried out in 1998, available on board. The vetting inspector did not ascertain that the plates with thickness reduced under the allowable limits were renewed in Bijela. At any rate, the vetting report indicates that: "*There were found to be no outstanding conditions*".

#### 1.4 Port State Controls

The *Report* also mentions the reports by Port State Authorities, which inspected the *ERIKA*. After the RINA classification in August 1998, PSC officers inspected twice the ship, but they did not report any deficiency causing her detention nor any substantial problem of corrosion.

PSC's do not normally include ballast and cargo tank internal inspections; nevertheless, PSC officers evaluate the general ship maintenance condition and her compliance with rules. Furthermore, they can be informed of any problem detected by the crew onboard.

The only references to corrosion made by the PSC inspections were in the period before the ship entered into RINA Class, respectively in Rotterdam, 13.12.97 and Stavanger, 20.05.98. However:

- in Rotterdam the corrosion was referred to a "*crew's toilet: outside bulkhead holed by wasting*";
- in Stavanger a "*hull corrosion*" was reported, to be rectified within 14 days (particular/item/zone not indicated) and not followed by a detention of the ship. In BV records, no mention of this "*hull corrosion*" can be found.

#### 1.5 History of sister vessels

Another important aspect mentioned in the *Report* is the fact that the *ERIKA* sister vessels suffered serious damages, such as detachment of deck longitudinals from deck plating and concentrated grooving corrosion close to the fillet welds, about 10-15 years after their date of build. Unfortunately, this vital information became available to RINA only after the *ERIKA* casualty.

These damages may be an indication that the shipyard adopted a design somehow optimised with respect to the intended service of these vessels, although complying with current classification rules and regulations. In the '70s, shipyards developed innovative methods for ship construction, including the use of semi-automatic continuous welding. As noted by *BEA/mer*, the Shipyard apparently used continuous fillet weld for the connection of the stiffeners with plating, having a throat thickness of the order of 3 mm. Such size of

fillet welds complies with the rule minimum but could have become critical over the years, in presence of grooving corrosion.

During the years, these vessels changed owners, type of service and tank arrangements thus exposing the structures to additional stresses, which were not taken into account at the design stage. High stresses combined with localised corrosion may have caused the damages reported for the *ERIKA* sister vessels.

As said above, at the time of classification of the *ERIKA*, RINA had no information about the history of the *ERIKA* and her sister vessels and could not take advantage of these useful indications for carrying out its surveys. As the history gathered within IACS shows, these vessels seem prone to defects in localised areas of welded joints, which are not easy to be identified during surveys.

### 1.6 Accelerated corrosion

RINA agrees with *BEA/mer* that accelerated corrosion of the structures in the ballast tanks may have occurred after the Bijela Special Survey due, among others, to the cargo heated at high temperatures in the adjacent tanks. Such effect could have been particularly relevant in localised areas, such as along the fillet welds or in areas of high stress concentration.

In this respect, it is to be noted that the results of the Special Survey carried out in Bijela in 1998 did not give evidence of accelerated corrosion in the ballast tanks. However, it cannot be excluded that accelerated corrosion phenomenon developed in the period after this survey, also taking into account that the ballast tanks were not provided with an effective corrosion protection system (coating), not required by current rules and regulations to be fitted on board existing ships.

### 1.7 Scenario of the casualty

RINA shares *BEA/mer* reconstruction of the hull failure mechanism, i.e. that the hull failure has been due to a progressive collapse of structures rather than to a global hull failure. Such a progressive collapse mechanism can explain why the ship survived for more than 18 hours in heavy weather conditions. Such behaviour is not that of a ship being affected by a generalised weakness of hull structures.

While RINA agrees that the failure was caused by the progression of a local crack that weakened the transverse section in way of the SBT's 2, it is of the opinion that the initiation was in some areas of the side shell. So, the failure of the longitudinal bulkhead between COT 3 C and SBT 2 S would be a consequence and not the starting point of the progressive hull failure.

The hypothesis of the initial failure on the longitudinal bulkheads is not consistent with the crew statements. In fact the crew statements cannot be reconciled without taking into account water ingress into the SBT 2 S (obviously from the sea) before the internal cargo transfer.

On the contrary, a complete cargo transfer from COT 3 C to SBT 2 S would imply a difference of more than 3 m on the measured ullages, which can hardly be ascribed to measurement errors or ship motions.

## CHAPTER 2 – COMMENTS RELEVANT TO RINA ACTIVITY

### 2.1 Condition Survey

The Condition Survey carried out by RINA surveyor in Aliaga (Turkey), in February 1998 (page 19) was not intended and could not be a thorough and complete inspection, due to time and other restrictions (e.g. the vessel was carrying out commercial operations).

### 2.2 Thickness measurements

Thickness measurements were taken in 1993 and 1997, when the ship was classed by BV, and in 1998, during the last Special Survey. The comparison between the measurements taken in 1993 and 1998 shows a reasonable trend taking into account the usual thickness reductions in the five-year period. Measurements taken in 1997 are limited in number and somewhere give higher thickness values with respect to those taken in 1993.

The last thickness measurements were taken one and half year before the casualty, during the Special Survey in Bijela, by a firm approved by RINA and other classification societies. The number of points (about 7,000) and ultrasonic thickness measurement methodology followed by this firm were in accordance with the Enhanced Survey Programme (ESP) requirements, given in IACS Unified Requirements Z.10.1 and relevant IMO Resolution A.744(18).

### 2.3 Special Survey

When the Ship Managers asked RINA to class the ship, in June 1998, in accordance with the IACS Transfer of Class Procedure (TOCA), RINA Head Office received from the losing society (BV) the status of surveys. This status showed that the ship had no pending recommendations nor any indication of suspect areas relevant to hull structures. The only recommendation regarded a propeller blade. Such a prescription was properly rectified during the Special Survey in Bijela.

Then, the RINA Head Office performed the design assessment and sent the relevant instructions to the Ravenna Branch Office in charge of the First Classification Survey, to be carried out in accordance with Special Survey criteria. The instructions were attached and drew attention to the above-mentioned Condition Survey report.

The RINA surveyor, in conformity with the rules, among others, checked the thickness measurements, carried out close-up surveys, recommended renewals and inspected the repair works. The surveyor, on the basis of these activities, indicated the repairs required for the ship classification. As correctly stated in the *Report*, it was the Ship Manager's superintendent who placed the order for the repair works. This corresponds to the current practice and correct relationship between the Ship Management Company and the Shipyard. The content of the Shipyard invoice is not a matter of classification society's concern (page 60).

As stated by the RINA surveyor to various enquiring bodies, the deck plating renewed in way of SBT 2 was 14mm instead 16mm (page 60). The attending RINA surveyor stated that he accepted this plating in consideration of the fact that it was within the allowed thickness reduction limits and it was coherent with the thickness of adjacent deck plates that remained in place.

In current IACS standards, there is no requirement concerning the need to carry out non-destructive testing of selected welds (page 61) during ship repairs. Decision on the non-

destructive tests to be carried out on the repair works is left to the discretion of the attending surveyor.

The RINA attending surveyor produced his survey report with attached thickness measurement report and provided them to the RINA Head Office, which requested additional information and carried out the relevant checks and structural assessment, according to standard practice. The five-year class certificate was issued after completion of these checks and a favourable opinion to class the ship.

## 2.4 Annual Survey

According to the statutory requirements and relevant rules, the ship was subject to an Annual Survey, which was due in August 1999 with a three-month time window allowance (i.e. to end November 1999).

The Annual Survey started in Genoa on 16-17.08.99 but Port Authority restrictions did not allow the surveyor to have access to the segregated ballast tanks during commercial operations. For this reason, the annual survey was completed in Augusta on 22-24.11.99, including an inspection of the segregated ballast tanks. The term "complementary survey" (page 20) is therefore not appropriate, as it may confuse the completion of the Annual Survey in Augusta with an unscheduled survey.

The survey in Genoa included the Safety Equipment Survey, which was fulfilled without remarks. The Maltese Administration was provided with a copy of relevant documentation as soon as requested, a few days after the casualty.

As stated to the Court Experts appointed by the "Tribunal de Commerce" of Dunkirk, the RINA Surveyor in Augusta ascertained that only one deck longitudinal in way of the access ladder in SBT 2 S showed corrosion. The others appeared to be simply rusty. Because of the presence of rust, he considered not to exclude that these longitudinals could be subject to deterioration, possibly becoming "suspect area" in the future.

Therefore, conservatively, thickness measurements to be carried out during the repair works of the forepeak were recommended, in accordance with current ESP requirements and procedures normally followed during an Annual Survey.

## CHAPTER 3 – FACTORS OMITTED OR UNDEREVALUATED

### 3.1 Loading

- 3.1.1 The loading of the vessel in Dunkirk was unusual (page 65). The fact that about 3,000 t of ballast water were loaded at the departure from Dunkirk in SBT 4 port and starboard, in order to put the vessel even keel, is in contradiction with good practice.
- 3.1.2 The aspect of the cargo temperature is marginally mentioned in the *Report* (pages 56 and 63).

The matter is handled in the ISGOT (International Safety Guide for Oil Tankers & Terminals) Manual. In respect of cargo temperature, paragraph 7.6.14 of the said manual clearly states:

*"Loading heated products*

*Unless the ship is specially designed for carrying very hot cargoes (e.g. bitumen carrier), cargo heated to high temperature can damage tanker's structure, protective coating and equipment such as valves, pumps and gaskets.*

*Some classification societies have rules regarding the maximum temperature at which cargo may be loaded and masters should consult their owners whenever the cargo to be loaded has a temperature in excess of 60°C.*

*The following precautions may help to alleviate the effects of loading a hot cargo:*

- spread the cargo throughout the ship as evenly as possible in order to dissipate excess heating and avoid local heat stress,*
- adjusting the loading rate in an attempt to achieve a more reasonable temperature, ..."*

The temperature of the cargo loaded at Dunkirk, as well as temperatures of cargoes previously loaded on the *ERIKA*, were well over the limit defined in ISGOTT Manual. According to the ascertainment carried out at the loading port by Messrs Caleb Brett France and IMC (International Marine Consultant) the average cargo temperature, measured on board the vessel was 66.1°C. This temperature was measured on completion of the loading operation. At this time cargo temperature was already lower than at the beginning of loading. The temperature of the cargo, when put into the vessel's tanks, was therefore well above the limit of 60°C.

The thermal effect may have been a contributory factor to the casualty, increasing the hull stresses in way of SBT's.

For sake of clarity, the RINA Rules requirements (Section B - Part II - paragraph 5.4.5) mentioned at page 65 of *Report* are intended to new buildings and not operational provisions.

### 3.2 Emergency response

- 3.2.1 The *ERIKA* changed its course towards Donges (page 51) only after a contact with the Total office in Paris. It may be questioned whether the choice of Donges, which in any case was too late, was based on assessment of the ship's structural conditions or on other reasons of convenience.

From the structural point of view the choice of Donges as port of refuge was wrong. The wave direction encountered in this course increased the dynamic impact pressures of the waves on the hull and consequent stresses, and therefore the crack propagation on the already possibly damaged starboard side. On the contrary, the route to Brest would have exposed the port side to the impact of the waves thus reducing the stresses on the starboard side.

Furthermore Donges was not the nearest port of refuge for the *ERIKA*. The same fact has been evidenced by Capt. G. Figuière (see extract from his report to the French Senate, quoted thereafter).

Finally RINA cannot agree with *BEA/mer* conclusion (page 116) stating that the courses and speeds were not a contributory factor in the casualty. As a matter of fact, changing immediately heading to put the vessel on a following sea at appropriate speed would have reduced significantly the ship motions, then:

- facilitated the appreciation of the situation by the crew;
- reduced considerably the height and frequency of green seas on the deck in the fore part of the vessel;
- reduced the impact of the waves of water on the starboard side plates;
- facilitated the reaching of a port refuge or sheltered waters.

3.2.2 Several remarks about the emergency response are contained in the *Report* (page 124/129) but they are not considered as having contributed to the loss. RINA contends that the following contributory factors, attributable to failed global response to the emergency, have been underestimated in the *Report*:

- during the part of the voyage preceding the first list, the ship was pushed full ahead in quartering seas in severe weather; this caused undue hull stresses;
- on developing the starboard list, the situation was not appraised, and crew concentrated on counterbalancing the list without properly investigating its origin.
- the situation of the ship and consequent risks were misjudged;
- the distress message was wrongly downgraded into a safety message and finally cancelled;
- ship/shore active communication failed; vital information regarding the ship's conditions was neither provided by the ship nor solicited by the shore, resulting in the failure by all parties concerned to appreciate the imminent risk of loss and consequent urgent need for shore assistance (e.g. salvage tugs and/or other ships, including the presence and assistance of experienced personnel able to appraise the situation);
- the SOPE Plan was not implemented.

It is for the above reasons, in RINA's views, that the accident developed into a serious casualty.

With respect to the above points, RINA would like to recall the opinion of Capt. Georges Figuière (appointed by the French Senate Commission):

*"La découverte de fissures et de plis de la tôle du pont, précisément sur tribord avant de la tranche n°2, indiquait et confirmait que la structure avait cédé au niveau de la tranche n°2. Le fait d'avoir partiellement corrigé la gîte ne changeait rien au problème, et n'a fait, je le crains, que créer un faux climat de sécurité... Je ne comprends pas qu'après la découverte de trois fractures de la tôle du pont, signes certains de désordres graves de la structure, le commandant ait pu penser un seul instant que le fait d'avoir réduit la gîte suffirait à stabiliser fractures et plis. Ce, d'autant mieux que les fractures et les plis de la tôle de pont étaient situées dans la zone devenue critique à la suite de la défaillance de la cloison longitudinale commune aux citernes 3 centrale et 2 tribord. La seule décision raisonnable à prendre était de mettre en fuite en faisant route sur Brest, distante de 150 nautiques environ, pour y chercher refuge (Donges était à 200 nautiques), et ce faisant soulager la fatigue du navire en prenant la mer par deux quarts de*

*l'arrière bâbord. Il me semble qu'à cette allure le navire aurait pu filer 8 à 9 nœuds, voire 10 nœuds en diminuant considérablement sa fatigue et en mettant son tribord sous vent à l'abri des assauts de la mer. Dans cette hypothèse le navire aurait pu rejoindre Brest le 12 Décembre 1999 vers 04H00 à 10 nœuds et vers 09H00 à 8 nœuds".*

- 3.2.3 The opinion of BEA/mer concerning the difficulties in saving/towing the ERIKA (page 147) can only be shared if referred to the very last moment of the casualty but salvage of the vessel could be attempted, as soon as the first list to starboard was noted.

Capt. M. Labescat (Les Abeilles) made the following statement at the French Senate Commission:

*"Il est toujours impossible de réécrire l'histoire mais, pour avoir réfléchi à cet événement, sachant qu'il s'est environ écoulé seize heures entre le moment où le capitaine de l'ERIKA a constaté une anomalie dans le comportement de son navire et celui où il a observé les premières déformations de son pont, j'ai tendance à penser que si l'Abeille Flandre avait été missionnée - nous allons mettre beaucoup de si - dès le samedi après-midi au lieu de l'être le dimanche matin, quand il n'y avait plus rien à faire pour éviter la catastrophe puisque le bateau s'est cassé avant qu'elle n'intervienne, les choses auraient été différentes. Ces seize heures durant lesquelles le navire a poursuivi sa route en prenant la mer du trois-quarts arrière, à une vitesse quand même relativement élevée, ont compté. Si ce bateau avait été pris en remorque le samedi vers dix-huit heures, heure à laquelle l'Abeille Flandre se serait probablement trouvée sur les lieux, si le premier message de détresse n'avait pas été interrompu, nous l'aurions "travaillé" autrement que ne l'a fait son Capitaine. L'Abeille Flandre lui aurait fait faire, en quelque sorte, le bouchon ... je n'exclus pas la possibilité d'avoir fait en sorte que le bateau ne se casse pas, car là est bien l'essentiel ..."*

It seems evident that, whenever the ship and/or shore had properly informed the French Authority and/or asked for a prompt salvage action, the ERIKA accident would have had a positive conclusion. As reported to various enquiry bodies, it is true that some contacts took place between Managers and RINA during the afternoon of Saturday 11 December 1999. During these contacts, the Ship Managers just informed RINA, as classification society, that the ship had suffered a problem (listing) and the situation was under control by the crew. In spite of the above, had the Ship Managers promptly asked RINA for advice, RINA would have made all possible efforts in order to give the maximum possible support.

## **CHAPTER 4 – MISCELLANEOUS REMARKS**

- 4.1 Page 69 – Ch. 6 – para 6.1.4.b – *«Par ailleurs, les calculs montrent que les efforts dans la poutre navire seraient demeurés pratiquement les mêmes, et si l'on mettait le flanc tribord plus à l'abri, on exposait bâbord, ce qui ne valait guère mieux.»*

The hydrodynamic loads on beam seas are always lower than those on head or following seas. If the roll amplitude on a beam sea is larger than the pitch amplitude on head sea it is only because the rolling motion is badly damped.

- Further on a beam sea coming from port, the starboard side plates are possibly better protected.
- 4.2 Page 70 – Ch. 6 – para 6.1.4.b – «... à une aggravation de la mer du fait de la remontée des fonds (passage de la ligne de sonde des 200 mètres vers 02H30)»
- The influence of the depth of the sea - with a depth  $h = 200$  m and a wave length  $L = 190$  m (corresponding to a period of 11 s) - is negligible. It is necessary that the significant parameter ( $\tanh 2\pi h/L$ ) be largely below 1 in order to having an influence on the depth. Here this parameter is equal to 1.
- 4.3 Page 75 – Ch. 6 – para 6.1.5.b – «Mais cette entrée d'eau, qui doit être d'environ 1360 t pour, en s'ajoutant aux 650 t de fioul, provoquer une gîte de 7.5 degrés, ne peut se faire "progressivement".»
- In the hypothesis of a progressive ingress of water and transfer of cargo through the longitudinal bulkhead between COT 3 C and SBT 2 S, the ship would have been progressively listing to starboard. Such a list would have been noticeable before reaching 7.5 degrees.
- 4.4 Page 76 – Ch. 6 – para 6.1.5.b – «Le calcul très théorique ... tendrait à montrer qu'il faudrait environ trois heures pour permettre l'entrée de 1360 t d'eau à raison d'une "couche" de 0.10m d'eau en permanence sur le pont, du moins au dessus des criques.»
- Some hypotheses of the theoretical calculation of water ingress in SBT 2 S need to be verified, because the water was not permanently on deck but water was crossing the deck at the frequency and relative height of the waves against the starboard side. According to seakeeping calculations, about 24 hours are needed to have 1000 t of water ingress, although assuming that the cracks were already present on deck with the dimensions observed, as stated by the Chief Officer, from the passage of Ouessant in the Bay of Biscay.
- 4.5 Page 76 – Ch. 6 – para 6.1.5.c – «... c'est plus sûrement la rupture de la cloison longitudinale ... et son aggravation, qui s'est transmise à la coque par la déstructuration progressive de l'architecture du n°2 tribord.»
- If this scenario is true, large quantities of cargo should have been leaking into the sea well before the second distress message sent by the Master, perhaps already in the afternoon of Saturday, 11 December 1999. No such like leakage was ever mentioned at the time by the Master.
- 4.6 Page 79 – Ch. 6 – para 6.1.9 – « ... la mise à la mer d'une autre capacité et notamment de la citerne n° 3 centrale par effondrement de la cloison longitudinale, sans parler aussi de la mise en communication également avec la mer de la citerne n° 3 tribord, provoquait un dépassement de plus de 65% du moment fléchissant admissible dans la section milieu.»
- According to trim and stability calculations, in the above-mentioned condition (i.e. SBT 2 S and COT 3 C open to sea, SBT 2 P partially filled according to the situation after the equalisation), the resulting maximum bending moment at frame 62 is 70% of the maximum allowable bending moment and at frame 74 about 40% of the allowable one.
- 4.7 Page 92 – Ch. 6 – para 6.2.2 b) - « ... Ceux du bordé de fond présentent des réductions d'épaisseur de 15 à 25% pouvant aller localement jusqu'à 30% ... »
- According to our knowledge the thickness measurements on the "rondelles" taken from the bottom plating give an average value of 16.36mm (i.e. a reduction of

about 10% taking into account that the original thickness of the bottom varies from 18 to 18.5mm).

- 4.8 *Page 93 – Ch. 6 – para 6.2.3 a) - « ... et que l'acier à haute résistance soit utilisé dans la construction. »*

Steel used for the *ERIKA* was not high tensile steel, but mild steel.

- 4.9 *Page 100 – Ch. 6 – para 6.3.1 d) - « ... Dans le cas n° 6, qui combine la libre communication avec la mer ... »*

It is not clear whether the so called "le cas n° 6" is derived directly from case n° 5 just putting SBT 2 S in connection with the sea. There is no indication in the *Report* of the weight distribution relevant to this case.

- 4.10 *Page 104 to 112 – Ch. 6 – para 6.3.2 - « Calcul direct de la structure de la tranche 2 ».*

On the basis of the results reported in the *Report*, RINA notes that the stresses are generally within the limits prescribed by RINA rules, excluding some elements belonging to the areas reported hereinafter, where stresses are locally even higher than the yield stress:

- a) ends of the side shell stiffeners;
- b) stiffeners in the lower part of the longitudinal bulkhead;
- c) shell plating of the main frames and transverse bulkheads;
- d) stiffeners of the main frames and transverse bulkheads;
- e) horizontal girders of the transverse bulkheads.

The local high stress values referred to at points a) to d) are deemed to be a consequence of numerical errors due to:

- elements close to the nodes on which boundary conditions are imposed,
- mesh modelling (high aspect ratio of elements) and omission of structural details (for example brackets).

Thus, these values have to be neglected.

- 4.11 *Page 114 – Ch. 6 – para 6.3.3 - « ... Les valeurs des moments sont inférieures aux valeurs réglementaires. »*

At page 114 there are two tables. From their comparison it seems that the above statement is not correct. For example the admissible moment "CM – arc", upper table, is  $1.3119 \cdot 10^6$  kNm, lower than the calculated moment, lower table, "CM – arc,  $v = 0$  knot is  $1.4 \cdot 10^6$  kNm.

- 4.12 *Page 135 – Ch. 7 – para 7.5 - « ... que ce dernier n'aurait pas été présent en permanence pendant toute la durée des travaux. »*

A classification society surveyor is not expected to stay in the shipyard / ship for all the duration of the survey. Even if the repairs are carried out on a 24 hours shift (day and night) he has to attend the most significant phases of the repair works, according to his experience and when requested by the shipyard.

## **CONCLUSIONS**

RINA expresses its appreciation for the contribution given by *BEA/mer* to the reconstruction of this event and for offering to the shipping community a number of recommendations, which will deserve proper attention.

RINA believes that other factors, not fully considered by *BEA/mer*, should be taken into account for the purpose of a thorough and faithful reconstruction of this unfortunate casualty.

RINA fully supports the present discussions at the IMO and in EU about the adoption of new requirements aimed at enhancing the safety and controls on this kind of transport, and it is actively contributing to the development of new IACS unified requirements concerning the ship classification and surveys.

RINA fully supports the initiative and contributes to developing the EQUASIS database, and it avocates greater transparency, in the future, in the exchange of information concerning the ship history among classification societies and all other interested parties, e.g. owners, charterers, insurers, Flag States and Port States.

\* \* \*

MENARD - GUIMBERT & ASSOCIES

*Société d'Avocats*

YVES MENARD

Ancien bâtonnier de l'Ordre  
Certificats de spécialité en Droit Economique  
et Droit Social

MICHEL GUIMBERT

Certificats de spécialité en Droit Commercial  
Droit des Sociétés et Droit des relations internationales

ISABELLE CANEVET-GUIMBERT

D.E.A. Droit des Contrats

CHRISTOPHE DOUCET

D.E.A. Droit Public mention Droit Constitutionnel

D.E.S.S. Droit Agro-Alimentaire

ISABELLE JARRY-PRIOU

D.E.A. Droit Maritime

CHRISTINE JULIENNE

D.E.A. Droit Privé de l'Economie

JEAN-MICHEL MORINIÈRE

Docteur en Droit

CATHERINE PENEALU

Magistère Droit des Affaires

AVOCATS AU BARREAU

TELEPHONE : 02 40 73 15 78

TELEX : NANTLAW 700583 F

TELECOPIEUR : 02 40 89 10 85

E-mail : NANTESLAW@WANADOO.FR

Web : <http://perso.wanadoo.fr/nanteslew/MGA.html>

29, rue Lamoricière

44100 NANTES

*M. l'Administrateur Général*

*Georges TOURRET*

*Directeur du Bureau Enquête Accident Mer*

*Ministère des Transports*

*92055 PARIS LA DEFENSE CEDEX*

*Nantes, le 24 novembre 2000*

*RE : ERIKA*

*MATHUR Karun / MP*

*Monsieur l'Administrateur Général,*

*Je vous remercie d'avoir bien voulu me communiquer  
votre projet de rapport final d'enquête relatif à la perte du pétrolier « ERIKA ».*

*J'en ai communiqué les conclusions par téléphone au  
Cdt MATHUR.*

*J'envisage de rencontrer le Cdt MATHUR en  
décembre et de procéder avec lui à un nouvel examen complet de tous les éléments du  
dossier.*

*Ce rapport n'appelle pas de ma part d'observation  
critique et il est à souligner que ce rapport met objectivement en évidence l'état réel  
du navire seul susceptible d'expliquer l'événement de mer.*

*Compte tenu de l'état avéré du navire, ni le Cdt  
MATHUR, ni l'équipage, ni les autorités de l'Etat riverain n'auraient pu mettre en  
œuvre des procédures ou d'effectuer des diligences permettant d'éviter la perte du  
navire ou d'en retarder l'échéance.*

*Il apparaît des études communiquées que l'état du navire a généré une rupture brutale de la structure et que rien ne pouvait plus être tenté pour prévenir à ce stade de rupture de la structure les conséquences de l'événement.*

*A l'évidence, le navire était innavigable au sens juridique du terme.*

*La seule prévention envisageable se situe en amont par le respect des procédures de contrôle de la conformité du navire aux règlements internationaux et nationaux applicables.*

*Veillez agréer, Monsieur l'Administrateur Général, l'expression de ma considération distinguée.*



Michel QUIMBERT

## BOULOY GRELLET & GODIN

RE BOULOY

*à Honorable*

PIPE GODIN

GRELLET

RE-MARIE ROSSIGNOL

ES DAMOUR

DAN HUYNH-OLIVIERI

OLAS MULLER

ILE BUQUEN

*ocats à la Cour*

69, RUE DE RICHELIEU

75002 PARIS

TEL : (33) 1 44 55 38 83

FAX : (33) 1 42 60 30 10

E-mail : [bg.g@infonie.fr](mailto:bg.g@infonie.fr)

Monsieur TOURRET  
BEA MER  
La Grande Arche  
92055 PARIS LA DEFENSE Cédex 04

Paris, le 14 décembre 2000

**PAR FAX : 01 40 81 38 42**

V/réf. : BEA/IGSAM/METL – n° 00065

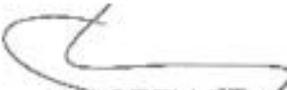
N/réf. : LG/IM – 01 2 01 001

**Aff. : « Erika »**

Cher Monsieur,

Suite à notre conversation téléphonique, je vous prie de trouver sous ce pli les commentaires de PANSHIP sur le projet de rapport final du BEA MER.

Votre bien dévoué,

  
Luc GRELLET

PJ

## NOTE DE PANSHIP A L'INTENTION DU BEA MER

Par lettre du 31 octobre 2000, Monsieur B. LION, Secrétaire Générale du BEA Mer a transmis à PANSHIP pour observations éventuelles, conformément à l'article 5 du Décret du 20 janvier 1981, le projet du rapport final du BEA MER concernant le naufrage de l'« Erika » survenu le 12 décembre 1999.

Le décret de 1981 qui fixe le cadre juridique dans lequel s'est inscrite votre enquête prévoit à l'article 1 :

*« une enquête technique et administrative peut être menée (...) à la suite de tout accident (...) en vue d'en rechercher les causes et de tirer les enseignements qu'il comporte pour la sécurité maritime. »*

L'article 2 du code régissant les enquêtes sur les accidents et incidents maritimes annexé à la résolution A.849 (20) de l'OMI du 27 novembre 1997 dans le cadre duquel se sont aussi inscrits vos travaux, prévoient que les investigations conduites par les États après un accident maritime ont pour objet de

*« prévenir la répétition d'accidents similaires à l'avenir. »*

Votre enquête a donc pour but, en vertu de ces textes, de tirer les enseignements d'un événement au niveau de la sécurité afin qu'il ne se reproduise pas.

Le BEA Mer le reconnaît dans son rapport page 8 :

*« Conformément aux dispositions des résolutions OMI n°A.849 (20) du 27/11/97 et A.884 (21) du 25/11/99 et du décret du 20/01/81 sur les commissions d'enquêtes après événements de mer, l'étude de ce naufrage n'a pas été conduite de façon à établir ou attribuer des fautes à caractère pénal ou encore à évaluer des responsabilités individuelles ou collectives à caractère civil.*

*Son seul objectif est de tirer de cet événement des enseignements susceptibles de prévenir de futurs sinistres du même type. En conséquence l'utilisation de ce texte à d'autres fins que la prévention pourrait conduire à des interprétations erronées. »*

La démarche intellectuelle et la finalité de ce rapport n'est donc pas judiciaire.

PANSHIP ne comprend pas pourquoi dans cet état, alors que l'article 2 du décret précité de 1981 précise aussi qu'aucun membre de la commission ne doit être

*« susceptible de participer d'une façon quelconque à la procédure pénale ».*

les quatre document suivants :

- la note d'étape du BEA Mer du 20 avril 2000,
- le compte-rendu d'analyses, examens et essais du Laboratoire Central des Ponts & Chaussées (LCPC),
- le rapport de l'I.R.C.N., et
- le projet de rapport final du BEA Mer,

se trouvent dans le dossier de Madame de TALANCE qui a été chargée de l'instruction pénale dans cette affaire.

Le fait que le projet de rapport du BEA Mer soit dans le dossier pénal sans les observations des « *entreprises concernées* » alors que celles-ci sont expressément requises par les dispositions du décret de 1981 et qu'il ait aussi été transmis au LLOYD'S List qui en a fait un compte rendu le 23 novembre montre que le BEA Mer n'a pas l'intention de tenir compte des avis éventuels de ces entreprises dans son rapport final, ce que PANSHIP déplore. Mais cette situation oblige PANSHIP à considérer le rapport du BEA Mer dans une perspective judiciaire alors, encore une fois, que son objet n'est pas judiciaire et modifie par voie de conséquence la teneur des observations qu'il appelle.

Cela contraint également PANSHIP à adresser ses observations à Madame de TALANCE d'abord et ultérieurement aux experts judiciaires désignés par le Tribunal de Commerce de DUNKERQUE car elle ne doute pas que ce rapport leur sera soumis.

Ravennes, le 14 décembre 2000

Brest, le 01 décembre 2000

REPUBLIQUE FRANCAISE

PREFECTURE MARITIME  
DE L'ATLANTIQUE

Division " action de l'Etat en mer "

N° 682 PREMAR ATLANT/AEM/NP  
NMR SITRAC : 675

Le vice-amiral Jacques Gheerbrant  
Préfet maritime de l'Atlantique

à

Monsieur l'administrateur général des affaires maritimes  
Direction du Bureau Enquête Accident/Mer

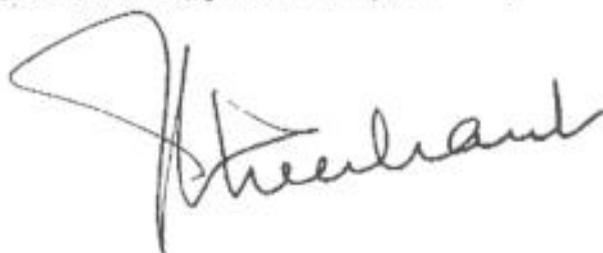
OBJET : Projet de rapport d'enquête concernant le naufrage de l'« Erika ».

P. JOINTE : Une annexe.

J'ai pris connaissance avec grand intérêt du projet de rapport concernant la perte de l'« Erika ».

Je note que la cause du naufrage y est clairement identifiée comme étant liée aux défaillances structurelles importantes que le navire connaissait avant les 11 et 12 décembre 1999. Il apparaît en conséquence que l'action des services de l'Etat, et notamment celle de la préfecture maritime de l'Atlantique, ne peut en aucune manière être considérée comme étant la cause de la fin malheureuse de ce navire. J'observe, à cet égard, que le choix la route vers Donges y est décrit comme une solution plus convenable que celui d'une route vers Brest.

Concernant l'action menée par la préfecture maritime, je tiens à rappeler les points figurant en annexe.



---

DESTINATAIRE : BEA/Mer.

COPIES INTERIEURES : AEM (ADJ - C.DIV. - Chrono) - Archives (2).

## ANNEXE

### 1. Analyse de situation effectuée par le COM en liaison avec le CROSS

- A partir de 20h30, l'officier de permanence AEM, les chefs de division OPS et AEM sont rappelés par l'OSEM pour traiter le « MARJA K ». Apprenant que l'« Erika » est également en difficulté, ils établissent l'ordre de priorité dans le temps et traitent les deux opérations.
- A partir d'éléments d'informations téléphoniques fortuits ne venant pas initialement du navire lui-même puis validés partiellement par celui-ci (telex inmarsat C), une première analyse de situation est effectuée qui permet de **valider le choix effectué par le navire (Donges)** comme étant le **meilleur compromis nautique et technique** pour traiter les difficultés qu'il signale.

**Nautiquement** : à 21h15, et encore davantage à 23h30, le choix d'un transit vers Brest n'est pas une bonne solution, compte tenu des prévisions reçues de Météo France : vent tournant à l'ouest puis au nord-ouest 8 à 10 avec des creux de 5 à 6 mètres et une houle d'ouest.

**Techniquement** : seul l'accueil dans un port pétrolier permet de traiter le navire.

**D'autres éléments concernant le navire sont également pris en compte pour la prise de décision : ils sont le fait soit d'information téléphoniques soit de banques de données (fichiers Loyds et SIRENAC).**

- **Target factor 12** : excellent.
- **Affréteur TOTAL** : information donnée téléphoniquement par le CEDRE et la capitainerie de Saint Nazaire.
- **Chargement à Dunkerque**, port français.
- **En route à 9 nœuds**, et cela y compris jusque dans son message de 04h00 du matin, soit 02h00 avant le 2<sup>ème</sup> mayday. Compte tenu de la météo, ce signe de bonne santé traduit l'absence apparente de problème de navigabilité du navire.
- **Ne demande pas assistance et situation sous contrôle** : ces mentions sont systématiquement portées sur les telex inmarsat du navire qui est encore à 80 nautiques des côtes françaises. Rappelons que le mayday du 12 au matin a été lancé, alors que le navire était encore à 80 Kms des côtes françaises.
- **Heure d'arrivée à Donges annoncée à 18h00 puis 14h30** : cette heure d'arrivée, compte tenu des horaires des marées dans l'estuaire de la Loire, laissait toute la journée du 12 pour organiser l'entrée du navire à Donges dans de bonnes conditions, en suscitant une éventuelle décision du directeur des ports (METL), comme cela s'était d'ailleurs produit peu de temps avant (« JUNIOR M »).

**Aucun de ces éléments ne permettait de conclure à 23h30 que le navire présentait un danger grave et imminent pour les côtes françaises.**

.../...

## 2. Mesures prises par le COM

- **Surveillance durant la nuit** : point de situation et position aux relèves de quart (ainsi que pour le « MARIA K » qui avait parallèlement fait l'objet d'une mise en demeure et de l'accompagnement par un remorqueur portuaire réquisitionné).
- **Organisation d'un survol par avion de patrouille maritime dès l'aube**. Aucune évaluation sérieuse par moyen aérien disponible ne pouvait être effectuée de nuit. Le FLIR peut détecter de nuit des nappes d'hydrocarbures, si la météo le permet. En aucun cas, il ne peut détecter des fissures de pont (colmatées) ou d'éventuelles fuites de produit à la mer. La preuve de cette non détection est apportée par le film FLIR tourné de jour au moment où l'« Erika » se casse en deux : aucune fuite n'est détectée sur la coque quelques instants avant la cassure, alors que l'on sait maintenant par le récit du capitaine qu'elles existaient.
- **L'envoi d'une équipe d'évaluation** à 80 nautiques de nos côtes à un navire indiquant qu'il a la situation sous contrôle et ne demandant pas assistance était **prématuré**. Il se serait fait **dès l'aube** en fonction des résultats de l'évaluation aérienne.
- **La mise en demeure** n'avait pas d'intérêt immédiat à 23h30, compte tenu du fait que la mesure prise par le capitaine et l'armateur paraissait à cet instant la bonne solution nautique et technique. Elle aurait été établie, en tant que de besoin, **le lendemain** aux approches des côtes.
- **Le remorquage par l'« ABEILLE »** : on ne remorque pas un navire qui ne demande pas assistance et qui avance à 9 nœuds. L'« Erika » serait arrivé pratiquement en même temps que l'« ABEILLE » à Donges... De plus, l'utilisation de ce moyen obligeait à dégarnir sans nécessité le dispositif d'Ouessant, zone la plus sensible du littoral Atlantique comme le montrent toutes les statistiques depuis 20 ans.
- **L'accueil à Donges est déjà initialisé** : un agent est désigné. L'affréteur est connu et fiable. Le CEDRE est prévenu. Il reste éventuellement, en fonction des résultats de l'évaluation aérienne, à imposer l'accueil de ce navire au port réticent, ou bien à imaginer une autre solution compatible avec l'état réel du navire.

**Bien évidemment cette analyse de situation pouvait être revue à tout moment, en cours de nuit, si des éléments nouveaux étaient parvenus du navire.**

**DÉCISION**

**n°765 BEA / IGSAM /**

**METL**

**DU 13/12/99**



Ministère  
de l'équipement,  
des transports,  
& du logement

Inspection générale  
des services des  
affaires maritimes

Bureau des  
enquêtes  
techniques &  
administratives  
après accidents  
et autres  
événements de mer  
(BEA mer)

Le directeur

Liberté Égalité Fraternité



Paris, le 13 DEC. 1999

N/Réf.: BEA / IGSAM / METL

000765

## DECISION

**Le directeur du Bureau des enquêtes après accidents et autres événements de mer ;**

Vu le décret n°81.63 du 20 janvier 1981 relatif aux enquêtes techniques et administratives sur les accidents et incidents de navires ;

Vu l'arrêté ministériel du 16 décembre 1997 portant création du Bureau des enquêtes techniques et administratives après accidents et autres événements de mer (BEA-mer) ainsi que d'une Commission permanente d'enquête (CPEM), et déléguant au directeur du BEA-mer la nomination des membres de la CPEM ;

Vu la décision ministérielle du 17 décembre 1997 portant nomination du directeur du Bureau des enquêtes techniques et administratives après accidents et autres événements de mer ;

Vu la décision BEA/mer n°665 du 2 novembre 1999 relative à la composition de la CPEM ;

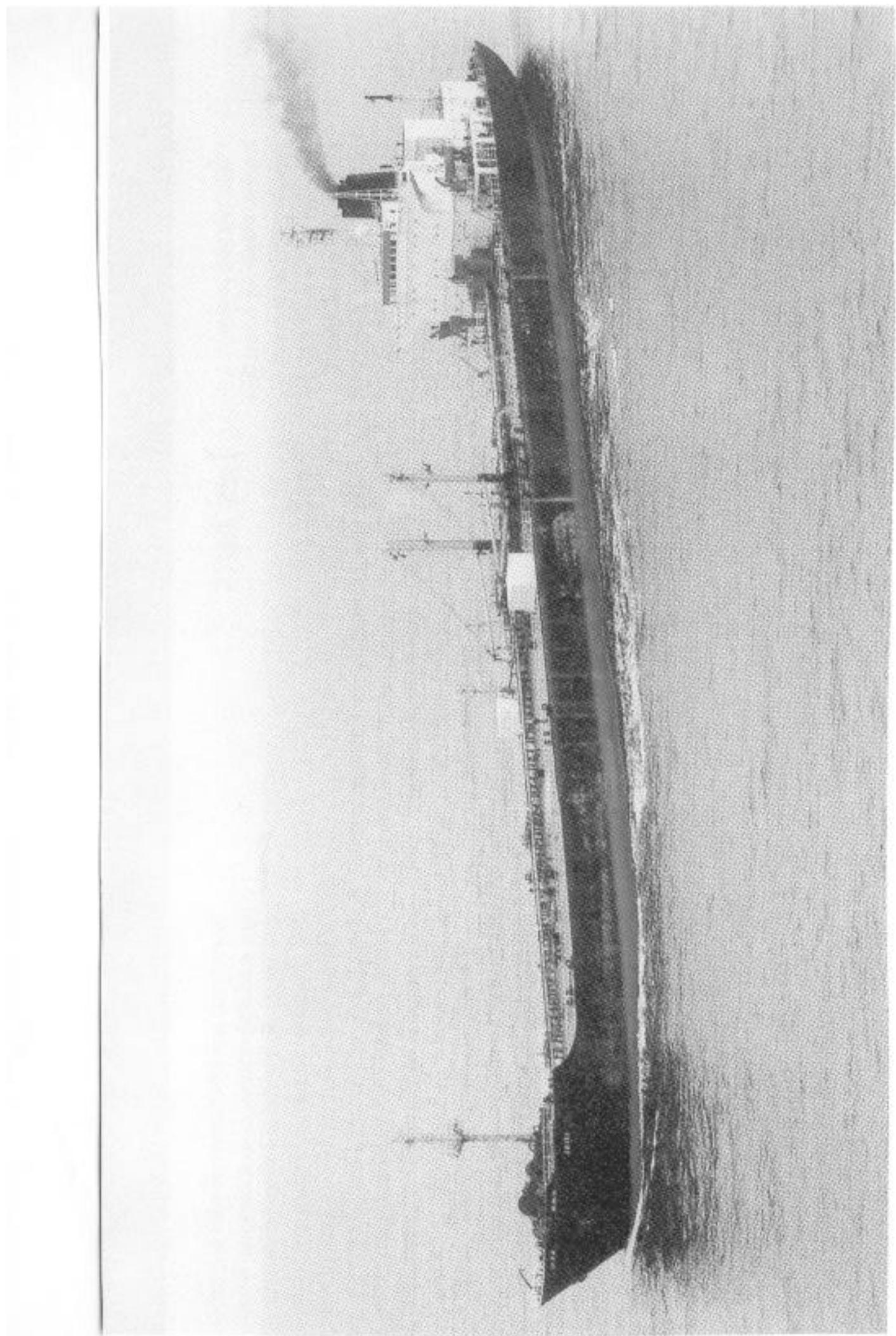
Vu le message du 11 décembre 1999 établi par le CROSS d'Etel ;

## DECIDE

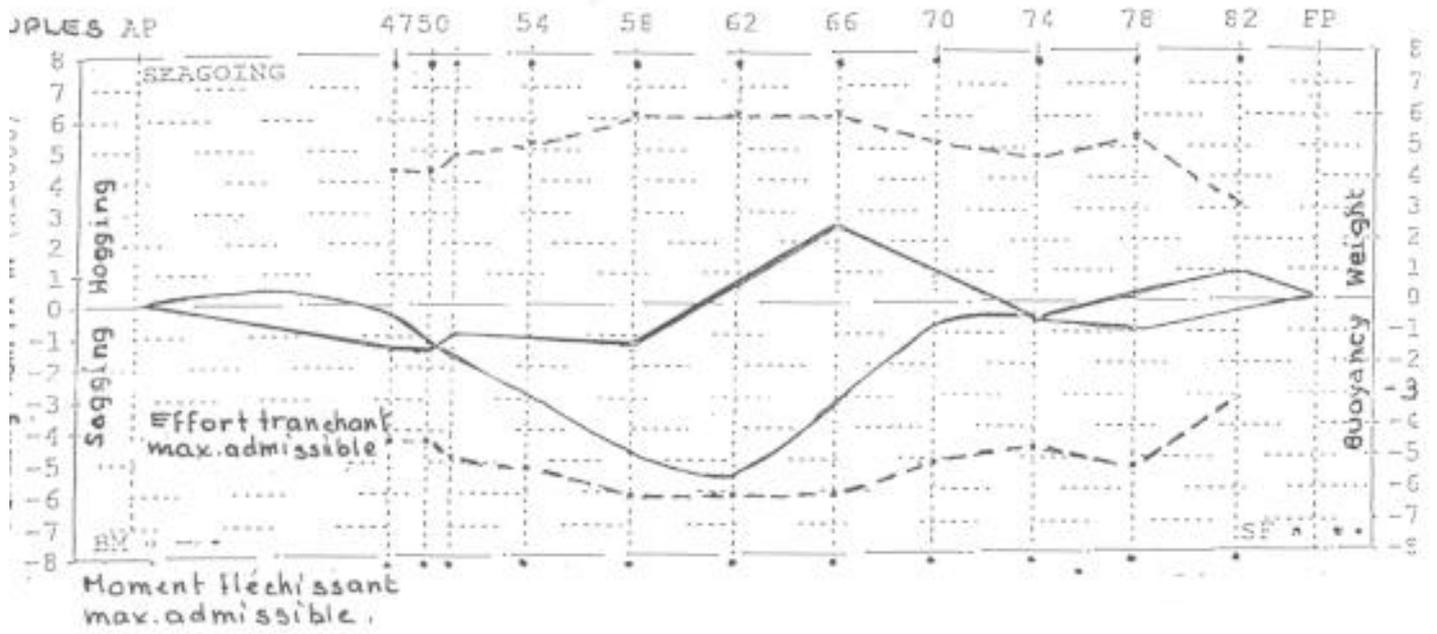
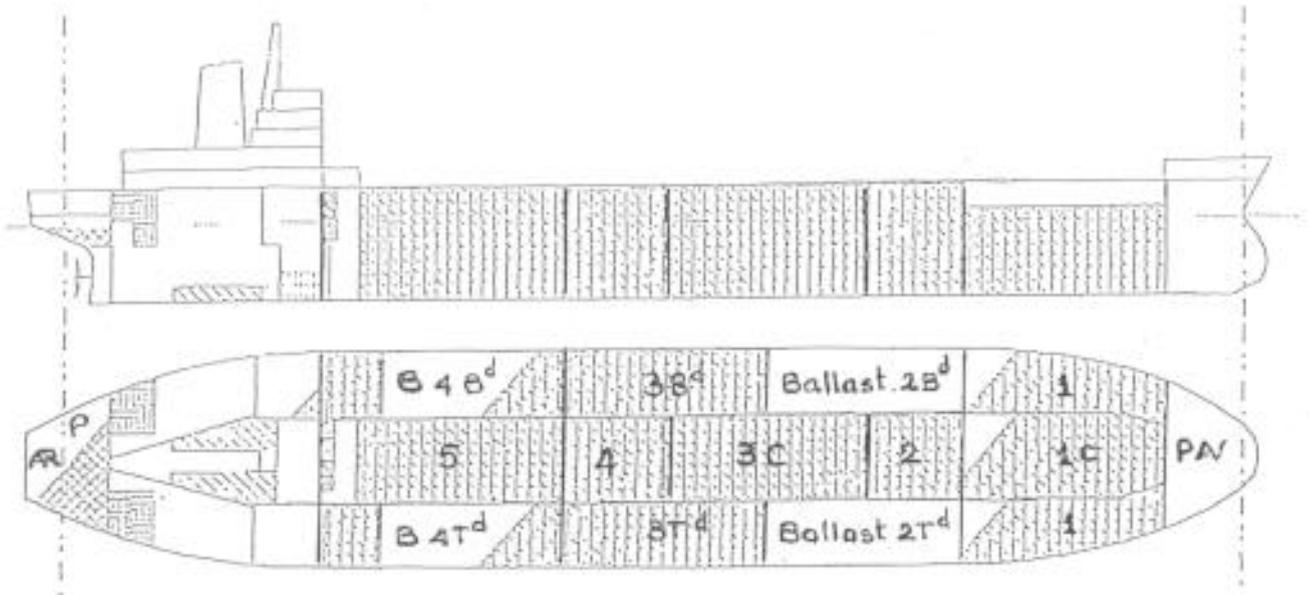
**Article 1<sup>er</sup>** - En vue d'en rechercher les causes et d'en tirer les enseignements qu'il comporte pour la sécurité maritime, la perte totale suite à rupture de coque du pétrolier *ERIKA* (Malte) au large de Penmarc'h le 12 décembre 1999 fera l'objet d'un examen par la Commission permanente d'enquête prévue à l'article 2 de l'arrêté susvisé du 16 décembre 1997.

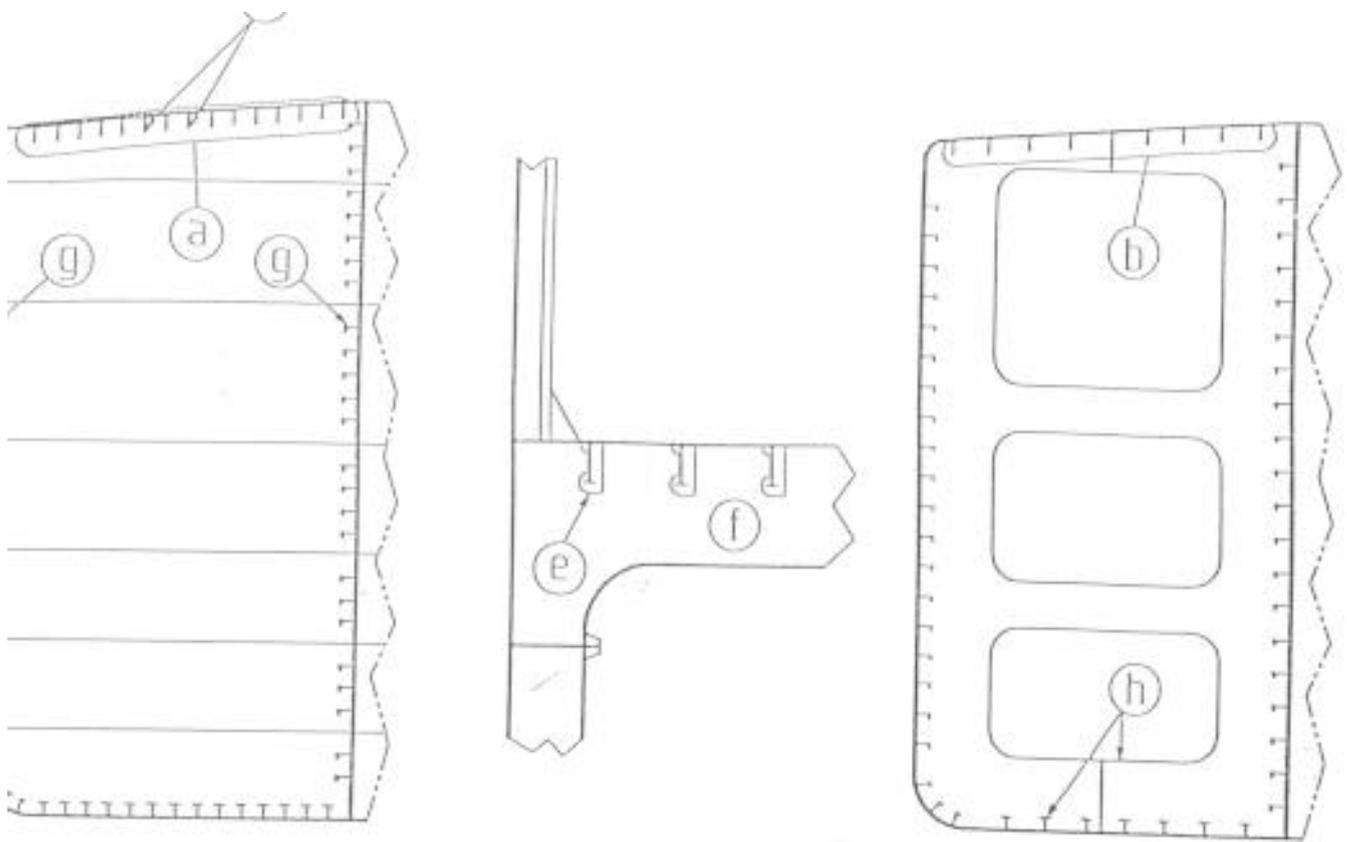
administrateur général des affaires maritimes

# DOSSIER NAVIRE



ERIKA . CONDITIONS DE CHARGEMENT .  
 DEPART DE DUNKERQUE . CONDITIONS "MER" .





### Parties susceptibles de corrosion dans les citernes à ballast des navires pétroliers

- a) Partie supérieure des cloisons longitudinales et transversales
- b) Partie supérieure des traverses de pont
- c) Lisses de pont
- d) Surface supérieure des raidisseurs longitudinaux et des goussets
- e) Arêtes et bords des trous d'allégement des raidisseurs horizontaux
- f) Face supérieure des raidisseurs horizontaux
- g) Face supérieure des lisses de bordé et des cloisons longitudinales
- h) Face supérieure des plats de raidissage des lisses de fond, des carlingues et traverses de fond



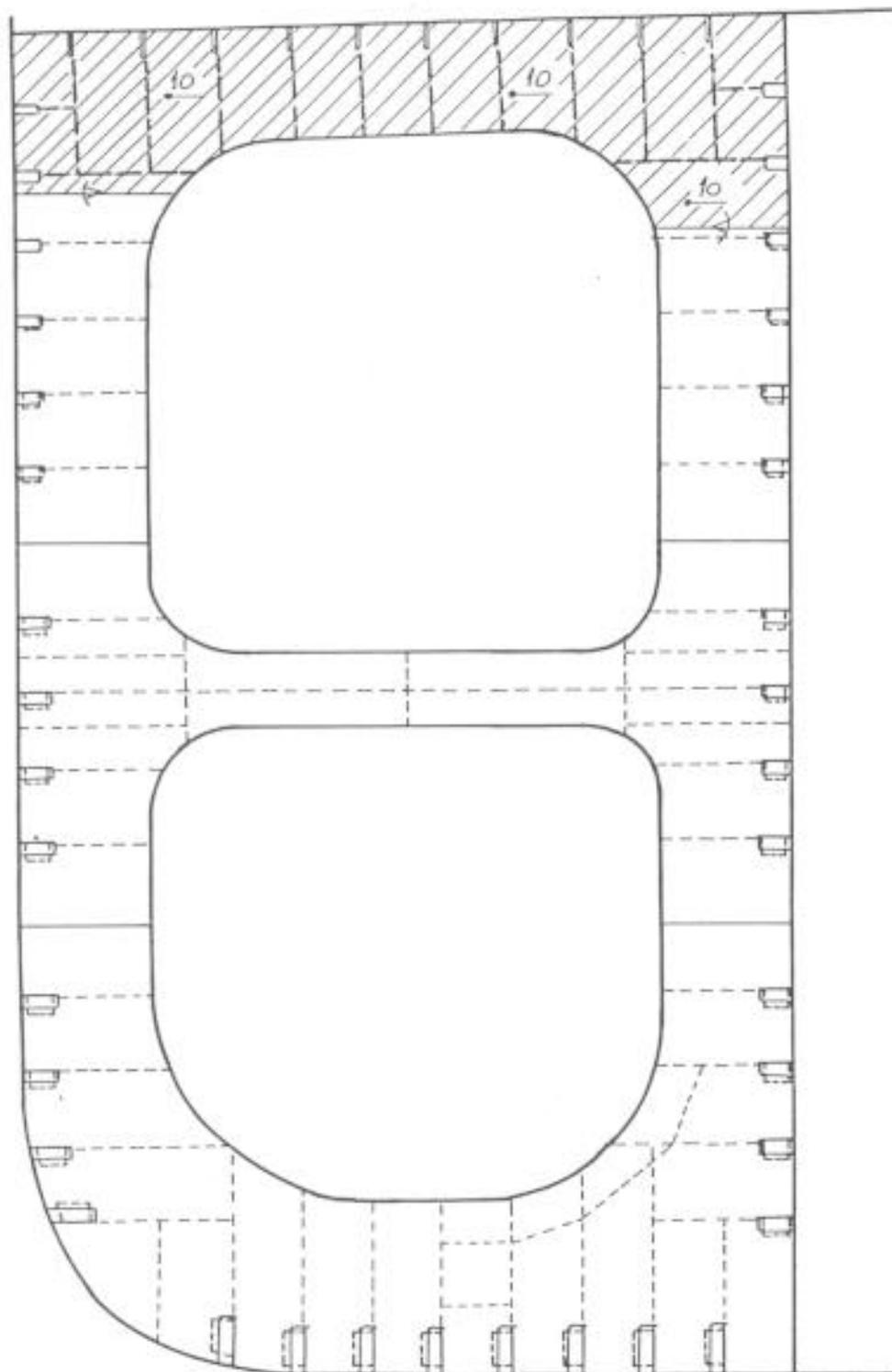
JADRANSKO  
BRODOGRADILIŠTE  
shipyard  
BIJELA

STRUCTURE RENEWAL  
TANK N° 2  
WEB FRAME 67 STBD. SIDE

R. NALOG BR.  
order №

NACRT BR.  
drawing №

MT ERIKA  
M 1:75



НАВИГА.

ИЗДАНИЕ.

ОБЪЕМНОС.

СТОРАНА.



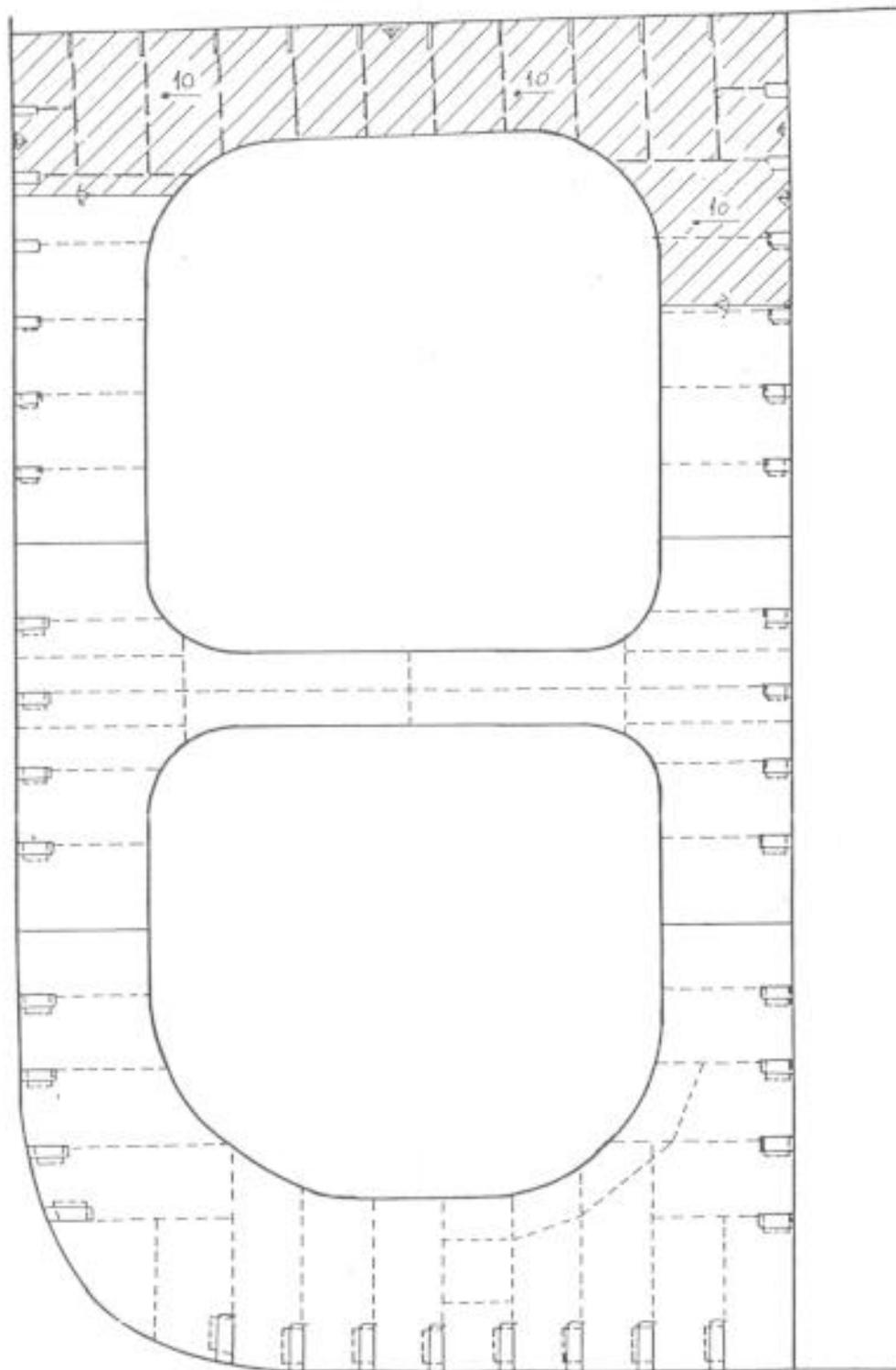
JADRANSKO  
BRODOGRADILIŠTE  
shipyard  
BIJELA

STRUCTURE RENEWAL  
TANK N° 2  
WEB FRAME 68 STBD. SIDE

R. NALOG BR.  
order №

NACRT BR.  
drawing №

M/T "ERIKA"  
M 1:75





JADRANSKO  
BRODOGRADILIŠTE  
shipyard

BIJELA

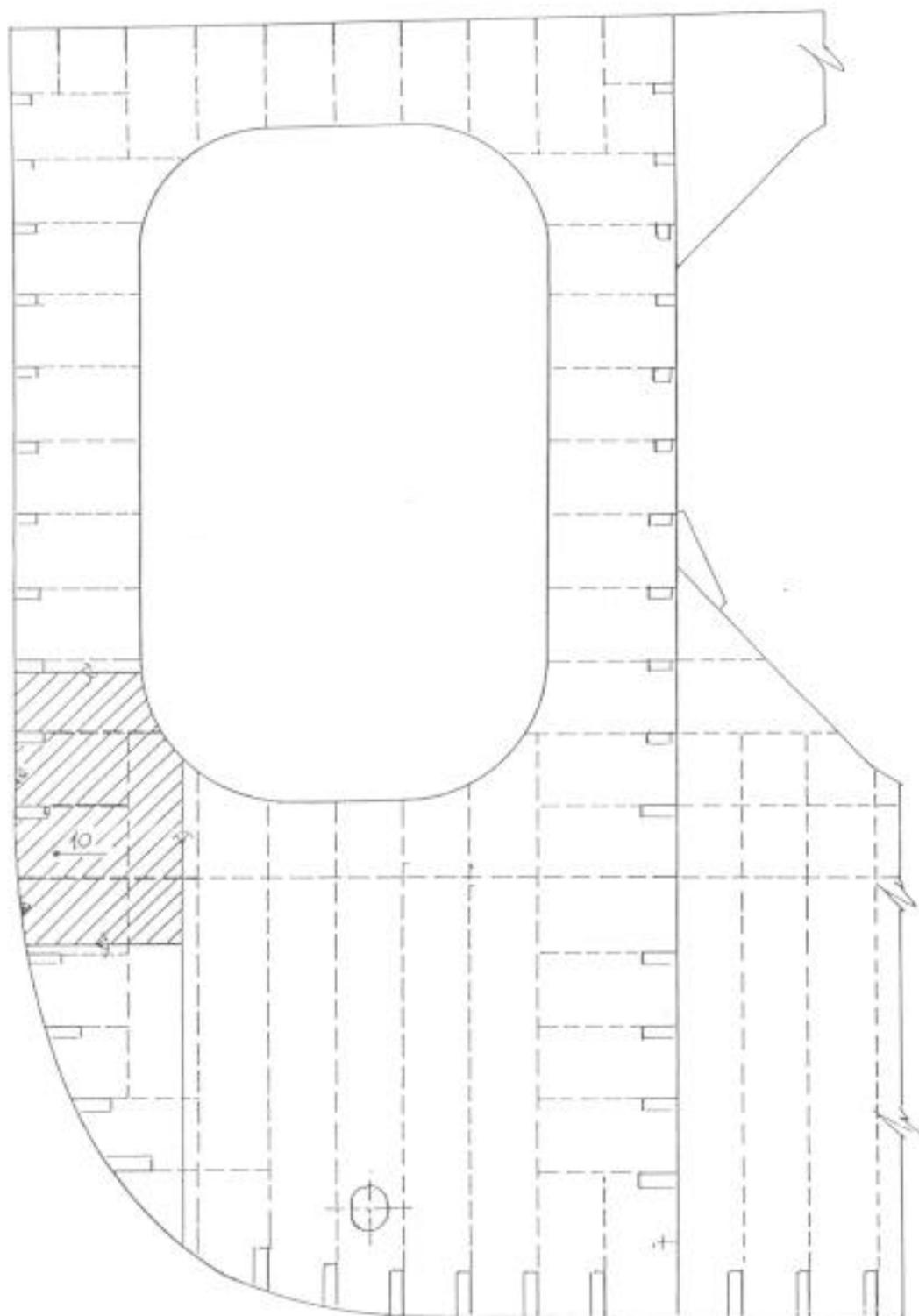
STRUCTURE RENEWAL  
TANK N° 2  
WEB FRAME 70 - STBD. SIDE

R. NALOG BR.  
order №

NACRT BR.  
drawing №

M/S „ERIKA“

M 1:75





JADRANSKO  
BRODOGRADILIŠTE  
shipyard

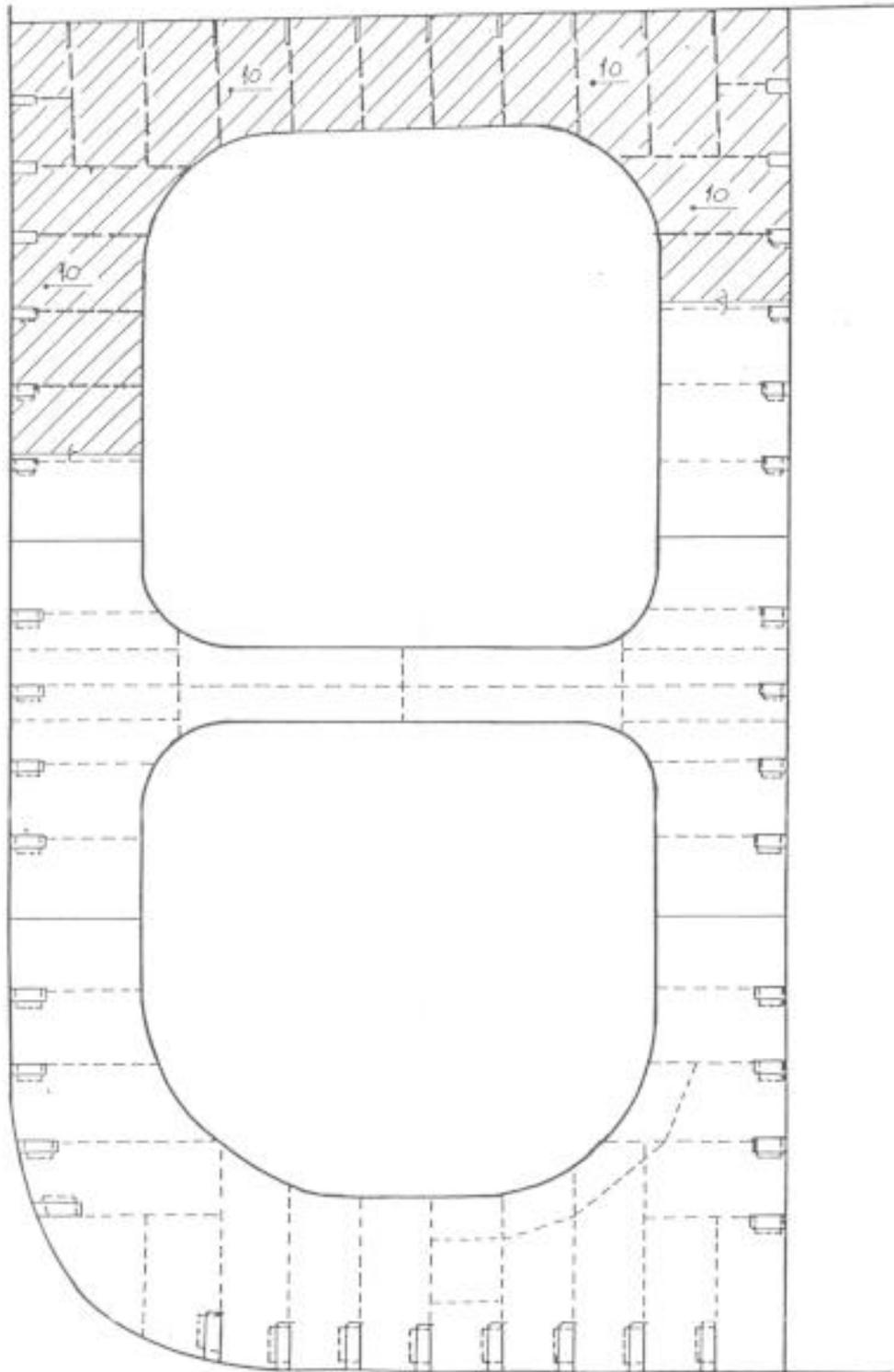
BIJELA

STRUCTURE RENEWAL  
TANK N° 2  
WEB FRAME 71 - STBD SIDE

R. NALOG BR.  
order Nr

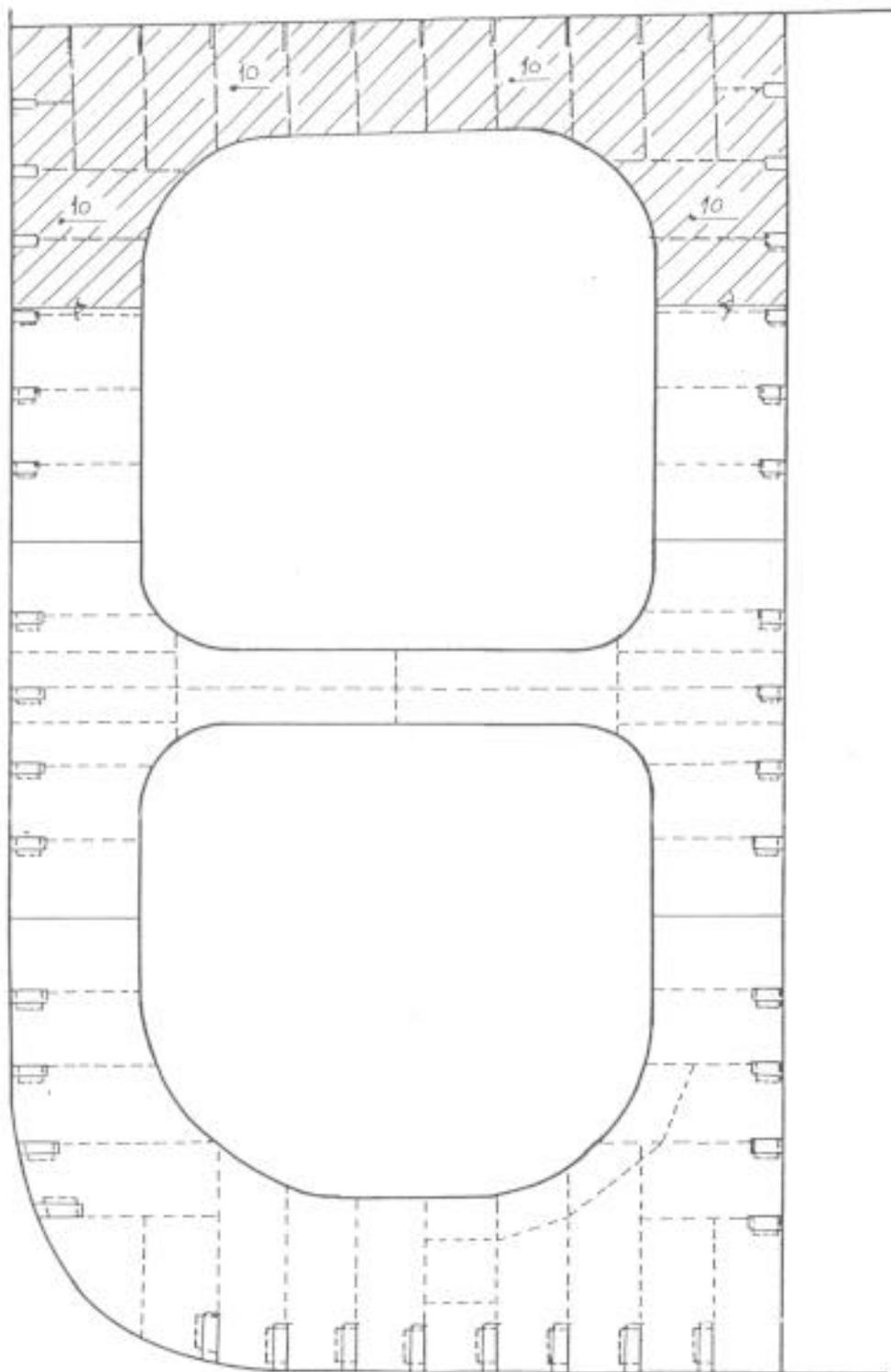
NACRT BR.  
drawing Nr

M/T "ERIKA"  
M 1:75





M/T „ERIKA“  
M 1:75



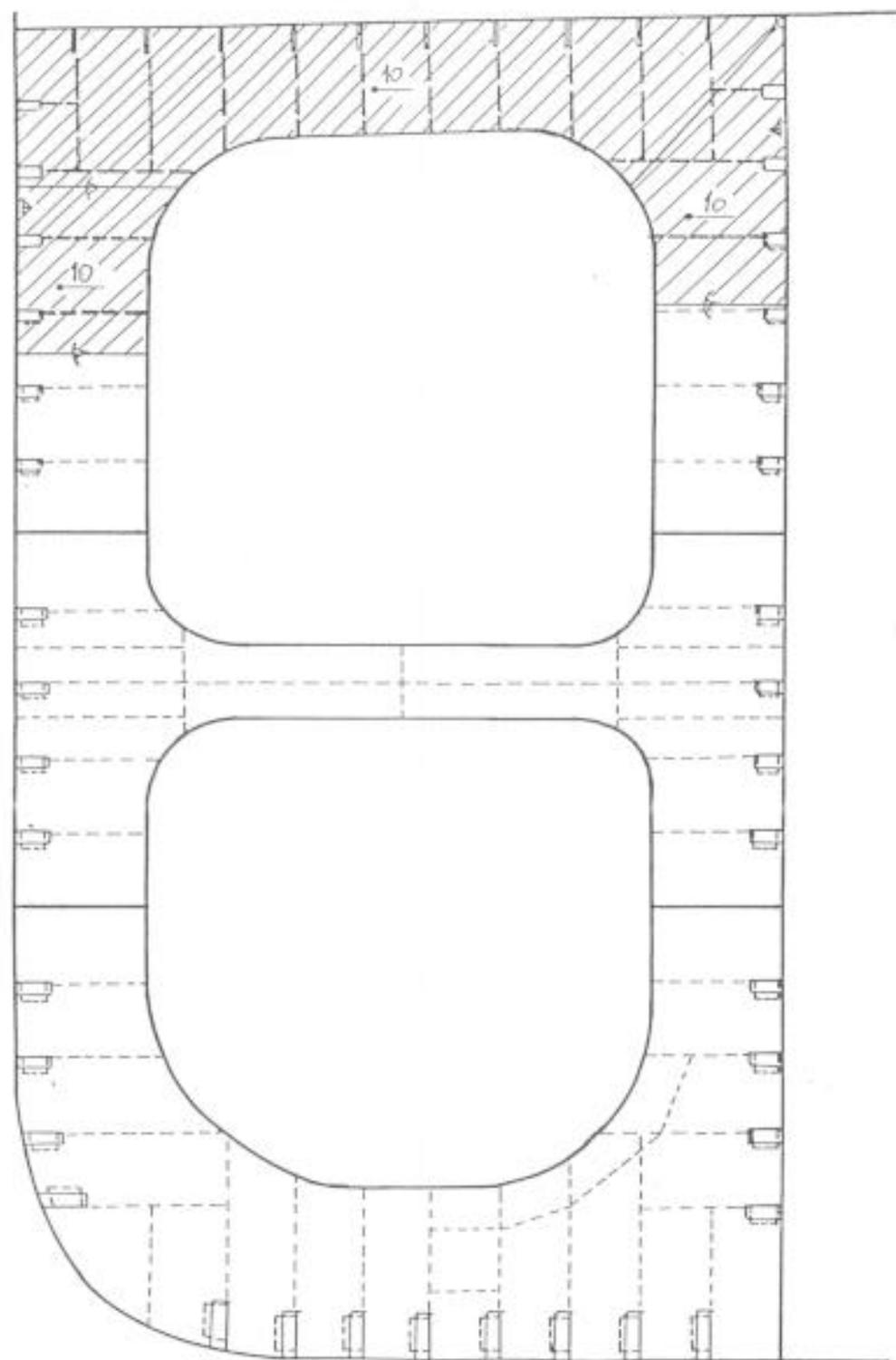


JADRANSKO  
BRODOGRADILISTE  
shipyard  
BIJELA

STRUCTURE RENEWAL  
TANK N° 2  
WEB FRAME 73-STBD SIDE

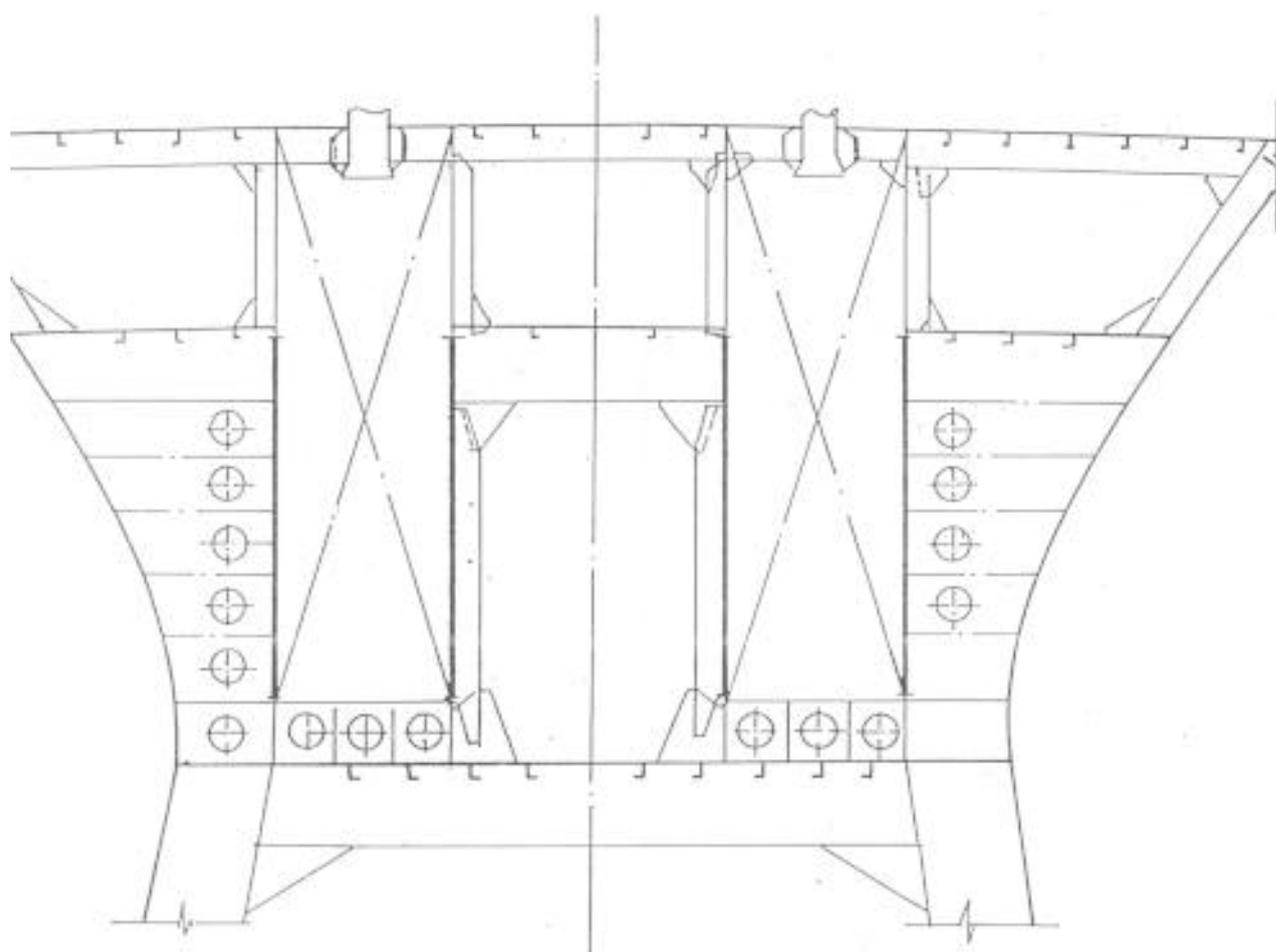
R. NALOG BR.  
order No  
NACRT BR.  
drawing No

M/T „ERIKA“  
M 1:75



M/T „ERIKA“  
M 1:100

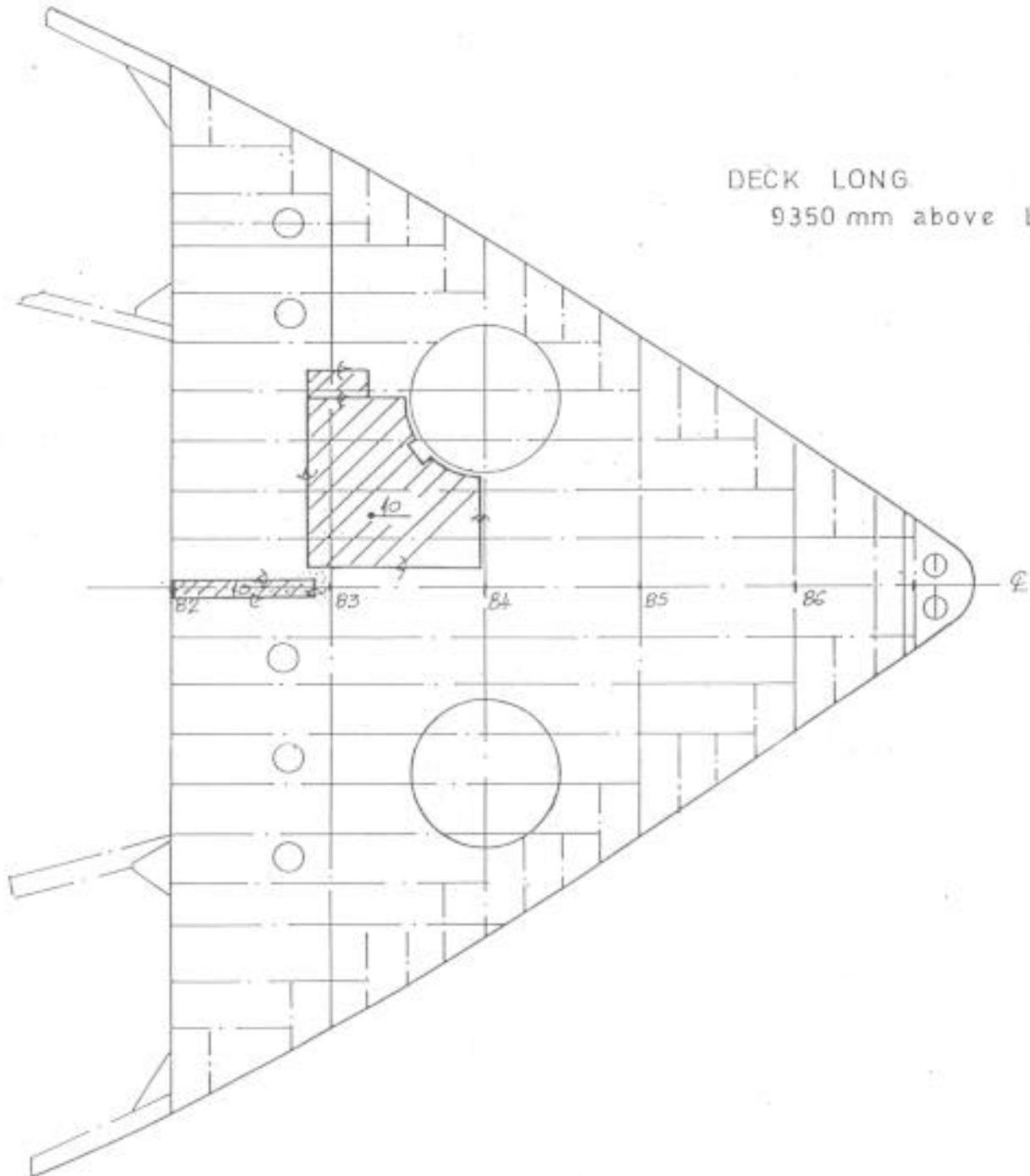
FR. 84  
FORE PEAK







M/T „ERIKA“  
M 1:100



RAFFINERIE DES FLANDRES  
BP 79 - 92779 LOON PLAGE  
TEL : 01 24 25 31 00 - TELEX 140 215 P

### BULLETIN D'ANALYSE

Produit 3522 Client TRD  
 Destinataire ENEL S.P.A Lib. produit FUEL OIL N2 EXPORT  
 Lieu d'expédition ERIKA ERIKA Destination MILAZZO ITALIE

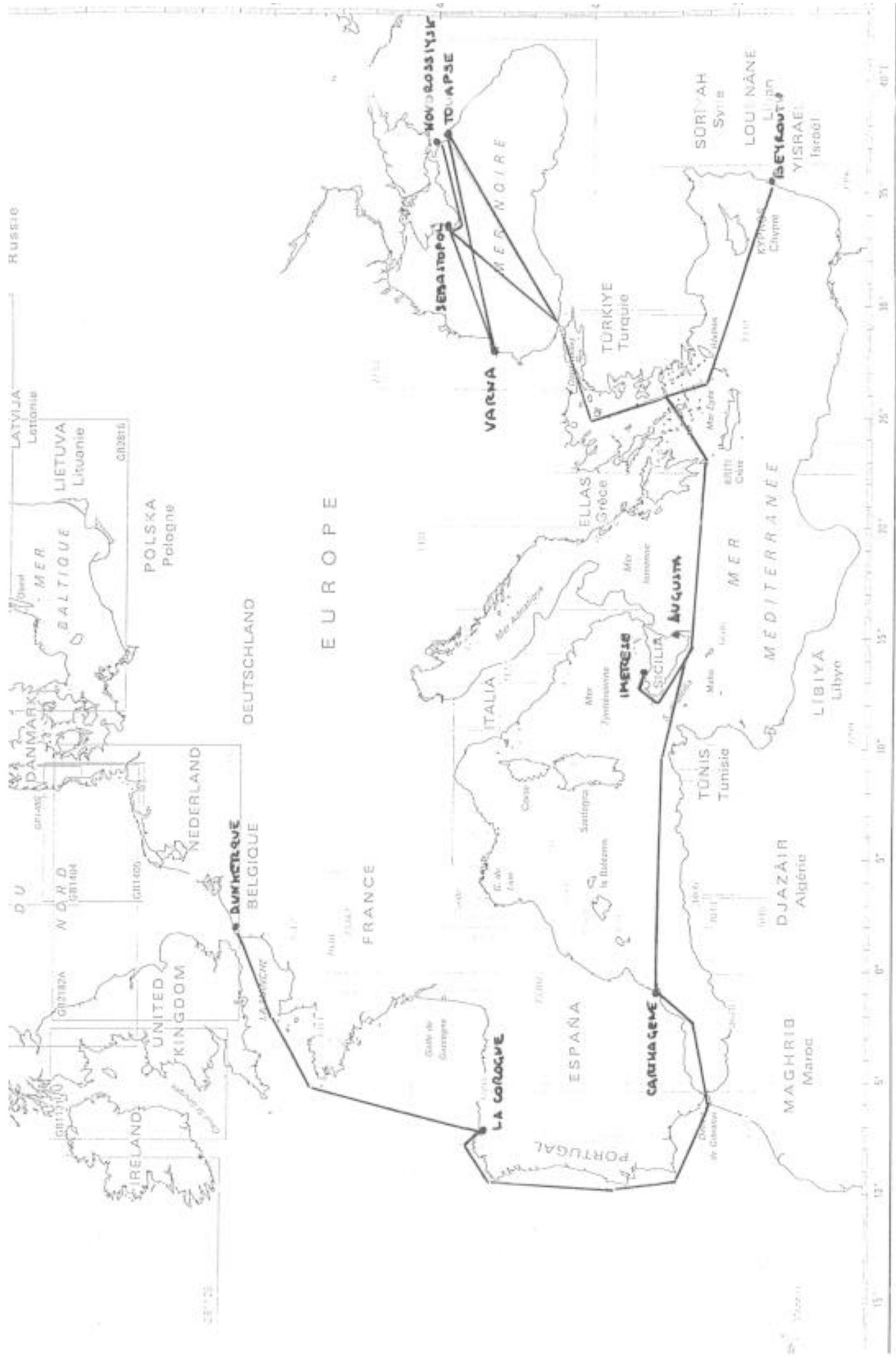
Prélèvement Lieu	Date	Détermination	Norme de référence	Unité de mesure	Résultat
16	08/12/1999	MASSE VOL 15 C	F EN ISO 12185	kg/l	1.0025
		P.E. PENSKY	NF EN 22719	°C	128
		Pt ECOULEMENT	NFT 60 105	°C	3
		VISCO 50 C	NF EN ISO 3104	mm <sup>2</sup> /s	354.6
		ASPHATENES %	NFT 60 115	% Pds	3.78
		CONRADSON %Pds	F EN ISO 10370	% Pds	11.85
		EAU % pds	ISO 9029	% Pds	0.05
		B.S.W.	NFM 07 020	% Vol	0.05
		TEN CENDRES	NF EN ISO 6245	% Pds	0.01
		PCS FUEL kcal/kg	ASTM 196917	kcal/kg	10622
		SOUFRE FX %	NF EN ISO 8754	% Pds	2.28
		ALUMINIUM	I.C.P.	ppm	36
		NICKEL	I.C.P.	ppm	45
		SODIUM	I.C.P.	ppm	10.8
		VANADIUM	I.C.P.	ppm	82.7

ITS CALEB BRET FRANCE  
 F. MERCEYON  
*[Signature]*

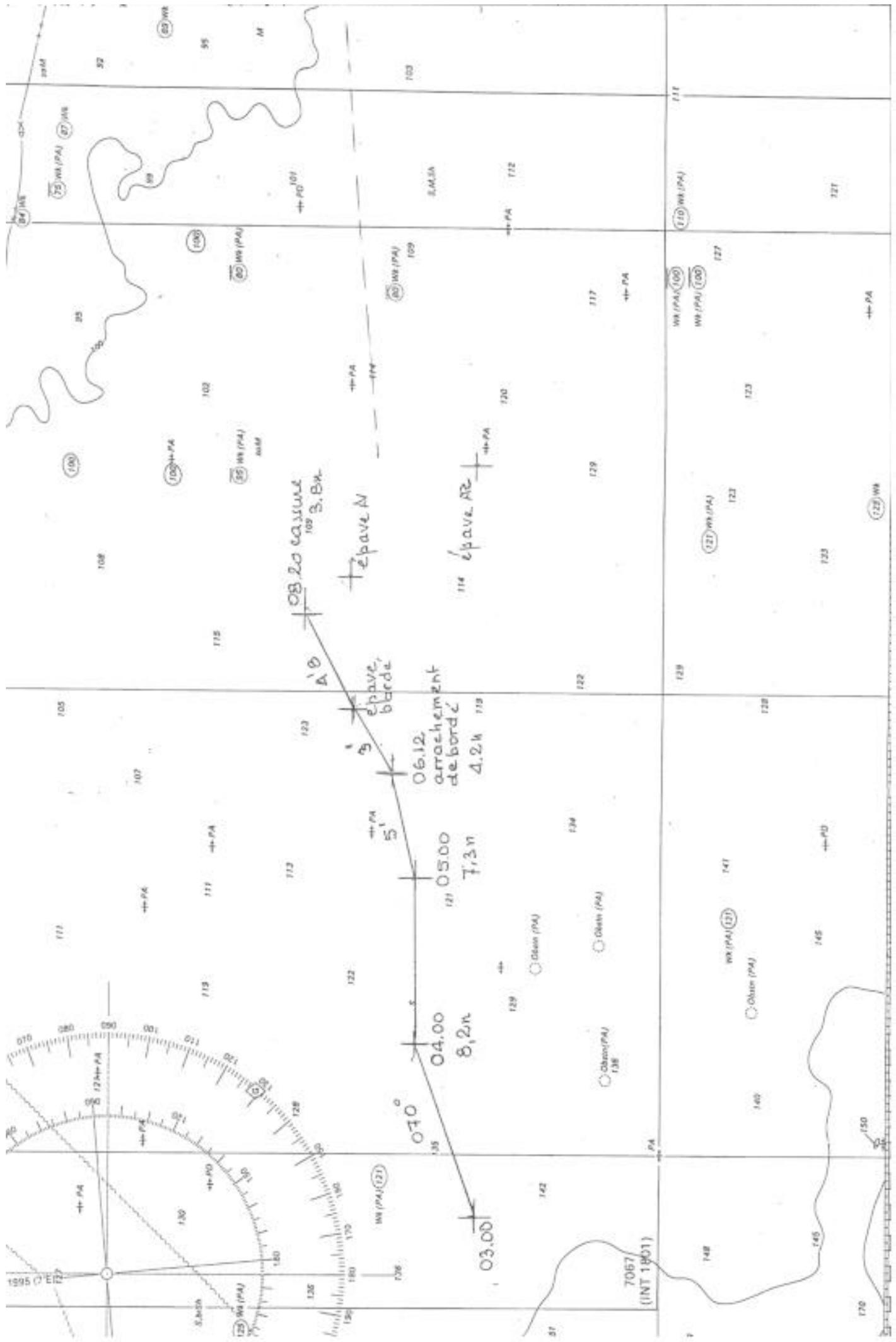
*[Signature]*

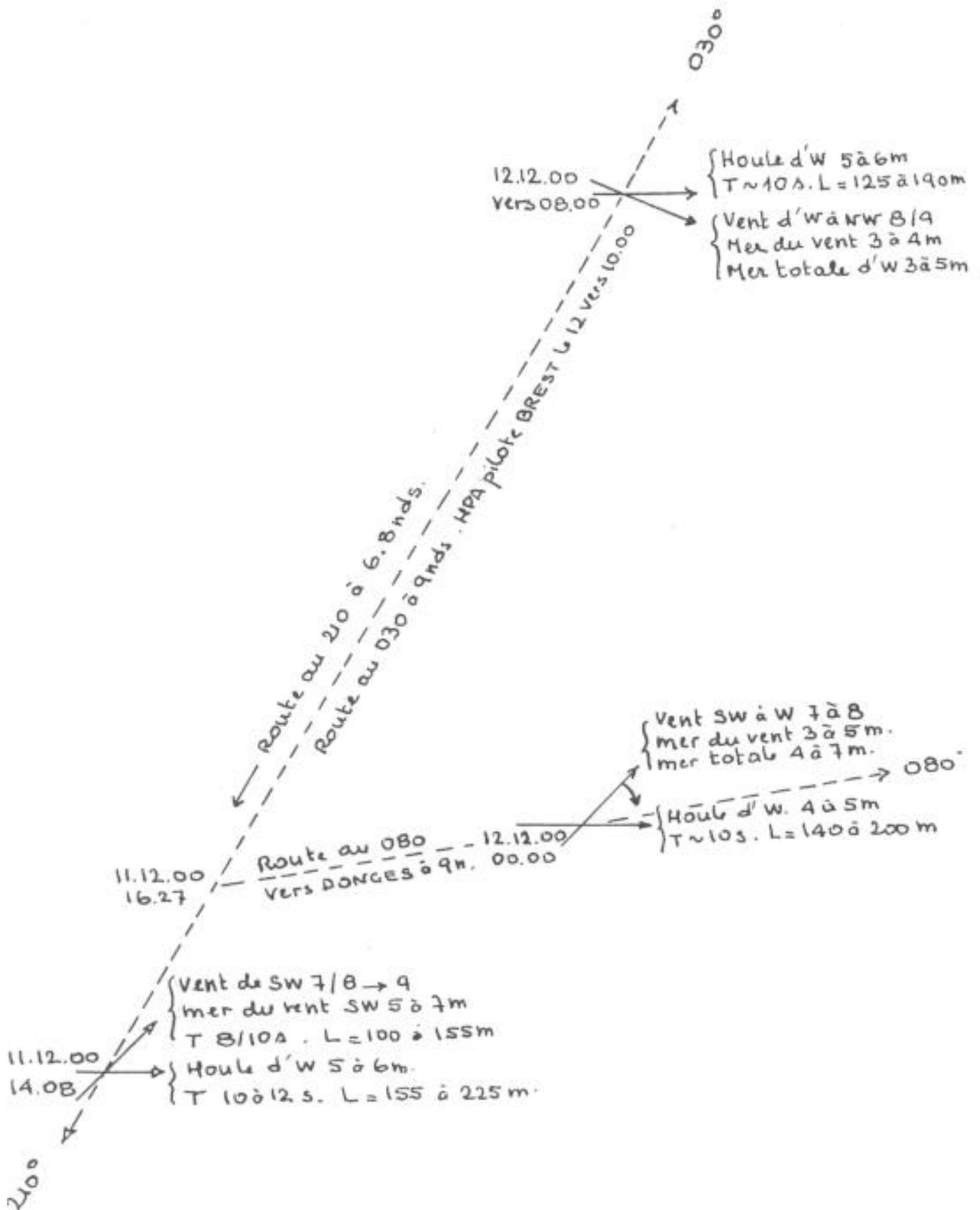
**TOTALFINA**

# **CARTOGRAPHIE**









**DONNÉES**  
**MÉTÉOROLOGIQUES**

# **RAPPORT DE SITUATION METEOROLOGIQUE**

**PERIODE DU 8 AU 12 DECEMBRE 1999**

**MANCHE - MER D'IROISE - NORD DU GOLFE DE GASCOGNE**

Rendu le 21 janvier 2000

**Journée du mercredi 08 décembre 1999**

Courant de secteur Ouest à Sud-Ouest modéré force 3 à 5 Beaufort fraîchissant force 7 à 8 Beaufort l'après-midi à l'avant d'un front froid traversant les régions du proche Atlantique et de la Manche, puis tournant Ouest force 5 à 7 Beaufort la nuit du mercredi à jeudi.

<b>Manche Est/Pas de Calais</b>	<b>Fin de nuit (00/06h UTC)</b>	<b>Matin (06/12h UTC)</b>	<b>Après-midi (12/18h UTC)</b>	<b>Début de nuit (18/24h UTC)</b>
Vent (en Beaufort)		SW 5 à 7	SW 5 à 7 fraîchissant 7 à 8	WSW 6 à 7 avec fortes rafales
Mer Totale H1/3 en m		1 à 2 m	2 à 3 m	2 à 4 m
Mer du vent H1/3 en m		SW 1 à 2 m	SW 2/3 m	WSW 2 à 4 m
Mer du vent (T en s - L en m)		3/5 puis 4/6 s (15 à 55 m)	4/6 s (25 à 55 m)	4/6 s (25 à 55 m)
Houle H1/3 en m		NW 2 à 3 m	1/2m	1/2m
Houle (T en s - L en m)		4/6 s (25 à 55 m)	4/6 s (25 à 55 m)	4/6 s (25 à 55 m)

<b>Manche Ouest</b>	<b>Fin de nuit (00/06h UTC)</b>	<b>Matin (06/12h UTC)</b>	<b>Après-midi (12/18h UTC)</b>	<b>Début de nuit (18/24h UTC)</b>
Vent (en Beaufort)		SW 4 à 6 fraîchissant 7	SW 7 à 8 passagèrement 8 à 9 tournant W	W 5 à 7 avec fortes rafales
Mer Totale H1/3 en m		2 à 3 puis 3 à 4 m	3 à 4 m	3 à 5 m
Mer du vent H1/3 en m		SW 2 à 4 puis 3 à 5 m	WSW 3 à 4 m	W 2 à 4 m
Mer du vent (T en s - L en m)		6/8 puis 7/9 s (60 à 125 m)	7/9s (75 à 125 m)	5/7 s (40 à 75 m)
Houle H1/3 en m		NW 1,5 à 2,5 m	W 1,5 à 2,5	WNW 2/3 m
Houle (T en s - L en m)		10/11 puis 11/12 s (155 à 225 m)	10/12 s (155 à 225 m)	11/13 s (190 à 265 m)

<b>Ouest Bretagne/Nord Gascogne</b>	<b>Fin de nuit (00/06h UTC)</b>	<b>Matin (06/12h UTC)</b>	<b>Après-midi (12/18h UTC)</b>	<b>Début de nuit (18/24h UTC)</b>
Vent (en Beaufort)		SW 5 à 7	SW 7 à 8 passagèrement 8 à 9 tournant W	W 5 à 7 avec fortes rafales
Mer Totale H1/3 en m		2,5 à 4 puis 4 à 6 m	3 à 4 m	4 à 5 m
Mer du vent H1/3 en m		SW 2 à 3 puis 4 à 6 m	WSW 3 à 4 m	W 2 à 4 m
Mer du vent (T en s - L en m)		5/7 puis 7/9 s (40 à 75 m puis 15 à 125 m)	6/8s (55 à 100 m)	5/7 s (40 à 75 m)
Houle H1/3 en m		NW 2 à 3 puis 3 à 4 m	NW 1,5 à 2,5 m	WNW 2/3 m
Houle (T en s - L en m)		10/12 s (155 à 225 m)	10/12s (155 à 225 m)	11/13 s (190 à 265 m)

**Journée du jeudi 09 décembre 1999**

Courant de secteur Ouest à Nord-Ouest assez fort à fort force 6 à 7 Beaufort avec rafales, généré par une dépression quasi stationnaire sur la mer du nord. Passage de nombreux grains.

<b>Manche Est/Pas de Calais</b>	<b>Fin de nuit (00/06h UTC)</b>	<b>Matin (06/12h UTC)</b>	<b>Après-midi (12/18h UTC)</b>	<b>Début de nuit (18/24h UTC)</b>
Vent (en Beaufort)	WSW 7 à 8 avec fortes rafales	WSW 6 à 7 avec fortes rafales	WSW 6 à 7 passagèrement 8 avec fortes rafales	W 6 à 7 fraîchissant 7 à 8 avec fortes rafales
Mer Totale H1/3 en m	2 à 4 m localement 5 m	2 à 4 m localement 5 m	2 à 4 m localement 5 m	2 à 4 m localement 5 m
Mer du vent H1/3 en m	WSW 2 à 4 m	WSW 2 à 4 m	WSW 2 à 4 m	W 2 à 4 m
Mer du vent (T en s - L en m)	4/6s (25 à 55 m)	4/6 s (25 à 55 m)	4/6 s (25 à 55 m)	4/6 s (25 à 55 m)
Houle H1/3 en m	W < 2 m	W 2 m	W 2 m	W 2 m
Houle (T en s - L en m)	5/6s (40 à 55 m)	5/6s (40 à 55 m)	5/6s (40 à 55 m)	5/6s (40 à 55 m)

<b>Manche Ouest</b>	<b>Fin de nuit (00/06h UTC)</b>	<b>Matin (06/12h UTC)</b>	<b>Après-midi (12/18h UTC)</b>	<b>Début de nuit (18/24h UTC)</b>
Vent (en Beaufort)	W 7 à 8 avec fortes rafales, puis 6 à 7	W 6 à 7 passagèrement 8 avec fortes rafales	W à NW 6 à 7 avec fortes rafales	WNW 7 à 8 avec fortes rafales
Mer Totale H1/3 en m	3 à 5 m	4 à 6 m	3 à 5 m	3 à 5 m
Mer du vent H1/3 en m	W 2 à 4 m	W 3 à 5 m	W à NW 3 à 5 m	WNW 3 à 5 m
Mer du vent (T en s - L en m)	6/9s (55 à 125 m)	6/9s (55 à 125 m)	6/9s (55 à 125 m)	6/9s (55 à 125 m)
Houle H1/3 en m	2 à 3 puis 3 à 5 m	W 4 à 6 m	W 3 à 5 m	WNW 2 à 5 m
Houle (T en s - L en m)	10/14s (155 à 300 m)	10/12 s (155 à 225 m)	11/14 s (190 à 310 m)	10/12 s (155 à 225 m)

<b>Ouest Bretagne/Nord Gascogne</b>	<b>Fin de nuit (00/06h UTC)</b>	<b>Matin (06/12h UTC)</b>	<b>Après-midi (12/18h UTC)</b>	<b>Début de nuit (18/24h UTC)</b>
Vent (en Beaufort)	W 5 à 7 avec fortes rafales	W 6 à 7 passagèrement 8 avec fortes rafales	W à NW 6 à 7 avec fortes rafales	NW 7 à 8 avec fortes rafales
Mer Totale H1/3 en m	3 à 5 puis 4 à 6 m	4 à 6 m	4 à 6 m	4 à 6 m
Mer du vent H1/3 en m	W 2 à 4 m	W 3 à 5 m	W à NW 3 à 5 m	NW 3 à 5 m
Mer du vent (T en s - L en m)	6/9s (55 à 125 m)	6/9s (55 à 125 m)	6/9s (55 à 125 m)	6/9s (55 à 125 m)
Houle H1/3 en m	2 à 3 puis 3 à 5 m	WNW 4 à 6 m	WNW 3 à 6	NW 4 à 6
Houle (T en s - L en m)	10/14s (155 à 300 m)	10/12 s (155 à 225 m)	11/14 s (190 à 310 m)	11/14 s (190 à 310 m)

**Journée du vendredi 10 décembre 1999**

Passage d'une dorsale mobile générant un flux de secteur Ouest modéré force 3 à 5 Beaufort, revenant passagèrement Sud et se renforçant force 6 à 7 Beaufort à l'avant d'un front chaud traversant l'ensemble des zones puis à nouveau Ouest force 6 à 8 Beaufort sur la façade Atlantique.

<b>Manche Est/Pas de Calais</b>	Fin de nuit (00/06h UTC)	Matin (06/12h UTC)	Après-midi (12/18h UTC)	Début de nuit (18/24h UTC)
Vent (en Beaufort)	WNW 4 à 6 fortes rafales	W 4 à 6	WSW 3 à 5	S 5 à 7
Mer Totale H1/3 en m	2 à 3m	1 à 3	1 m	1 à 3 m
Mer du vent H1/3 en m	WNW 2 à 3 m	W 1 à 2 m	WSW 1 m	S 1 à 2 m
Mer du vent (T en s - L en m)	4/6 s (25 à 55 m)	4/6 s (25 à 55 m)	4/6 s (25 à 55 m)	4/6 s (25 à 55 m)
Houle H1/3 en m	W 2 m	W 1 m	1 m	1 m
Houle (T en s - L en m)	4/6 s (25 à 55 m)	5/6 s (40 à 55 m)	4/6 s (25 à 55 m)	4/6 s (25 à 55 m)

<b>Manche Ouest</b>	Fin de nuit (00/06h UTC)	Matin (06/12h UTC)	Après-midi (12/18h UTC)	Début de nuit (18/24h UTC)
Vent (en Beaufort)	NW 5 à 6 fortes rafales	W 4 à 6 passagèrement 7	SW 4 à 5	S 6 à 7 puis W 5 à 7 d'est en ouest
Mer Totale H1/3 en m	3 à 5	2 à 4 m	2 à 3 m	3 à 5 m
Mer du vent H1/3 en m	NW 2 à 4 m	W 1 à 3 m	SW 1 à 3 m	3 à 5 m
Mer du vent (T en s - L en m)	6/9s (55 à 125 m)	5/6s (40 à 55 m)	5/6s (40 à 55 m)	7/9 s (75 à 125 m)
Houle H1/3 en m	W/NW 2 à 4 m	WNW 1 à 3 m	WNW 1 à 2 m	W 1 à 3m
Houle (T en s - L en m)	10/12 s (155 à 225 m)	9/11 s (125 à 190 m)	9/11 s (125 à 190 m)	9/11 s (125 à 190 m)

<b>Ouest Bretagne/Nord Gascogne</b>	Fin de nuit (00/06h UTC)	Matin (06/12h UTC)	Après-midi (12/18h UTC)	Début de nuit (18/24h UTC)
Vent (en Beaufort)	NW 5 à 6 fortes rafales	W puis SW 4 à 5	Après-midi (12/18h UTC) SW fraîchissant 5 à 6, tournant W 7 passagèrement 8	W 7 à 8
Mer Totale H1/3 en m	4 à 6 m	3 à 4 m	4 à 5 m	4 à 6 m
Mer du vent H1/3 en m	NW 3 à 5 m	2 à 4 m	SW 3 à 5 m	W 4 à 6 m
Mer du vent (T en s - L en m)	6/9s (55 à 125 m)	6/8 s (55 à 100 m)	7/9 s (75 à 125 m)	8/10 s (100 à 155 m)
Houle H1/3 en m	W/NW 3 à 5 m	NW 3 à 5 m	NW 3 à 4 m	W 2 à 4 m
Houle (T en s - L en m)	10/12s (155 à 225 m)	10/12s (155 à 225 m)	9/11 s (125 à 190 m)	9/11 s (125 à 190 m)

## Journée du samedi 11 décembre 1999

Courant de Sud-Ouest fort généré par une dépression à 975 hPa circulant des Iles Britanniques vers la Mer du Nord. Passage d'une perturbation active sur l'ensemble des zones.

	Fin de nuit (00/06h UTC)	Matin (06/12h UTC)	Après-midi (12/18h UTC)	Début de nuit (18/24h UTC)
<b>Manche Est/Pas de Calais</b>				
Vent (en Beaufort)	S 4 à 6 localement 7 tournant SW 5 à 6	SW 6 à 7 puis 7 passagèrement 8	SW 8	SW 6 à 7
Mer Totale H1/3 en m	1 à 2 m puis 2 à 3 m	2 à 3 m	2 à 3 m	2 à 3 m
Mer du vent H1/3 en m	1 à 2 m puis 2 à 3 m	SW 2 à 3 m	SW 2 à 3 m	SW 2 à 3 m
Mer du vent (T en s - L en m)	4/6 s (25 à 55 m) mod	5/6 s (40 à 55 m)	5/6s (40 à 55 m)	4/6 s (25 à 55 m)
Houle H1/3 en m	inf. à 1 m mod	W 2 m	W 2 à 3 m	W 1 m
Houle (T en s - L en m)		5/6 s (40 à 55 m)	5/6 s (40 à 55 m)	4/6 s (25 à 55 m)

	Fin de nuit (00/06h UTC)	Matin (06/12h UTC)	Après-midi (12/18h UTC)	Début de nuit (18/24h UTC)
<b>Manche Ouest</b>				
Vent (en Beaufort)	WSW 5 à 6 localement 7	SW 7 passagèrement 8	WSW 7 à 8, 8 passagèrement 9 à l'Ouest	SW 5 à 7
Mer Totale H1/3 en m	2 à 4 m puis 3 à 5 m d'est en ouest	3 à 5 m	4 à 6 m	3 à 5 m
Mer du vent H1/3 en m	WSW 2 à 4 m puis 3 à 5 m d'est en ouest	SW 3 à 5 m	WSW 4 à 6 m	SW 3 à 5 m
Mer du vent (T en s - L en m)	6/8 puis 8/10 s (55 à 100 puis 100 à 155 m)	8/10 s (100 à 155 m)	6/10 s (55 à 155 m)	6/8 s (55 à 100 m)
Houle H1/3 en m	<1 m puis W 1 à 2 m	W, 2 à 4 m d'Est en Ouest	W, 4 à 6 m d'Est en Ouest	W 3 à 5 m
Houle (T en s - L en m)	9/11 s (125 à 190 m)	10/11 s (155 à 190 m)	10/11 s (155 à 190 m)	9/11 s (125 à 190 m)

	Fin de nuit (00/06h UTC)	Matin (06/12h UTC)	Après-midi (12/18h UTC)	Début de nuit (18/24h UTC)
<b>Ouest Bretagne/Nord Gascogne</b>				
Vent (en Beaufort)	W 7 à 8	SW 8	SW 7 à 8 passagèrement 9	SW 5 à 7
Mer Totale H1/3 en m	3 à 5 puis 4 à 6 m	5 à 6 m	5 à 7 m	4 à 6 m
Mer du vent H1/3 en m	W 3 à 5 m puis 4 à 6 m	SW 5 à 6 m	SW 5 à 7 m	SW 4 à 5 m
Mer du vent (T en s - L en m)	8/10 s (100 à 155 m)	9/10 s (125 à 155 m)	8/10 s (100 à 155 m)	8/10 s (100 à 155 m)
Houle H1/3 en m	W 3 à 4 m	W 4 à 5 m	W 5 à 6 m	W 3 à 4 m
Houle (T en s - L en m)	9/11 s (125 à 190 m)	9/11 s (125 à 190 m)	10/12 s (155 à 225 m)	10/12 s (155 à 225 m)

**Journée du dimanche 12 décembre 1999**

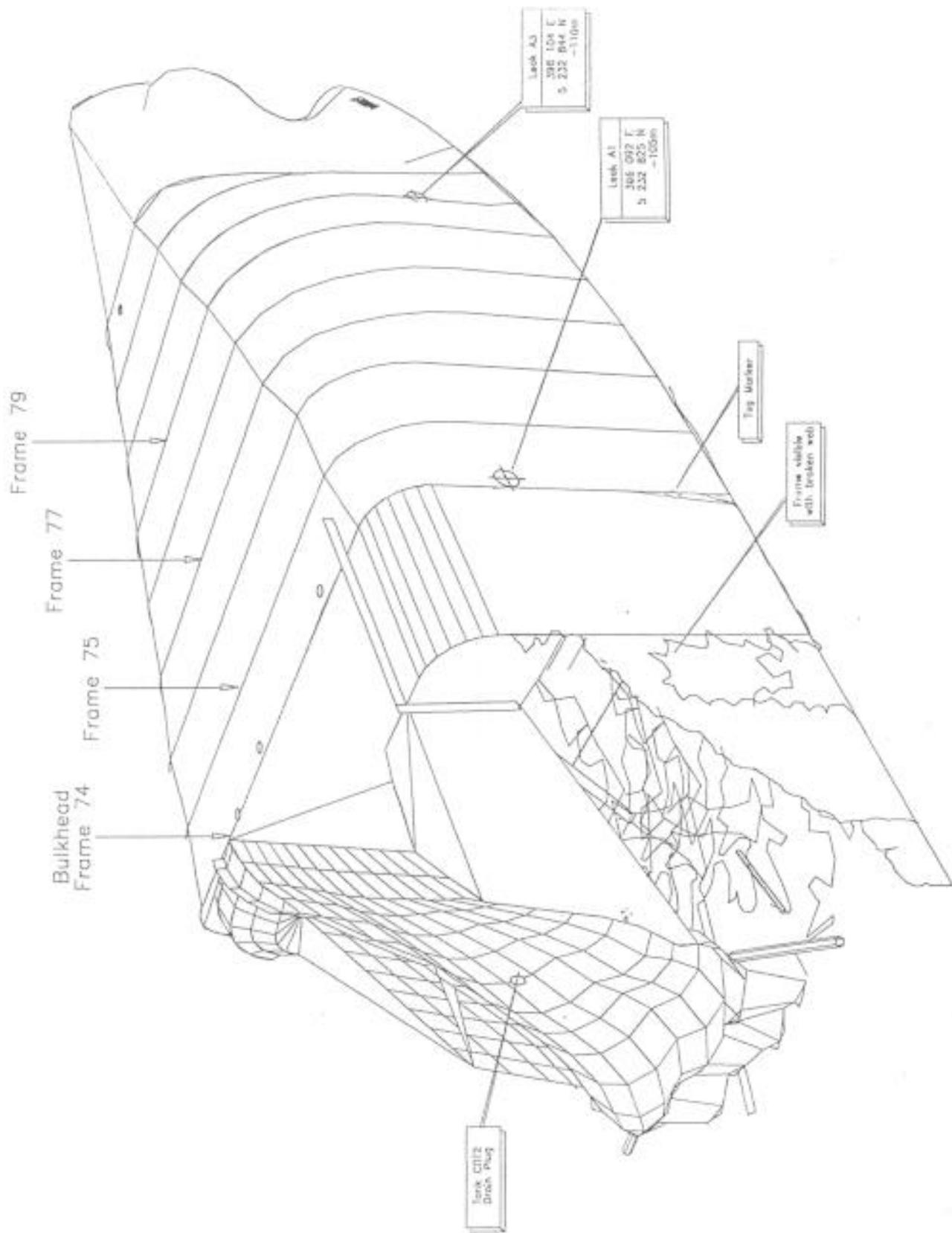
Creusement d'une dépression secondaire en milieu de nuit du samedi au dimanche sur l'entrée de la Manche se décalant rapidement vers le détroit du Pas-de-Calais et engendrant des vents de secteur Ouest soufflant en Tempête (force 10 Beaufort). Le courant s'oriente ensuite au Nord-Ouest et devient progressivement assez fort.

<b>Manche Ouest</b>	<b>Fin de nuit (00/06h UTC)</b>	<b>Matin (06/12h UTC)</b>	<b>Après-midi (12/18h UTC)</b>	<b>Début de nuit (18/24h UTC)</b>
Vent (en Beaufort)	SW 4 à 6 puis W 8 avec fortes rafales	W à NW 8 à 9 avec fortes rafales (>100 km/h)	W à NW 8 avec fortes rafales	NW 6 à 7 passagèrement 8 avec fortes rafales
Mer Totale H1/3 en m	3 à 5 m d'est en ouest	3 à 5 m d'est en ouest	4 à 6 m d'est en ouest	4 à 5 m d'est en ouest
Mer du vent H1/3 en m	3 à 4 m	W à NW 3 à 4 m	W à NW 3 à 5 m	NW 3 à 5 m
Mer du vent (T en s - L en m)	5/7 s (40 à 75 m)	5/7 s (40 à 75 m)	6/8 s (55 à 100 m)	6/8 s (55 à 100 m)
Houle H1/3 en m	SW 3 m	WSW 3 à 4 m	W ou NW 4 à 5 m	W 4 à 5 m
Houle (T en s - L en m)	9/11 s (125 à 190 m)	9/11 s (125 à 190 m)	12 s (225 m)	10/12 s (155 à 225 m)

<b>Ouest Bretagne/Nord Gascogne</b>	<b>Fin de nuit (00/06h UTC)</b>	<b>Matin (06/12h UTC)</b>	<b>Après-midi (12/18h UTC)</b>	<b>Début de nuit (18/24h UTC)</b>
Vent (en Beaufort)	W 7 à 8 puis NW 9 à 10 avec fortes rafales (>120 km/h)	W à NW 8 à 9 passagèrement 10 avec fortes rafales (>120 km/h)	W à NW 8 avec fortes rafales	NW 6 à 7 avec fortes rafales
Mer Totale H1/3 en m	5 à 7 m	5 à 6 m	5 à 6 m	5 à 6 m
Mer du vent H1/3 en m	4 à 6 m	W à NW 4 à 5 m	W à NW 3 à 5 m	NW 3 à 5 m
Mer du vent (T en s - L en m)	5/7 s (40 à 75 m)	5/7 s (40 à 75 m)	5/7 s (40 à 75 m)	6/8 s (55 à 100 m)
Houle H1/3 en m	W 5 à 6 m	W 5 à 6 m	WNW 4 à 6 m	W 4 à 6 m
Houle (T en s - L en m)	9/11s (125 à 190 m)	9/11s (125 à 190 m)	10/12 s (155 à 225 m)	10/12s (155 à 225 m)

**OBSERVATIONS ET  
DOCUMENTS  
PHOTOGRAPHIQUES**





CAUTION: REPERFORATED VIEW (UNIFORM PARTICLES)

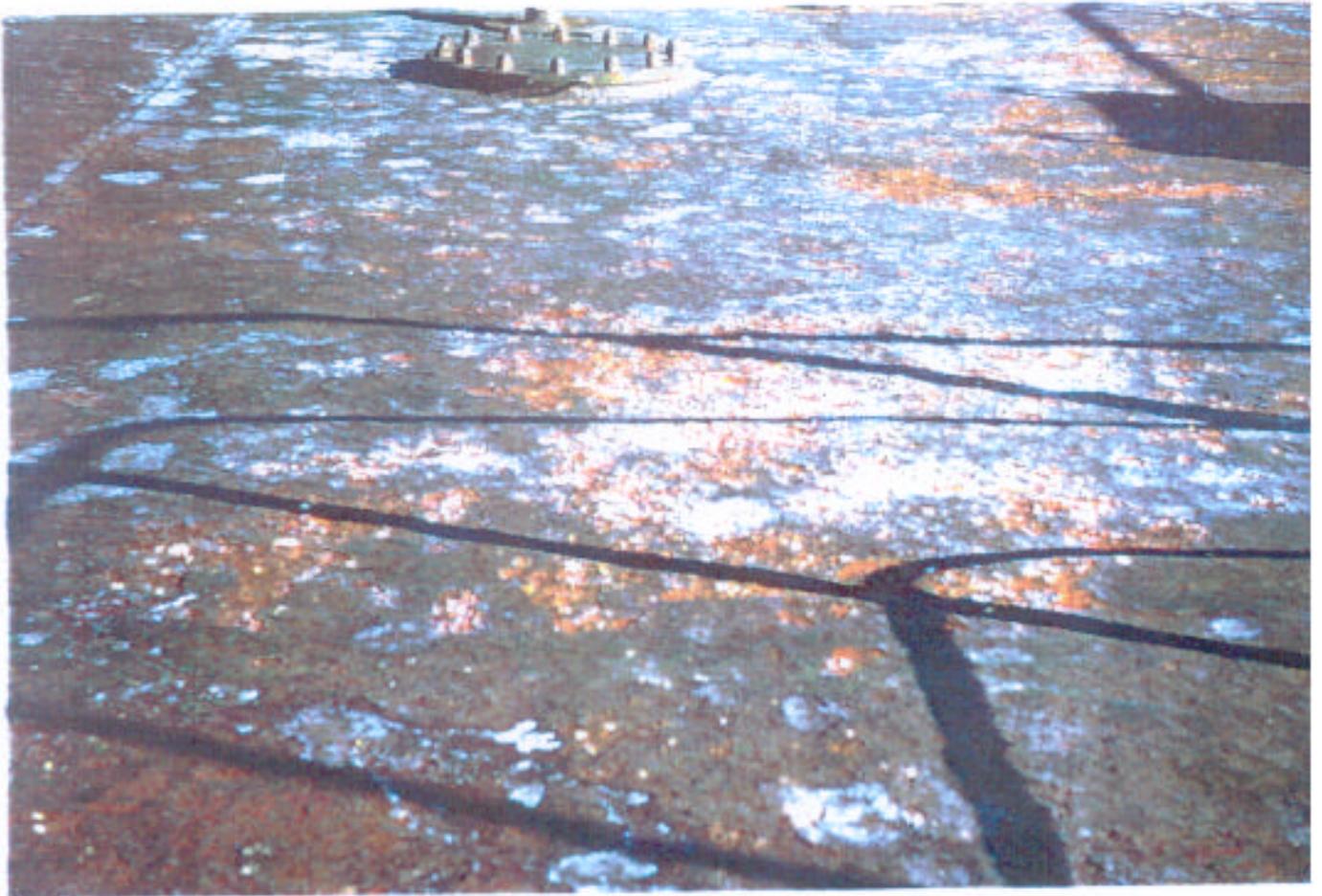
PHOTOS M/V ERIKA SHIP'S FILE 98/IS/10/NA



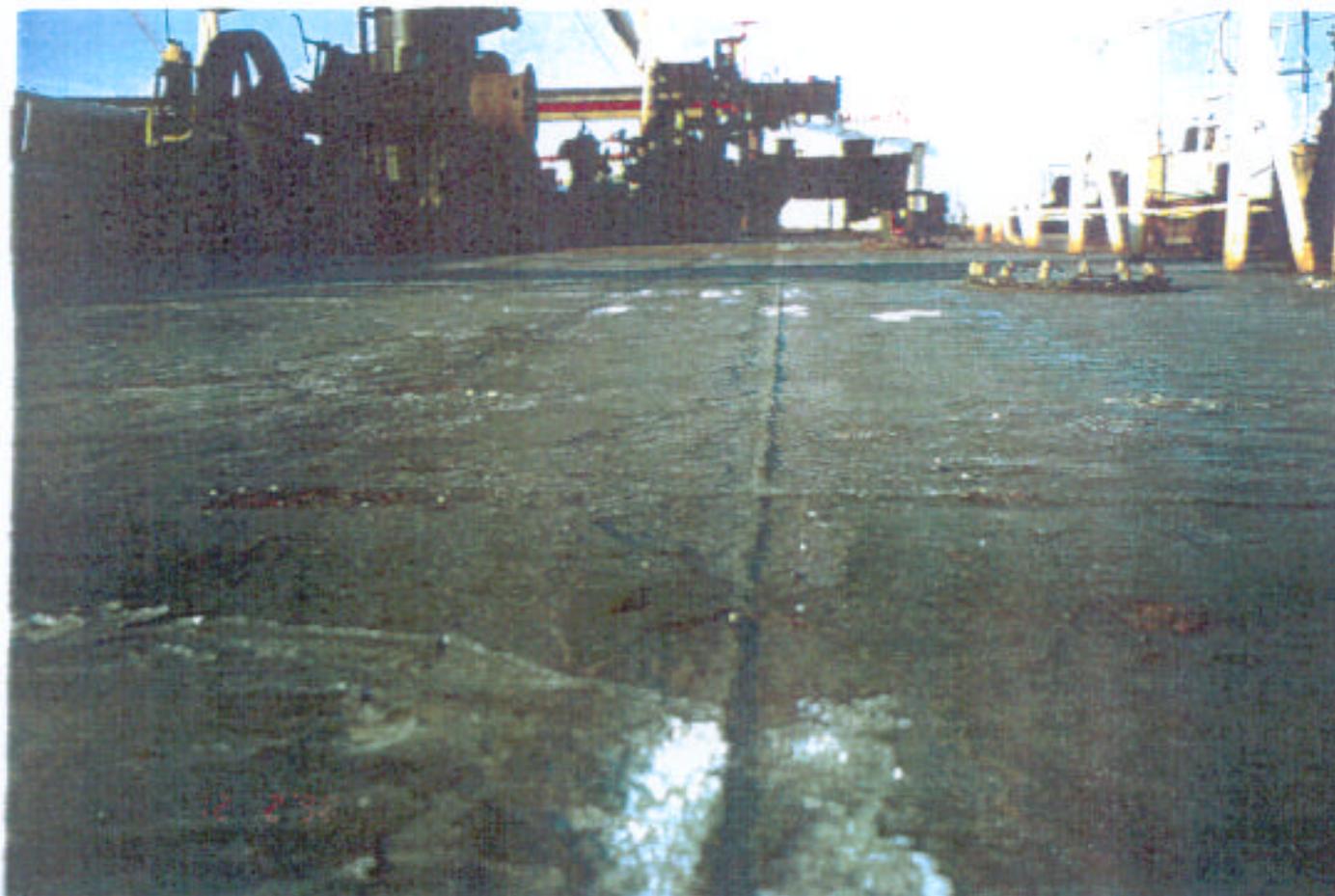
13



PHOTOS M/V ERIKA SHIP'S FILE 98/IS/10/NA







33



34

# **ANALYSES METALLURGIQUES**

**Pour une version complète des analyses  
métallurgiques s'adresser au BEAmer**

# ERIKA

## Elément de Raidisseur

### Résultats d'observations, mesures, contrôles et essais

\*\*\*\*\*

#### I - Généralités

Un élément de cornière métallique à ailes inégales (300 x 85) identifié comme appartenant à l'un des raidisseurs longitudinaux (soit de cloison longitudinale, soit de bordé extérieur) a été remis au Laboratoire des Ponts et Chaussées (Nantes) fin mars 2000. Les figures 1 à 13 montrent l'élément, long de 2,50 mètres, dans l'état d'arrivée au laboratoire.

Des mesures d'épaisseurs résiduelles ont été réalisées à l'aide d'un palpeur à ultrasons suivant cinq lignes. Les ruptures de la liaison soudée raidisseur / bordé ont été observées sans décapage.

Ultérieurement, des coupes métallographiques ont été réalisées selon les indications des photographies (figures 14, 15, 16) fournies par le donneur d'ordres et les faciès de rupture aux deux extrémités de l'élément ont été caractérisés.

L'élément a été tronçonné en cinq coupons (figures 17 - 18). Les coupes ont été utilisées pour faire de nouveaux relevés d'épaisseurs résiduelles (mesures au palmer et pied à coulisse).

Deux éprouvettes ont également été usinées dans l'aile la plus large pour déterminer les caractéristiques mécaniques.

#### II - Observations

Le raidisseur était fixé initialement sur sa tôle support par deux cordons monopasse automatique non pénétrant. Ces cordons de soudure étaient rompus entièrement dans le métal d'apport (figures 17, 18). L'épaisseur du cordon au niveau de la rupture était comprise entre 2,7 et 3 millimètres.

On note également la présence de trois cordons multipasses de huit centimètres environ de longueur, distants de 20 à 25 centimètres sur un seul côté de la liaison raidisseur / tôle. Les ruptures de ces cordons semblent plus récentes ; on note en particulier le relief créé par l'arrachement local de la tôle support (figure 19).

#### III – Structure du métal de base – Analyses chimiques

Les coupes longitudinales et transversales réalisées montrent une structure de ferrite (blanche) et de perlite (foncée) marquant la texture de laminage (figures 20 – 26 – 31 – 32). Les analyses chimiques (tableau 1 ci-dessous) correspondent à un acier de bonne soudabilité.

	C	Mn	Si	S	P	Ni	Cr	Mo	CEV
Ech 1	0,17	0,71	0,044	0,016	0,022	0,014	0,017	≤ 0,002	< 0,33
Ech 2	0,18	0,72	0,044	0,016	0,022	0,014	0,016	≤ 0,002	< 0,33

*Tableau 1 : Analyses chimiques exprimées en pour cent (pourcentage pondéral).*

La grosseur du grain déterminée selon NF A 04-102 est de 10 (grain fin).

Les inclusions présentes (NF A 04.106) sont de type alumine (C2) et sulfure (A4) (acier ordinaire du point de vue teneur en inclusions).

#### IV – Corrosion – Perte d'épaisseur

L'épaisseur d'origine de l'aile de la cornière la moins épaisse estimée au niveau des cordons de soudure était comprise entre 10 et 10,5 mm. Les cordons étaient des zones cathodiques vis-à-vis du métal de base, ils sont peu corrodés.

La surface de l'élément métallique est très irrégulière, les mesures par ultrasons espacées et peu stables ne reflètent que partiellement les pertes d'épaisseurs (tableau 2). De même, les mesures effectuées sur trois coupes transversales du profilé ne rencontrent pas le fond des « cratères » présents (tableau 3). Le tour de l'opercule est dégradé uniformément (épaisseur résiduelle 5 à 6 mm).

Distance (cm)	L1	L2	L3	L4	L5
20	8	7.8	7.7	10.4	10.3
40	8	8	7.9	10.9	10.5
60	8.1	7.6	7.7	10.5	10.3
80	8.2	7.4	8	10.5	10.1
100	8.1	7.8	7.8	10.8	10.7
120	7.2 *	7.6	7.7	10.2	9.9
140	7.9	7.8	7.7	10.4	9.1
160	7.9	7.9	7.2	10.2	10
180	8*	7.7	7.8	10.4	10.4
200	7.5	7.7	7.8	10.2	9.8
220		8	7.6	10.4	9.8
240		8	7.9	10.4	9.9
250 extrémité de la cornière					

Tableau 2 : Epaisseurs résiduelles relevées sur cinq lignes  
 L1, L2, L3 (grande aile du profilé) - L4, L5 (aile courte du profilé)

\* point de mesure légèrement déporté de la ligne L1

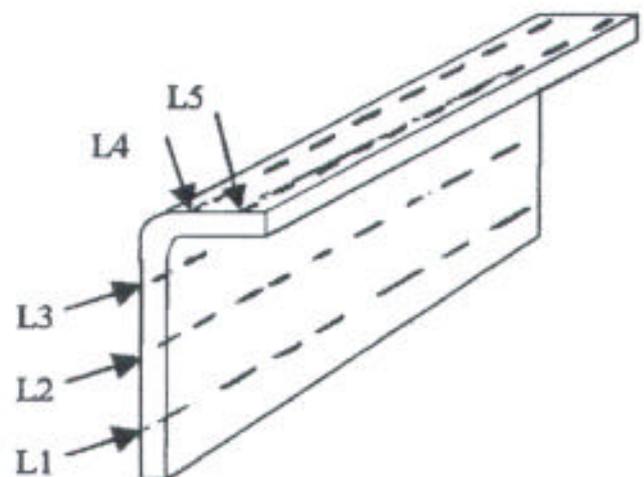
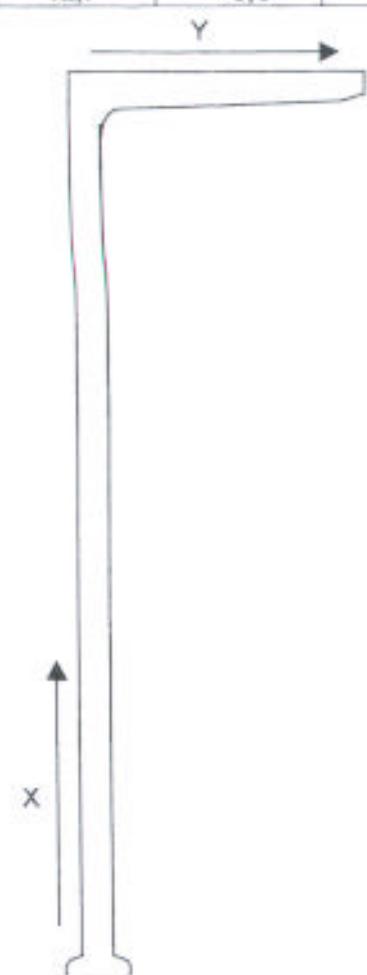


Tableau 3 : Mesures d'épaisseur résiduelles sur trois coupes

Grande aile du profilé				Petite aile du profilé			
Position X mm	Coupe 1	Coupe 2	Coupe 3	Coupe 1	Coupe 2	Coupe 3	Position Y mm
10	10,5	9,9	9,2	15,2	15,2	15,0	20
20	8,8	8,6	8,2	12,8	13,7	13,0	30
30	6,6	8,4	8,2	12,6	13,1	10,9	40
40	7,0	8,1	7,8	13,0	11,8	11,0	50
50	7,2	8,3	7,8	12,8	12,6	11,0	60
60	6,9	8,1	8,1	12,6	12,6	12,0	70
70	6,7	8,3	7,5	12,2	12,7	9,0	80
80	7,4	8,6	7,5				
90	7,7	8,5	8,0				
100	6,8	7,5	8,0				
110	6,8	7,7	7,2				
120	7,6	7,4	7,7				
130	8,4	7,2	7,2				
140	8,6	6,5	8,0				
150	8,6	6,8	7,9				
160	8,6	8,1	7,6				
170	8,9	7,8	7,1				
180	7,4	8,6	8,0				
190	8,0	8,2	7,7				
200	7,7	8,3	7,0				
210	7,2	7,8	7,2				
220	6,9	7,7	8,0				
230	7,4	7,4	8,0				
240	8,2	7,0	8,0				
250	8,0	7,0	7,4				
260	8,2	7,0	7,6				
270	9,2	9,4	9,6				

Ultérieurement, sur une portion d'aile 300 x 300 ont été recherchés visuellement les cuvettes et cratères de dissolution puis, à l'aide d'un palpeur à ultrasons appliqué sur la face opposée, l'épaisseur résiduelle minimale a été recherchée. Compte-tenu de la rugosité des surfaces, seules cinq cuvettes ont donné une mesure valide

Tableau 4 : Epaisseurs résiduelles minimales enregistrées au niveau de cinq cuvettes\*

Cuvette n°	1	2	3	4	5
Epaisseurs minimales en mm	6,3	5,7	5,6	5,7	4,2
Surface estimée des cuvettes mm <sup>2</sup>	400	500	500	400	700

\* Nombre de zones de cratère ou cuvette de corrosion de profondeur « notable » visuellement : 14 (sur la portion d'aile explorée).

## V – Caractéristiques mécaniques

Deux éprouvettes ont été usinées dans le sens long de l'aile la plus large du profilé (figure 36). Pour la première, l'épaisseur a été progressivement réduite jusqu'à ce qu'aucune trace de corrosion ne soit plus visible (épaisseur résiduelle 4,6 mm). Pour la seconde, les surfaces corrodées ont été conservées mais l'épaisseur « efficace » a été déterminée par pesée (valeur : 6,20 mm).

Les valeurs des caractéristiques sont données sur le tableau 5 :

	$\sigma_{Rz}$ N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_{\text{app}2}$ N/mm <sup>2</sup>	A %	Faciès
Eprouvette 1	460	330	23	ductile
Eprouvette 2	436	340	8,3*	ductile

\* rupture amorcée sur un cratère de dissolution.

## VI – Fractographies

La surface de rupture sur site des zones A et B localisées sur le schéma du prélèvement page 6 / 18 ont été examinées par microscopie électronique à balayage.

Les ruptures sont à faciès ductile avec marquage de la texture de laminage

Les ruptures ont été précédées d'une forte déformation plastique (figures 31 et 32).

## VII – Résumé des observations

La perte d'épaisseur de la grande aile de la cornière analysée est de 25 % en moyenne avec des pertes locales de 50 %.

L'acier de base est un acier de construction soudable de type S 235 ou S 275.

Les surfaces de ruptures de la cornière présentent un faciès ductile.

La liaison soudée par deux cordons d'angles de la cornière / raidisseur à sa tôle support rompue antérieurement a été réparée par des cordons multipasses discontinus qui ont cédé par arrachement de la tôle support.

L'Agent chargé des essais



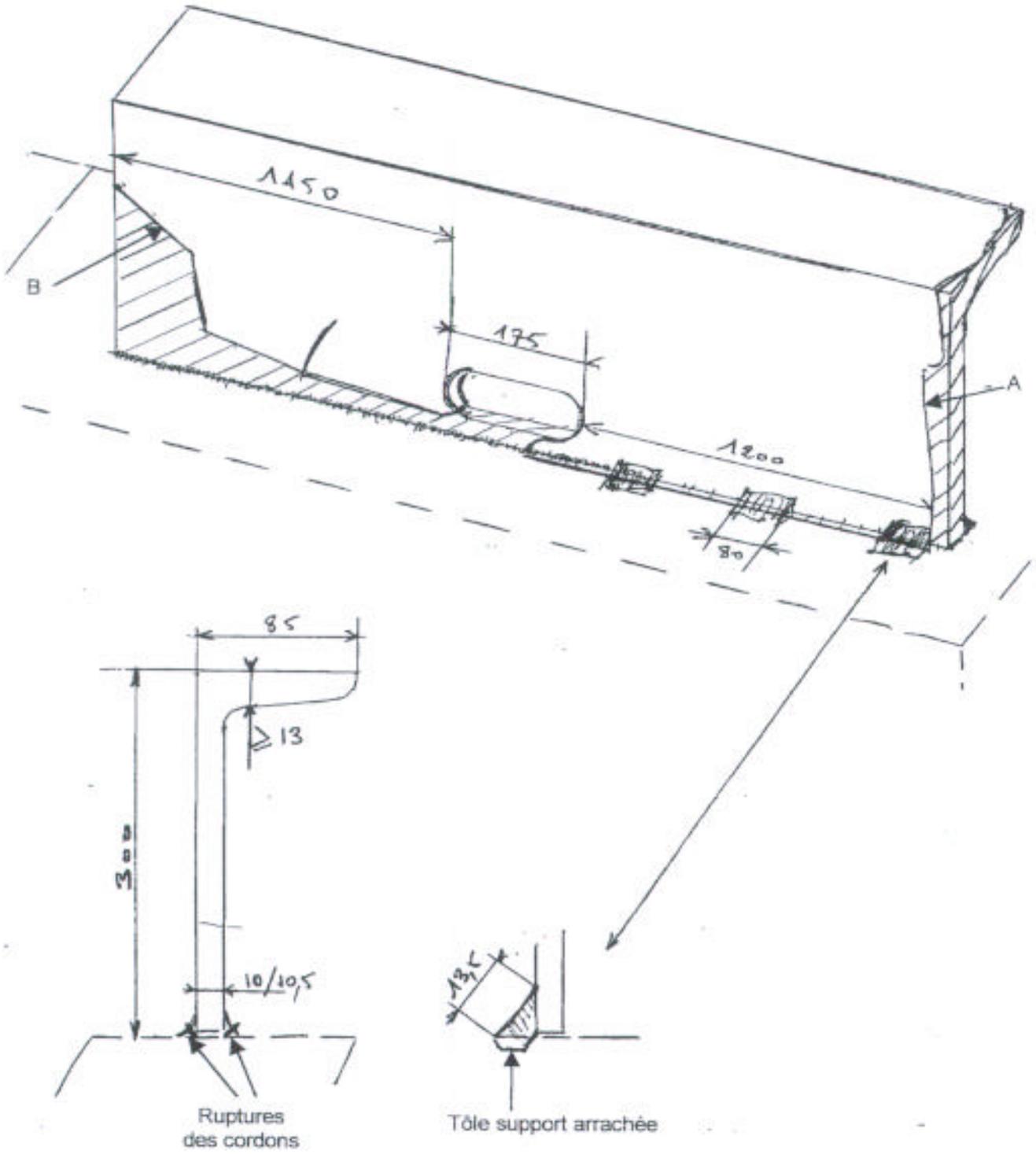
L. LETELLIER

Le Responsable des essais



P. BREVET

Prélèvement (Schéma)  
Achetée : partie non présente (déchirée).



*Figures 1 – 2 – 3 – 4 – 5* : Vues générales du prélèvement – opercule ouvert – déformation permanente importante – présence d'hydrocarbures noirs adhérents – marques bleues au droit des cordons de soudure discontinus (« réparations »).





*Figure 19 :*

*Lignes marquant l'arrachement de la tôle support au droit des cordons de réparation de la liaison raidisseur / tôle.*



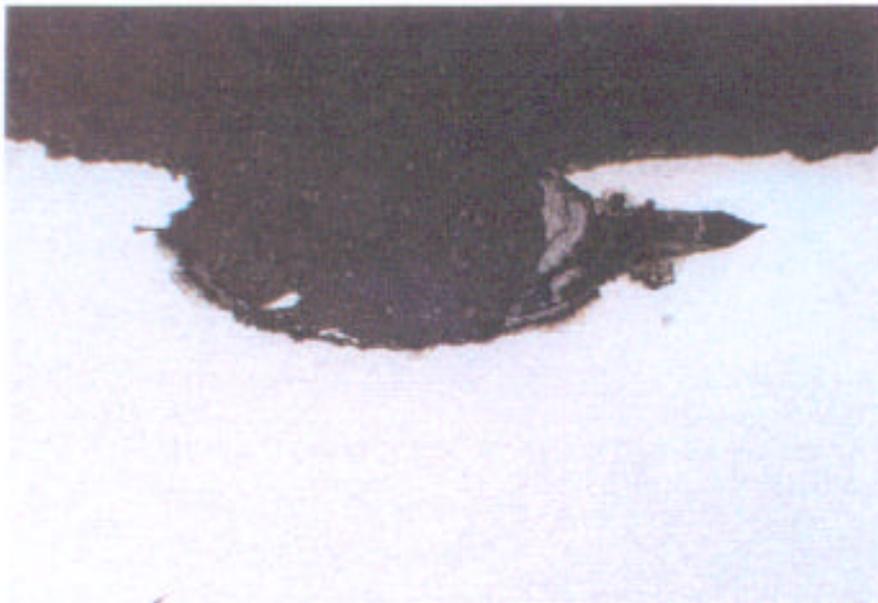
*Figure 20 :*

*Coupe L – Grande aile – G x100  
Ferrite (claire) – Perlite (tâches noires) – alignements marquant le laminage.*



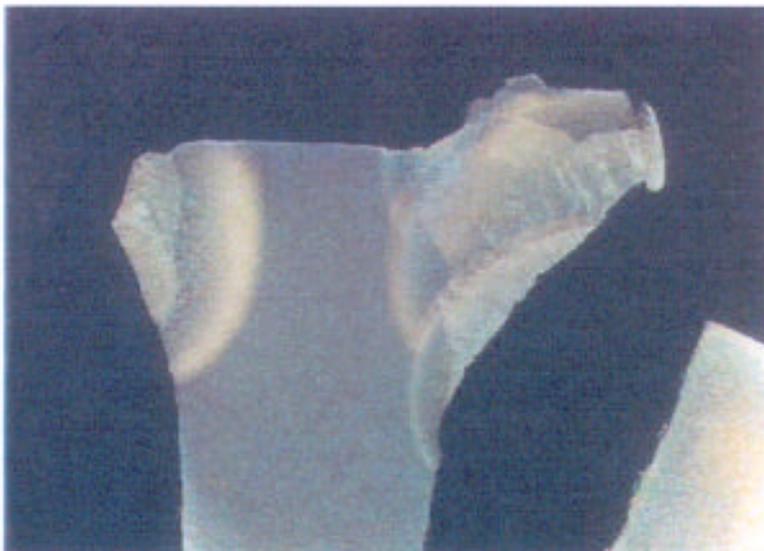
*Figure 21 :*

*Coupe L – G x 100  
Inclusions de type alumine (C2) et sulfure (A4).  
Les sulfures sont les inclusions allongées.*



*Figure 22 :*

*Cratère de corrosion observé sur la coupe 5 (G x 15) – profondeur 2 mm.*



*Figure 23 :*

*Coupe 1 transversale – G x 3.7  
A gauche, cordon d'origine rompu avant réparation : cordon multipasse de droite.*

2193 CORNIERE C1 T

+3.7



*Figure 24 :*

*Coupe 1 – G x 20  
Cordon d'origine bipasse rompu.*



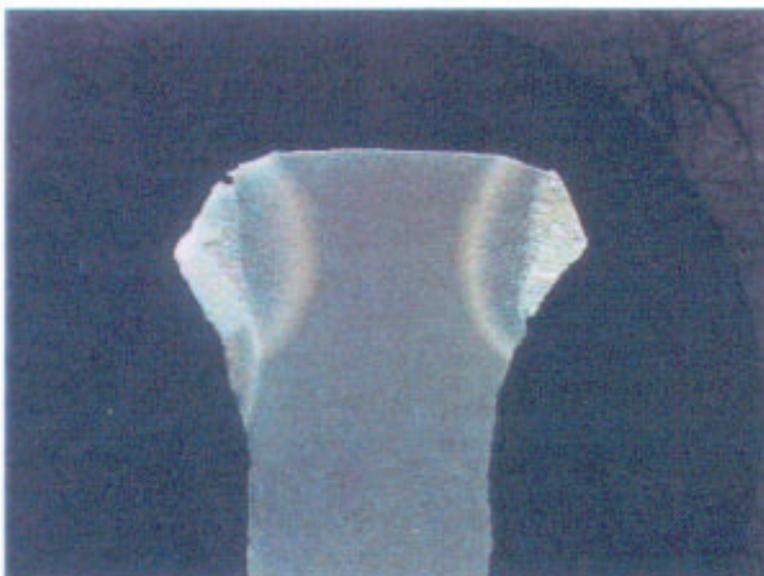
*Figure 25 :*

*Coupe 1 – G x 15  
Cordon de réparation avec un  
fragment de tôle  
Support arraché.*



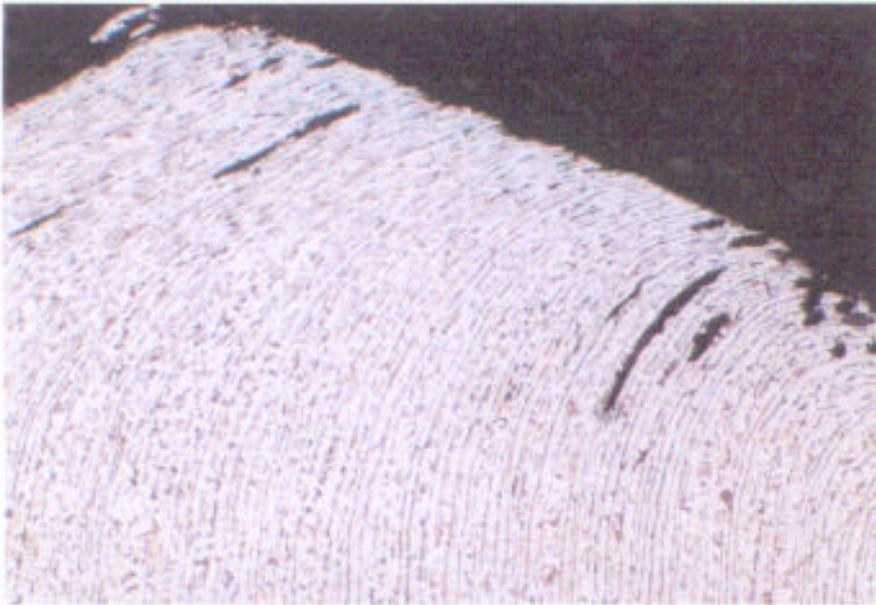
*Figure 26 :*

*Coupe 1 – G x 100  
Structure de la tôle support  
(détail de la figure 25)*



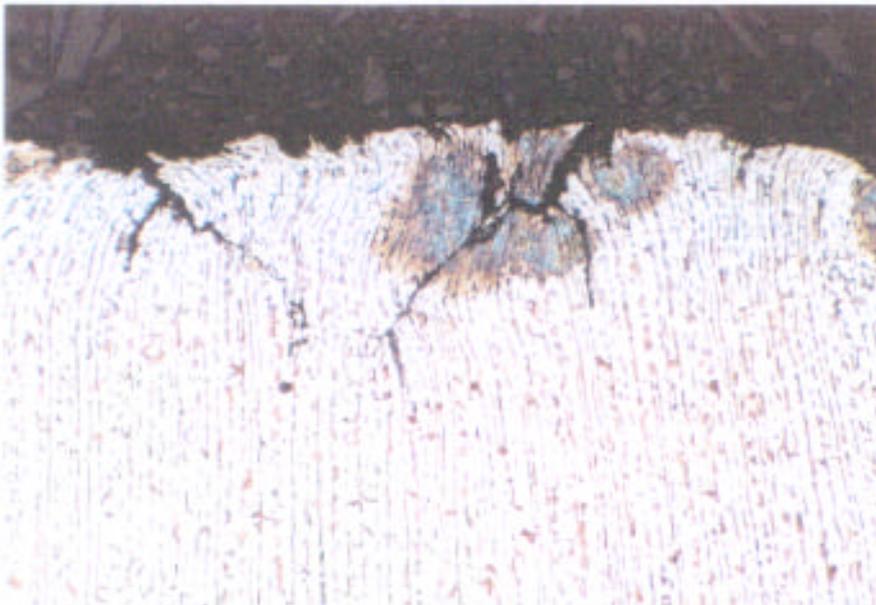
*Figure 27 :*

*Coupe 2 – G x 3,7  
Cordons d'origine rompus avant  
réparation : 1 cordon  
monopasse, un cordon bipasse.*



*Figure 31 :*

*Coupe 4 – G x 100  
Déchirure du profilé après  
déformation plastique.*



*Figure 32 :*

*Coupe 5 – G x 100  
Arrachement du métal après  
déformation plastique.*

## E R I K A

## Coupons de perçage des épaves avant et arrière

\*\*\*\*\*

I - Désignations

Les coupons Ø 184 percés en leur centre Ø 32 reçus étaient emballés dans des sacs ou chiffons portant les repères et commentaires suivants :

Réception 1<sup>er</sup> envoi

Notation : liste des numéros et commentaires portés sur les échantillons.

- Carton BEA / mer 1 :
  - SV1 ERIKA 09/06/00
  - SV2 Kestrel 11/06/00
  - P3 ERIKA 10/06/00
  - P4 Kestrel 10/06/00 « As found very dirty »
  - « P5 » ERIKA Kestrel 11/06/00
  - P6 Kestrel coupon This is as found, IE : very dirty
  - W4 ERIKA 10/06/00 comporte dépôt de soute « brut de perçage »
  
- Carton BEA / mer 2 :
  - W2 Kestrel
  - W3 ERIKA coupon 08/06/00
  - D2 Kestrel
  - P1 Kestrel 09/06/00
  
- Carton BEA / mer 3 :
  - P5 ERIKA Kestrel 11/06/00
  - P7 ERIKA Kestrel 11/06/00
  - P8 ERIKA 12/06/00
  - EX3 ERIKA Kestrel Not oil clean
  - SV3 ERIKA Kestrel 12/06/00
  - W5 ERIKA 12/06/00
  
- Carton BEA / mer 4 :
  - EX1 ERIKA 13/06/00
  - EX2 ERIKA
  - # 2 STERN
  - # 3 STERN
  - # 4 STERN ERIKA
  - # 8 HPA 17/06/00 00 :52
  - # 9 HPA 17/06/00 10 :20
  - # 10 17/06/00
  - # 11 17/06/00 19 :10
  - # 28 HPA 17/06/00 6 :30
  - N5 STERN
  - ? ?-1B ERIKA 15/06/00

### Réception 2ème envoi

Notation : liste des numéros et commentaires portés sur les échantillons.

- Coupon « A » n. i. AR
- Coupon « B » n. i. AR
- Coupon « C » n. i. AR
- Coupon HPA 6 AR 26/6/00 19h50
- Coupon HPA 7 AR
- Coupon # 12 AR 25/06/2000 19h10
- Coupon # 13 AR 25/06/2000 17h30
- Coupon HPA 14 26/06/2000 01h21
- Coupon HPA # 16 26/06/2000 03h07
- Coupon HPA 25 30/06/2000 03h15

### II – Observations

Les prélèvements ont été dégraissés et nettoyés soit à l'aide de trichloroéthane soit à l'aide d'un dégraissant industriel.

Les observations globales sont portées sur les tableaux suivants et illustrées par les clichés photographiques joints en fin de compte-rendu.

N°	Face	Observations
P 3	Externe	Nombreux cratères $\varnothing$ 5 à 10 mm. Restes de peinture dans les cratères (rouge et noir).
	Intérieur	Croûte noire sur surface non peinte - surface peu dégradée (dissolution uniforme).
SV 1	Externe	Cratères nombreux allongés et alignés $\varnothing$ 1 à 10 mm. Traces de revêtement rouge et noir dans les cratères.
	Intérieur	Croûte noire recouvrant des « cuvettes » de plusieurs centimètres carrés. Sous la croûte, trace de produit poudreux gris.
W 4	Externe	Cratères très nombreux jointifs. Restes de peintures rouge et noire.
	Intérieur	Croûte noire non soluble. Trois cuvettes profondes et étendues. Présence de poudre grise (reste de peinture ?) sous la croûte noire.
P 4	Externe	Peintures superposées rouge, grise, noire. Piqûres et cratères de corrosion de 1 à 20 mm <sup>2</sup> . 5 ou 6 cratères profonds.
	Intérieur	Croûte d'oxydes et pétrole noire. Quelques cratères $\varnothing$ 5 à 10 mm de corrosion.
P 6	Externe	Composé de 2 tôles soudées (19 et 14 mm d'épaisseur). Cratères de corrosion nombreux avec peintures grise et rouge. Cordon de soudure creusé en pied.
	Intérieur	Cuvettes de dissolution 5 à 20 cm <sup>2</sup> couvertes d'une croûte noire. Caniveau en pied de soudure sur tôle d'épaisseur 14 mm.
SV 2	Externe	Peinture grise sur peinture rouge. Corrosion généralisée. Quelques crevasses de surface $\approx$ 1 cm <sup>2</sup> .
	Intérieur	Cuvettes de corrosion de 2 à 10 cm <sup>2</sup> profondes de 1 à 2 mm. Croûtes d'oxydes et pétroles noires adhérentes.

P 7	Externe	Peintures épaisses gris, jaune, rouge. Peinture rouge adhérente sur une surface très rugueuse (corrodée).
	Intérieur	Croûtes d'oxydes et pétrole. Larges cuvettes de corrosion (2 à 10 cm <sup>2</sup> ) peu profondes (0,5 mm).
SV 3	Externe	Peintures grise, rouge, jaune, adhérentes sur surface très rugueuse (corrosion antérieure).
	Intérieur	Croûte noire adhérente. Deux cratères de corrosion 5 cm – profondeur 2 mm.
EX 3	Externe	Prélèvement sans pétrole couvert de rouille rouge. Rouille peu adhérente – piqûres et cratère de corrosion.
	Intérieur	Rouille adhérente. Reste de peinture couleur rouge.
W 5	Externe	Peintures grise, rouge, noire, adhérentes sur surface présentant des cratères de corrosion.
	Intérieur	Croûte noirâtre adhérente. Petites cuvettes de corrosion.
P 2	Externe	Peintures sur surface corrodée 1 cuvette de corrosion 5 cm <sup>2</sup> profondeur 1,5 mm.
	Intérieur	Croûte noire oxydes + pétrole. 3 cuvettes profondes de 5 mm. Le reste de la surface est plan : corrosion uniforme.
W 2	Externe	Peinture rouge. Petits cratères de corrosion (Ø 1 à 3 mm) alignés.
	Intérieur	Croûte noirâtre peu adhérente. Très grande surface corrodée : 30 cm <sup>2</sup> - Profondeur atteignant 5 mm. Une autre zone moins profonde de 10 cm <sup>2</sup> .
# 2	Externe	Avant décapage : peinture verte. Après décapage : une zone corrodée qui était sous la peinture environ 4 cm <sup>2</sup> , profondeur 1 à 2 mm.
	Interne	Après décapage : la découpe s'est faite sur une zone de variation d'épaisseur, corrosion généralisée, couche d'oxyde ou autre noire.
# 4	Externe	Avant décapage : peinture verte Après décapage : Trois zones de corrosion, profondeur 1 à 2 mm, 4 à 5 cm <sup>2</sup>
	Interne	Après décapage : corrosion généralisée par piqûres, couche d'oxyde ou autre noire
# 9	Externe	Avant décapage : peinture verte. Après décapage : sous peinture deux zones de dissolution, 1 à 2 cm <sup>2</sup> sur une faible profondeur, 1 mm maxi.
	Interne	Après décapage : peinture brune restée, pas de corrosion
# 10	Externe	Avant décapage : peinture verte Après décapage : sous peinture grande zone de dissolution environ 15 cm <sup>2</sup> peu profonde puis d'autres plus petites, profondeur 1 à 2 mm
	Interne	Après décapage : corrosion légère généralisée. Pas de peinture

# 11	Externe	Après décapage : Forte dissolution sur plusieurs zones, profondeur 4 mm maxi. Au centre de la plaque, il y a eu meulage avant ponçage.
	Interne	Après décapage : corrosion généralisée légère, quelque couche d'oxyde ou autre.
EX1	Externe	Avant décapage : peinture rouge Après décapage : reste peinture rouge et grise, nombreuses piqûres, prof 2 mm, Ø 7 mm.
	Interne	Après décapage : corrosion généralisée plus piqûres, couche oxyde (ou autre) noire.
EX2	Externe	Après décapage : corrosion généralisée par piqûres avec deux zones de quelques cm <sup>2</sup> plus profondes, jusqu'à 3 mm.
	Interne	Après décapage : corrosion généralisée avec couche d'oxyde noire. On observe sous la couche quelques piqûres.
P1	Externe	Après décapage : résidus peinture rouge, corrosion généralisée par piqûres peu profondes.
	Interne	Après décapage : quelques piqûres, profondeur 1 mm, couche d'oxyde noire.
P5	Externe	Avant décapage : peinture rouge Après décapage : corrosion généralisée par piqûre, profondeur 1 à 2 mm.
	Interne	Après décapage : Corrosion généralisée par piqûres ou dissolution, couche noire.
« P5 »	Externe	Sans décapage : propre, résidu de peinture, corrosion importante par piqûres, profondeur 2 à 3 mm.
	Interne	Sans décapage : dissolution importante par plaque. Dessous les couches d'oxydes, on trouve de la poudre rouge.
P8	Externe	Avant décapage : peinture rouge Après décapage : Corrosion importante par petites piqûres + zone dissolution 10 cm <sup>2</sup> , 2 mm de profondeur.
	Interne	Après décapage : en assez bon état, quelques petites piqûres.
??-1B	Externe	Avant décapage : peinture verte, rouge. Après décapage : reste moitié de peinture rouge, 1 zone 4-5 cm <sup>2</sup> corrodée peu profonde.
	Interne	Après décapage : couche oxyde toute surface.
28	Externe	Avant décapage : peinture verte, rouge, jaune. Après décapage : Reste résidu peinture, 2 zones de corrosion 1/3 surf + 2 sur 4 cm <sup>2</sup> , profondeur 2 mm max.
	Interne	Après décapage : couche d'oxyde très fine.
# 8	Externe	Avant décapage : peinture verte, rouge en partie présente. Après décapage : corrosion sur ¼ surface, profondeur 3 mm maxi.
	Interne	Corrosion légère généralisée.

N 5	Externe	Avant décapage : peinture verte, rouge, jaune peu présente / moins de la moitié. Après décapage : corrosion importante sur grande surface, profondeur 2 mm maxi.
	Interne	
# 3	Externe	Après décapage : 1 zone corrosion 2-3 cm <sup>2</sup> , profondeur 1 mm maxi.
	Interne	Oxyde sur toute la surface.

A	Externe	Avant décapage : peinture verte, rouge. Après décapage : corrosion sur quelques cm <sup>2</sup> , profondeur 1 mm maxi.	
	AR	Interne	Après décapage : couche d'oxyde faible.
B	Externe	Avant décapage : peinture verte, rouge Après décapage : corrosion importante sur ¼ surface, profondeur 5 mm maxi.	
	AR	Interne	Après décapage : corrosion généralisée par piqûres, couche d'oxyde .
C	Externe	Avant décapage : peinture verte à 1/2, rouge, jaune. Après décapage : Bon état, juste 2-3 piqûres, profondeur 1/2 mm maxi.	
	AR	Interne	Après décapage : quelque oxyde, corrosion généralisée par piqûres, sur 1/5 surface corrosion plus importante.
6	AR	Externe	Avant décapage : Reste quelques cm <sup>2</sup> de peinture verte. Après décapage : résidu de peinture dans zones corrodées, ¼ surface, profondeur 1 mm maxi.
		Interne	Après décapage : oxyde fin, piqûres sur la demi surface.
7	AR	Externe	Avant décapage : peinture verte, rouge jaune en partie enlevée. Après décapage : nombreuses zones de corrosion, profondeur 2-3 mm, résidu de peinture dans ces zones.
		Interne	Après décapage : piqûres sur environ 70 % dont la moitié plus importante, oxyde sur 1/5.
12	AR	Externe	Avant décapage : peinture verte, rouge. Après décapage : reste ¼ peinture verte, nombreuses piqûres, profondeur 1 mm maxi.
		Interne	Après décapage : quelques petites piqûres, peinture noire sur toute la surface.
13	AR	Externe	Avant décapage : peinture verte, rouge à 70 %. Après décapage : bon état..
		Interne	Après décapage : bon état.
14	AR	Externe	Avant décapage : 2 cm <sup>2</sup> de résidu de peinture verte, rouge. Après décapage : corrosion sur 10 cm <sup>2</sup> , profondeur 2 mm maxi.
		Interne	Après décapage : corrosion généralisée par piqûres de petites dimensions.
16	AR	Externe	Avant décapage : 70 % peinture verte, rouge. Après décapage : 2 zones quelques cm <sup>2</sup> corrosion, profondeur 2 mm maxi.
		Interne	Après décapage : Corrosion sur 70 % par piqûres, profondeur 1 mm maxi.

25 AR	Externe	Avant décapage : 95 % peinture verte, rouge. Après décapage : résidu couche fine peinture rouge, corrosion importante sur ¼ en plusieurs zones, profondeur 4 mm maxi.
	Interne	Après décapage : corrosion légère généralisée par piqûres.

### III – Analyses chimiques – métallographie

L'acier de base des coupons repérés 8 et 9 a été analysé. La structure de ces mêmes coupons a été observée sur des coupes transversales.

Le tableau suivant donne les résultats des analyses chimiques :

Prélèvement N°	C %	M <sub>n</sub> %	S <sub>i</sub> %	S %	P %	N <sub>i</sub> %	C <sub>r</sub> %	M <sub>o</sub> %	V %	C <sub>n</sub> %
9	0,19	0,56	0,23	0,011	0,013	0,037	0,043	0,002	0,036	0,051
10	0,15	0,73	0,20	0,013	0,014	0,012	0,009	0,002	0,005	0,018

Les aciers de base ont une structure composée de grains de ferrite et de perlite avec, pour le coupon 9, présence de bainite en surface (face peu corrodée) liée à un refroidissement rapide sans doute après laminage (figures 1, 2, 3 et 4). Le coupon 9 contient des impuretés type sulfures (A 3) et type oxydes globulaires D 3 (selon NF 04 106). Le coupon 10 contient des impuretés de type sulfure (A 2).

Les tailles de grain (NF 04 102) sont respectivement de 8 (coupon 9) et 7 (coupon 10). Ce sont des tailles de grain moyen, le grain du coupon 9 étant plus fin que celui du coupon 10.

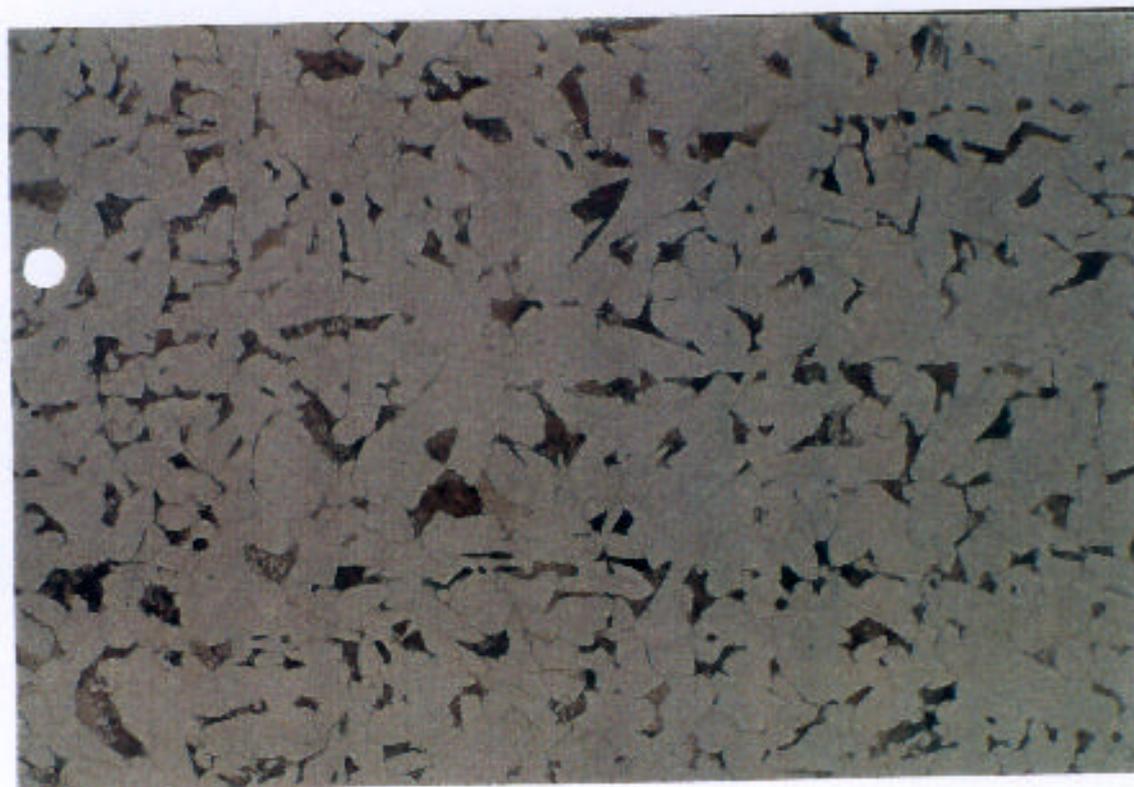
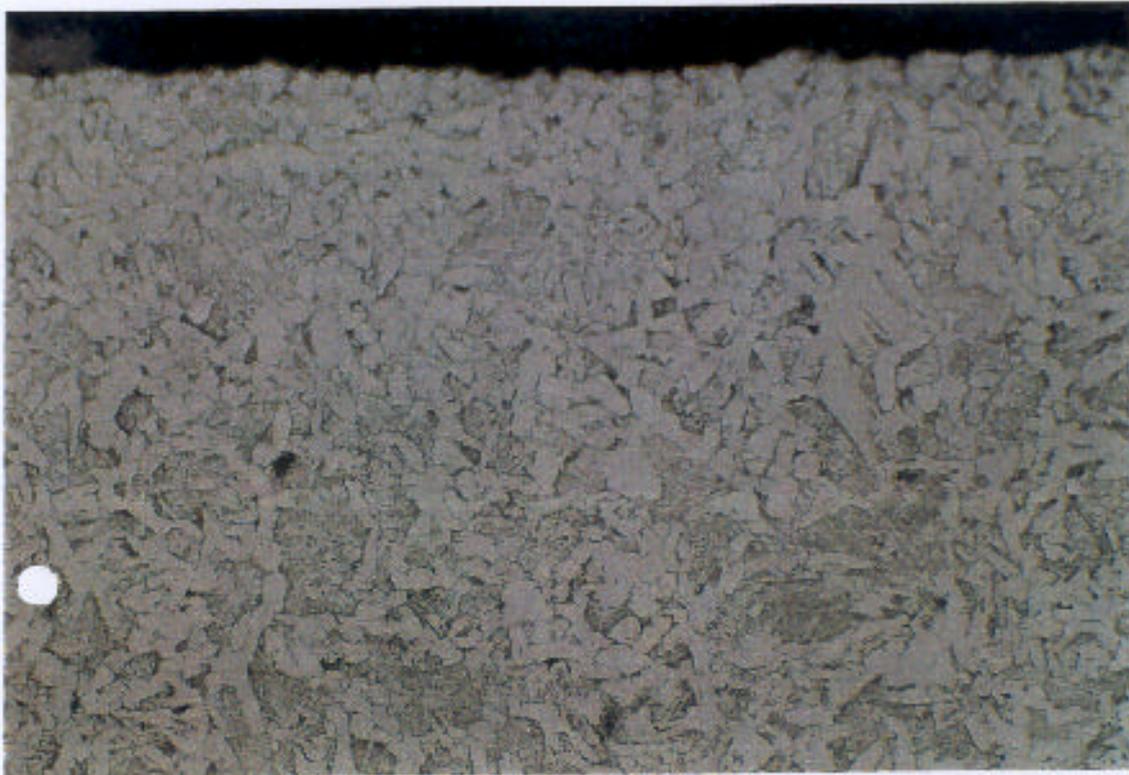


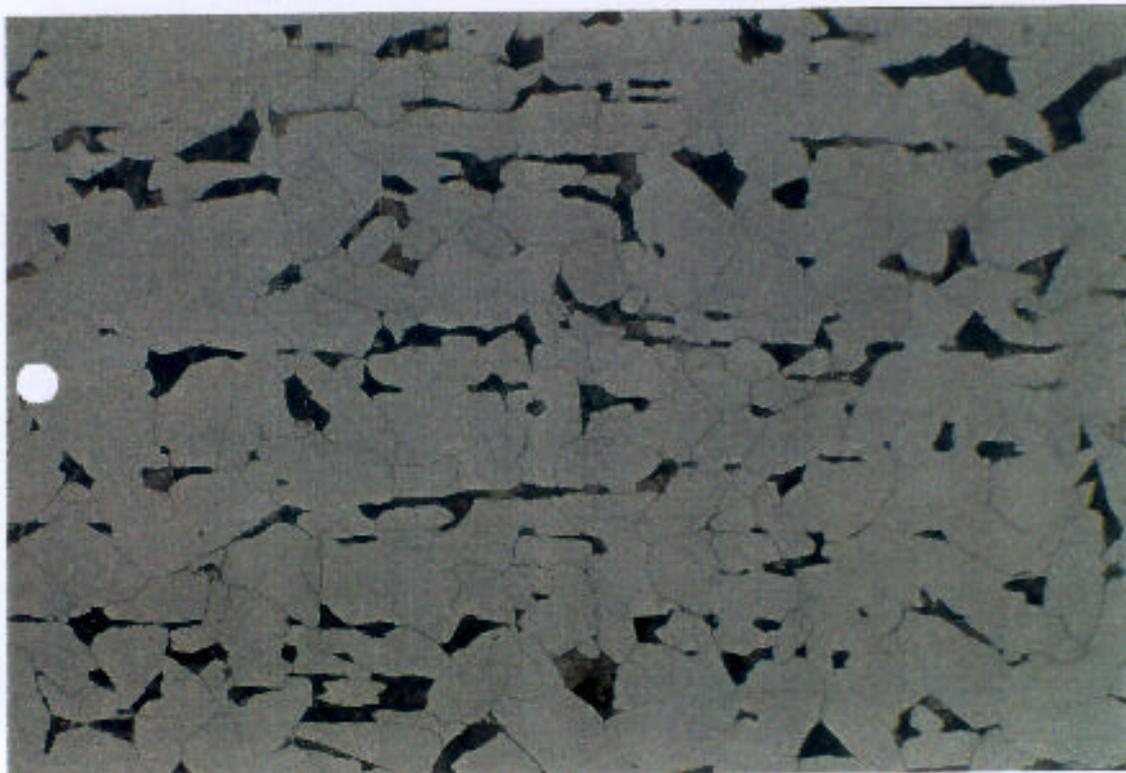
Figure 1 :

Coupon 9 – GX 500  
 Attaque Nital  
 Ferrite (claire)  
 Perlite (sombre).  
 Texture en bande  
 (laminage).



*Figure 2 :*

*Coupon 9 – GX 500  
Attaque Nital  
Surface interne  
Ferrite (claire)  
Bainite (grise).*



*Figure 3 :*

*Coupon 10 – GX 500  
Attaque Nital  
Ferrite (claire)  
Perlite (sombre)  
Texture en bande.*

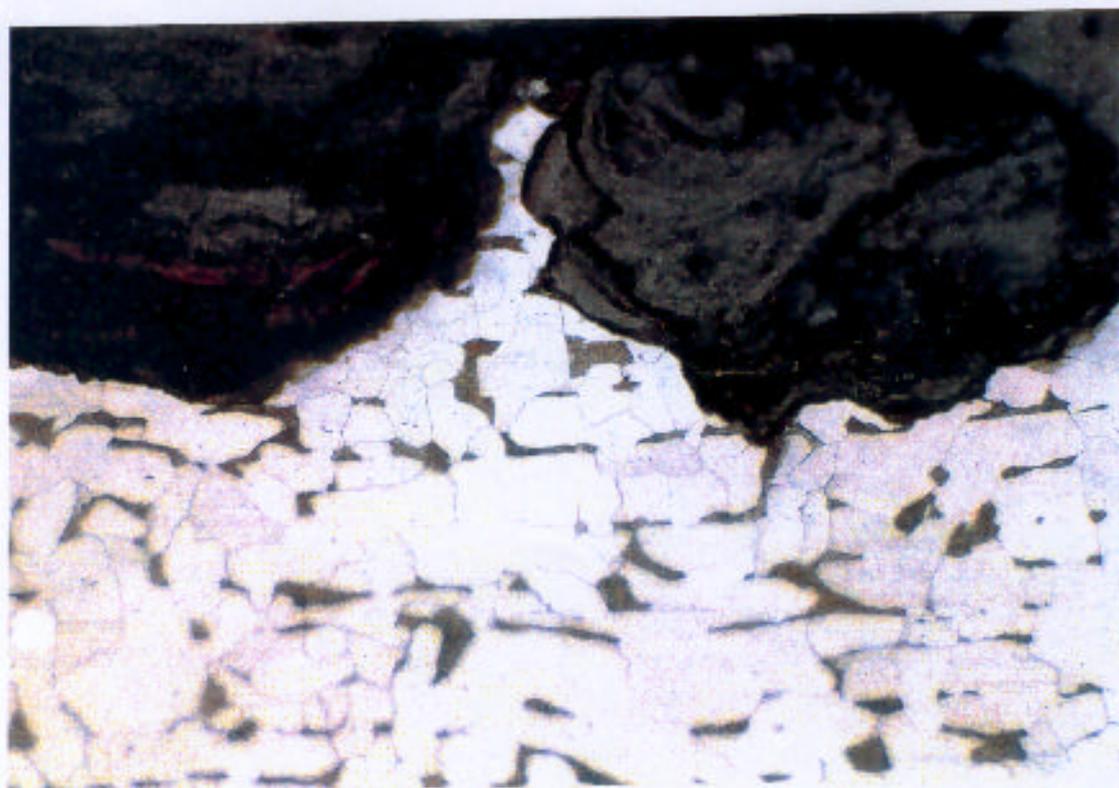


Figure 4 :

Coupon 10 – GX 500  
 Attaque Nital  
 Surface corrodée.  
 Texture et structures  
 identiques à celles de  
 la figure 3.

#### IV – Epaisseurs – état de surface

La très grande majorité des coupons d'acier présentent des crevasses ou cuvettes de corrosion sur les deux faces. Des mesures d'épaisseur à l'aide d'un palpeur par ultrason ont été effectuées ponctuellement sur onze coupons avec mesure de la profondeur des cuvettes de corrosion les plus marquées.

Le tableau suivant donne les résultats de ces mesures :

Coupon repéré	Epaisseurs locales en mm						Profondeur des cuvettes de corrosion en mm	
≠ 2	10,9	11,3	11,3	11,1	8,5			2,1
≠ 4	11,6	11,7	11,5	11,7				2,3
≠ 9	12,6	12,8	12,9	12,6	12,5			/
≠ 10	12,6	12,6	12,6					2,5
≠ 11	11,6	10,6	7,9	8,6	7,2	7,1		/
Ex 1	19,8	19,7	18,5	19,4	18,8		Ext 2,2	Int 1,8
Ex 2	19,0	19,1	19,2					4,0
P 1	18,8	18,7	17,6	18,8	18,6			/
P 5	16,8	17	16,6	15,2				1,5
« P 5 »	17	14,1	17,2	14,4				3
P 8	13,5	17,2	16,3	16,6	15,5			3

Ces résultats peuvent être comparés aux valeurs d'épaisseurs moyennes déterminées par pesées (après mesure des masses de peintures / oxydes / bavures de découpe sur un coupon type : SV 3) portées sur le tableau suivant :

Repère	Epaisseur mm	Repère	Epaisseur mm
P 1	18,1	≠ 3	12,1
P 3	16,6	≠ 4	11,2
P 4	18,2	≠ 8	14,8
« P 5 »	14,6	≠ 9	12,6 **
P 6	*	≠ 10	12,6 **
P 7	17,9	≠ 11	9,5
P 8	15,0	≠ 28	15,2
SV 1	17,4	N 5	15,4
SV 2	17,8	? ? 1 B	12,5
SV 3	16,8	A AR	16,7
W 2	16,3	B AR	15,3
W 3	17,3	C AR	14,7
W 4	14,7	6 AR	15,2
W 5	18,2	7 AR	13,8
D 2	17,2	12 AR	16,1
Ex 1	18,0	13 AR	15,9
Ex 2	17,8	14 AR	9,3
Ex 3	17,3	16 AR	16,5
≠ 2	11 **	25 AR	15,8

\* Coupon composé de deux tôles soudées bout à bout.

\*\* Résultats ultrasons.

Les pertes d'épaisseur moyennes ne montrent pas les pertes locales (cratères / cuvettes de dissolution qui peuvent atteindre 4 à 5 millimètres de profondeur).

### V – Résumé des observations

Les coupons observés ont des états de surface très dégradés par la corrosion. Les couches de peinture recouvrent des cratères de profondeur notable. Les surfaces intérieures couvertes d'oxydes et hydrocarbures adhérents présentent également une dégradation importante par cuvettes de dissolution (surfaces plus importantes que les « cratères »).

Les aciers de base sont des aciers de construction soudables de propreté (taux d'inclusions) ordinaire (pas de taux d'inclusion élevé).

*Nota :*

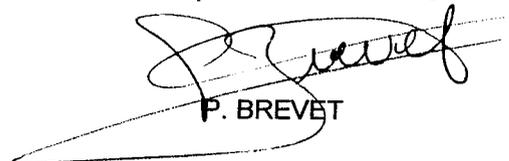
Les peintures extérieures sont riches en cuivre (dépôt de cuivre sur les zones d'acier nu lors du décapage acide du coupon SV 3).

L'Agent chargé des essais



L. LETELLIER

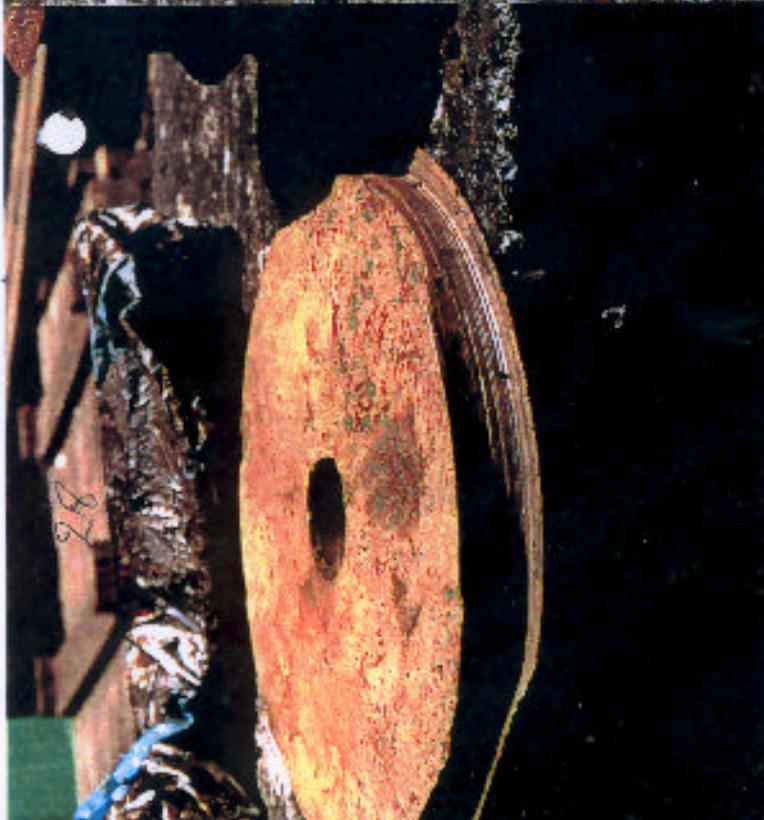
Le Responsable des essais

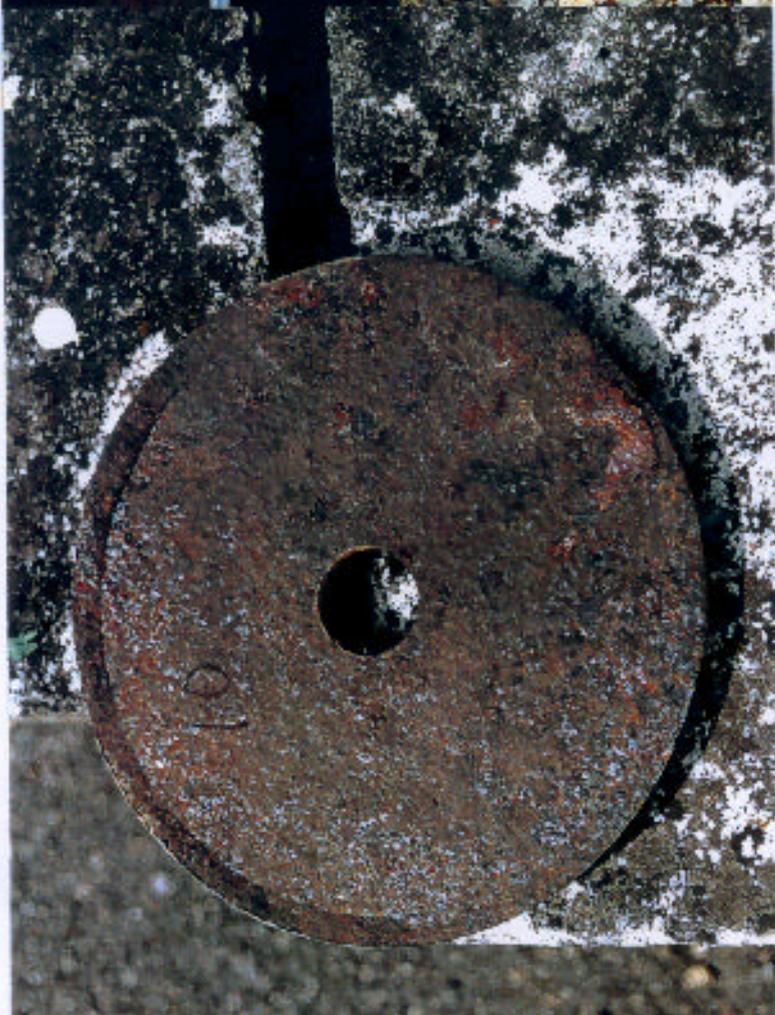


P. BREVET

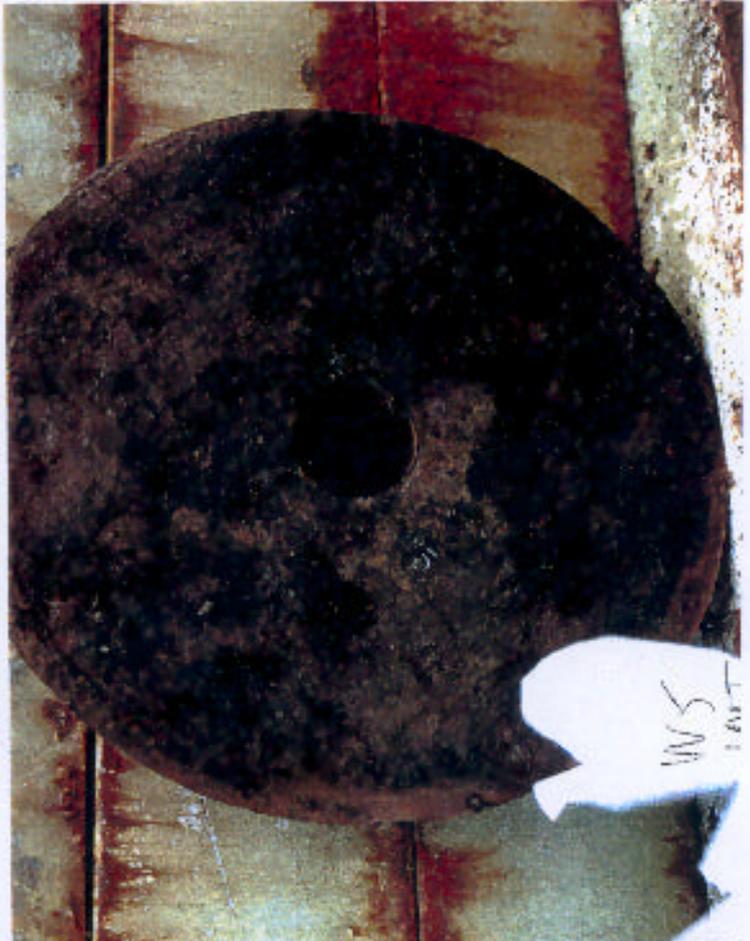












# Epave avant : pièces provenant du bordé de fond

coupon	citerne	position	épaisseur neuveage	mesure 1		mesure 2		mesure 3		remarques
				valeur mm	usure %	valeur mm	usure %	valeur mm	usure %	
EX1	SBT 2 S	73-74	18,00	18,40	-2,2	18,30	-1,7	17,80	1,1	emplacement théorique: tôle de quille; bon état général, mais usure importante (?); fuel corrosion sur 2 faces; peinture corrosion généralisée faible
P1	COT 2 C	73-74	23,50	18,50	21,3	17,70	24,7	17,70	24,7	
P2	COT 2 C	73-74	18,00	18,20	-1,1	13,70	23,9	13,25	26,4	
EX2	SBT 2 P	73-74	18,00	18,60	-3,3	15,30	15,0	16,20	10,0	
SV1	COT 1 S	76-77	18,50	17,50	5,4	17,00	8,1	15,60	15,7	
P3	COT 1 S	77-78	18,50	18,23	1,5	15,70	15,1	14,27	22,9	
W4	COT 1 S	78-79	18,50	16,40	11,4	11,65	37,0	14,95	19,2	
P6	COT 1 S	79-80	18,50	18,35	0,8	18,60	-0,5	12,20	34,1	deux épaisseurs différentes avec joint de soudure; mesure 4 : 12,6 (31,9%)
W3	COT 1 C	75-76	18,50	18,00	2,7	14,50	21,6	16,17	12,6	pitting généralisé à l'extérieur, traces de peinture
P4	COT 1 C	77-78	18,50	18,85	-1,9	16,35	11,6	16,50	10,8	extérieur, peinture; intérieur, 2 ou 3 gros chancres
SV3	COT 1 C	80-81	18,00	18,80	-4,4	17,50	2,8	17,60	2,2	corrosion faible sur les deux faces; extérieur, peinture
W5	COT 1 C	81-82	18,00	18,85	-4,7	18,55	-3,1	18,45	-2,5	extérieur, corrosion généralisée peu marquée, peinture; intérieur peu corrodé
P8	COT 1 C	81-82	18,00	15,85	11,9	13,60	24,4	14,10	21,7	extérieur, 2 couches de peinture visibles : brun, chancres étendus
W2	COT 1 P	74-75	18,50	17,90	3,2	14,15	23,5	13,40	27,6	extérieur, chancres oblongs mono-directionnels marqués; peinture
P5	COT 1 P	77-78	18,50	14,05	24,1	12,80	30,8	14,60	21,1	provenant du 4 <sup>e</sup> paquet; intérieur, rouille en plaque; extérieur, corrosion généralisée - NB 6
P5	COT 1 P	77-78	18,50	15,05	18,6	14,40	22,2	15,00	18,9	provenant du 6 <sup>e</sup> paquet; assez bon état, chancres peu marqués - NB 6
SV2	COT 1 P	78-79	18,50	18,65	-0,8	16,50	10,8	16,40	11,4	extérieur, faible pitting généralisé; intérieur, chancres
P7	COT 1 P	79-80	18,50	18,40	0,5	18,00	2,7	17,80	3,8	assez bon état
EX3	FI	82-83	17,00	18,80	-10,6	16,85	0,9	17,50	-2,9	peu de corrosion

NB 1 : P, puits de production; W, injection d'eau; SV, soupape de sécurité; EX, trou d'exploration

NB 2 : la face extérieure a été brossée par les plongeurs avant installation des vannes; certaines rondelles ont encore des traces d'anti-fouling rouge

NB 3 : une perte ou usure négatives signifient que la tôle d'origine est plus épaisse que sur le plan (en général, sur-épaisseur)

NB 4 : de façon générale, les mesures concernent la "zone courante" représentative de l'épaisseur et deux zones chancrées

NB 5 : coupon P6, la plus grande épaisseur est rejetée à l'intérieur, 2 mesures sur chaque partie

NB 6 : 2 coupons identifiés P5,

# Epave arrière : pièces provenant du pont

coupon	position	épaisseur neuvage	mesure 1		mesure 2		mesure 3		remarques
			valeur mm	usure %	valeur mm	usure %	valeur mm	usure %	
1	slot S 50-51	16,00	13,40	16,3	11,60	27,5	12,70	20,6	ext. , bon état avec un seul chancre peu marqué; int., corrosion généralisée int., forte sur-épaisseur sur le bord ?; ext., bord de bande jaune (passage de pont) + vert - NB 6 bon état, seul un chancre peu marqué à l'extérieur - NB 6
2	slot S 50-51	16,00	11,50	28,1	9,35	41,6			
3	slot S 51-52	16,00	12,90	19,4	10,80	32,5			
4	slot S 51-52	16,00	12,30	23,1	10,20	36,3	10,60	33,8	
5	COT 5 C 52-53	16,00	17,00	-6,3	13,30	16,9	14,10	11,9	couverte de fuel, chancrée des deux côtés, forte diminution d'épaisseur extérieur, 2 couches de peinture visibles: anti-corrosive (rouge), verte ( finition) ext. 2 couches peinture visibles, surface bonne mais une zone corrodée; int. impeccable
8	COT 5 C 55-56	16,00	16,00	0,0	11,90	25,6	12,30	23,1	
28	COT 5 C 56-57	16,00	16,10	-0,6	11,70	26,9	11,70	26,9	
9	SBT 4 S 57-58	16,00	12,40	22,5	12,50	21,9	12,20	23,8	très bon état, semble neuve, surement pas 16 à l'origine; extérieur, peinture - NB 6
11	COT 3 S 58-59	16,00	5,90	63,1	11,70	26,9	8,00	50,0	mesure 4 : 7,4 (5,4 %); rondelle très malade, avec un chancre étendu et profond au milieu de pièce
10	COT 4 C 59-60	16,00	12,60	21,3	11,20	30,0	11,20	30,0	

NB 1 : la face extérieure a été brossée par les plongeurs avant installation des vannes

NB 2 : la face extérieure a visiblement été sablée et recouverte de peinture (sous-couche rouge, anti-corrosive; finition verte)

NB 3 : de façon générale, les mesures concernent la "zone courante" représentative de l'épaisseur et deux zones chancrées

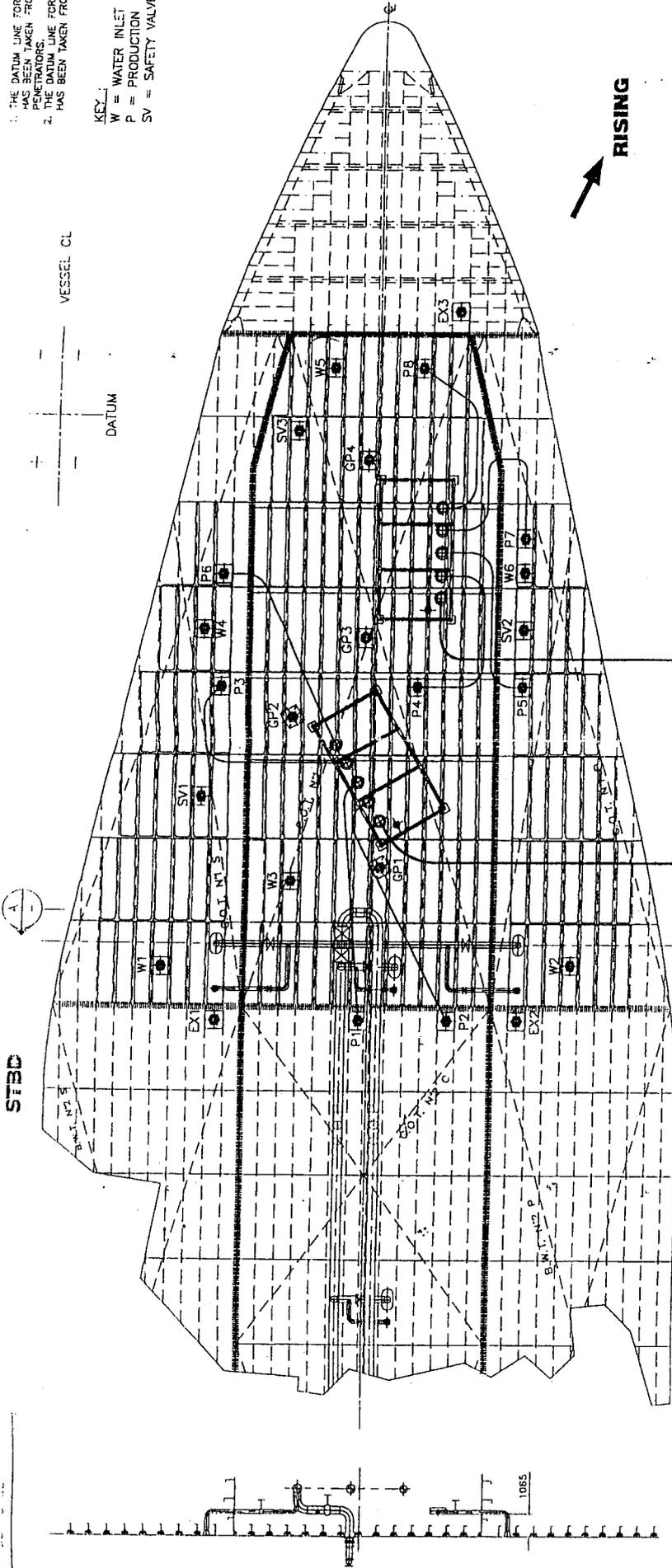
NB 4 : une perte ou usure négatives signifient que la tôle d'origine est plus épaisse que sur le plan (en général, sur-épaisseur)

NB 5 : coupon 2, cette rondelle présente sur la face intérieure une forte sur-épaisseur en bordure non identifiée (lisse, raidisseur ?)

NB 6 : coupon 9, cette tôle est quasiment intacte ce qui laisse supposer que l'épaisseur d'origine n'est pas 16, mais probablement 12; raison: changement de tôle

1. THE DATUM LINE FOR HORIZONTAL DIMENSIONS HAS BEEN TAKEN FROM CENTRELINE OF HULL PENETRATORS.
2. THE DATUM LINE FOR VERTICAL DIMENSIONS HAS BEEN TAKEN FROM VESSEL C.L.

KEY:  
 W = WATER INLET  
 P = PRODUCTION  
 SV = SAFETY VALVE

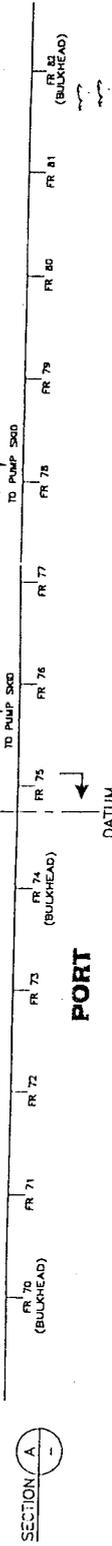


FOR INFORMATION

CUSTOMER: TOTAL FINA S.A.  
 SKID: \_\_\_\_\_ DATE: \_\_\_\_\_  
 CUSTOMER DRAWING NUMBER: MLA-OFF - DR - U - 106  
 Stolt Offshore Limited

PROJECT: ERIKA CARGO  
 NEW TRANSITION PROJECT  
 VESSEL FRONT SECTION  
 DECK ARRANGEMENT OF  
 PIPE MANIFOLD AND UMBILICALS

CAD REDUCED PLOT



GUIDE POSTS		
IDENTITY	DISTANCE X (m)	DISTANCE Y (m)
GP1	3.470	-0.405
GP2	10.245	3.555
GP3	13.720	0.395
GP4	21.570	0.395

EXPLORATORY		
IDENTITY	DISTANCE X (m)	DISTANCE Y (m)
EX1	-3.100	6.675
EX2	-3.100	-6.675
EX3	25.170	-3.535

SAFETY VALVES		
IDENTITY	DISTANCE X (m)	DISTANCE Y (m)
SV1	6.575	7.460
SV2	14.075	-6.675
SV3	22.850	3.425

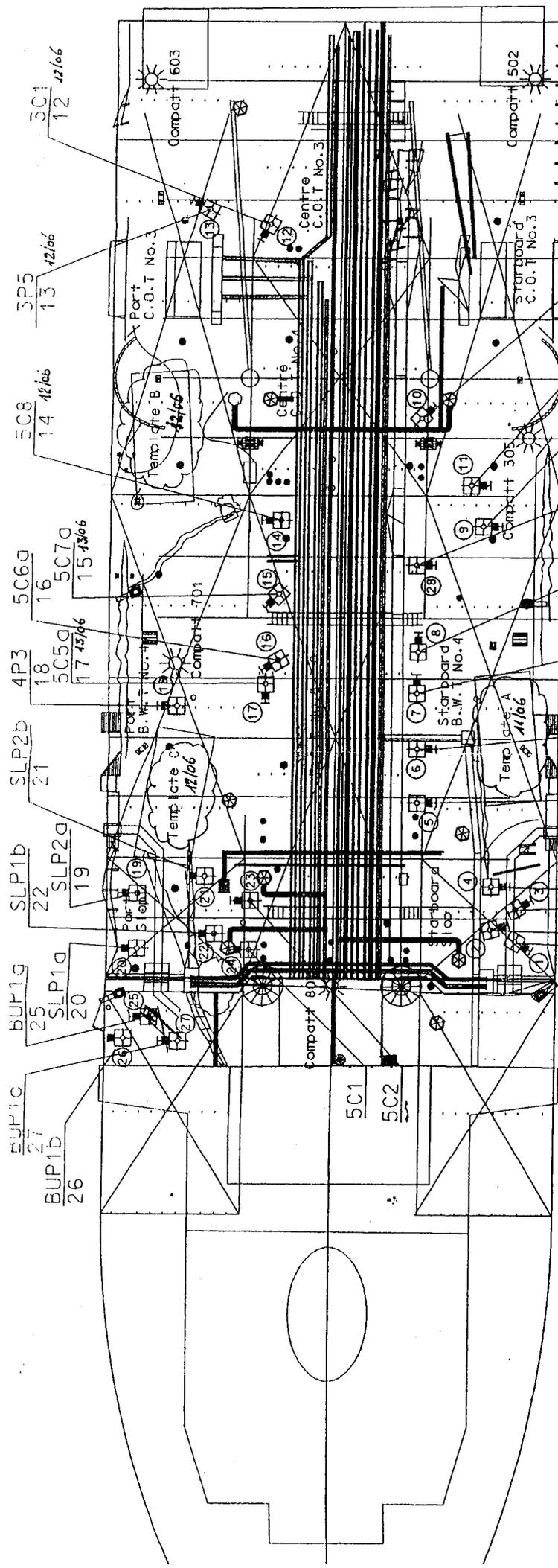
WATER INJECTION		
IDENTITY	DISTANCE X (m)	DISTANCE Y (m)
W1	-1.025	9.050
W2	-0.925	9.030
W3	2.825	3.535
W4	14.075	7.460
W5	25.615	1.965
W6	16.630	-6.675

PRODUCTION		
IDENTITY	DISTANCE X (m)	DISTANCE Y (m)
P1	-3.400	0.395
P2	-3.400	-3.535
P3	11.600	6.675
P4	11.600	1.965
P5	16.650	-6.675
P7	18.145	6.595
P8	25.615	-1.965

THE DRAWING IS THE PROPERTY OF STOLT OFFSHORE LIMITED. IT IS TO BE USED ONLY FOR THE PROJECT AND VESSEL IDENTIFIED HEREIN. IT IS NOT TO BE REPRODUCED, COPIED, OR TRANSMITTED IN ANY FORM OR BY ANY MEANS, ELECTRONIC OR MECHANICAL, INCLUDING PHOTOCOPYING, RECORDING, OR BY ANY INFORMATION STORAGE AND RETRIEVAL SYSTEM, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF STOLT OFFSHORE LIMITED.

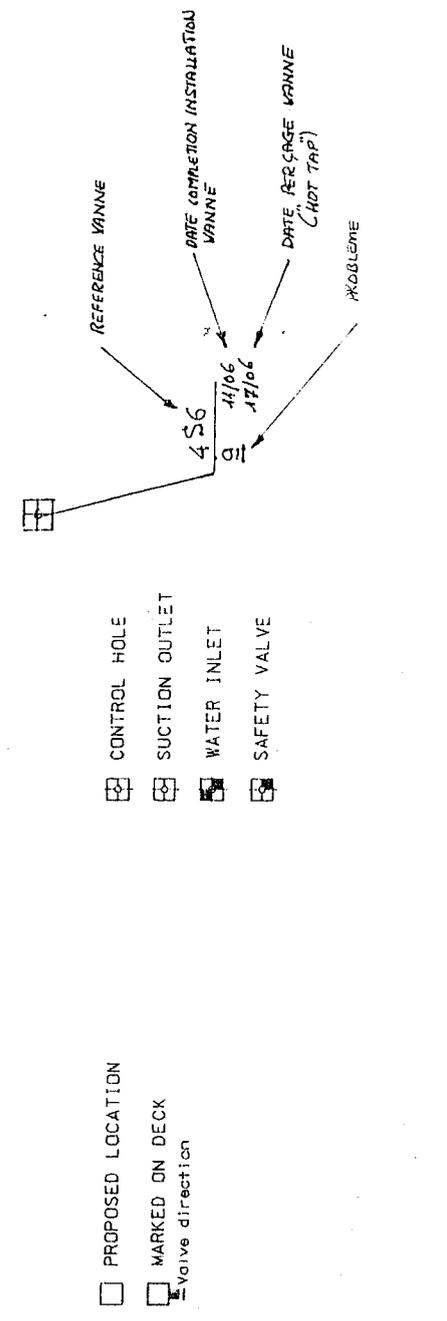
SCALE: 0-150mm = 1:0  
 ANGLE: 30°/45°/90°/120°/135°/150°  
 DIMENSIONS: 1:50  
 DIMENSIONS: 1:50  
 DIMENSIONS: 1:50  
 DIMENSIONS: 1:50

REVISIONS: \_\_\_\_\_  
 APPROVALS: \_\_\_\_\_  
 TITL: REFERENCE DRAWING



SUCTION OUTLET Number: 13	CONTROL HOLE Number: 16	WATER INLET Number: 5	SAFETY VALVE Number: 4
P1a 404245.903	4P3 404252.637	BUP1c 404247.194	BUP1b 404244.018
5) 5223531.817	(18) 5223550.178	(27) 5223529.873	(26) 5223530.941
P1b 404251.122	456 404273.895	SLP2b 404251.514	SLP1a 404246.290
2) 5223535.818	(9) 5223555.885	(21) 5223539.467	(20) 5223536.221
S1a 404267.74	3P5 404262.64	SLS1b 404269.051	SLS2a 404268.506
1) 5223531.417	(13) 5223579.31	(11) 5223530.307	(4) 5223534.049
1 404252.910	4C2 404271.913	5C5b 404267.162	5C7b 404269.271
4) 5223534.283	(10) 5223563.437	(7) 5223546.927	(28) 5223554.678
52b 404269.612	351 404273.83	5C6b 404267.947	
1) 5223532.25	(11) 5223558.54	(8) 5223549.438	
22a 404247.231	3C1 404265.973		
3) 5223539.546	(12) 5223577.763		
2 404253.807			
5) 5223537.238			
3 404265.389			
1) 5223540.260			
4b 404266.267			
1) 5223543.603			
5a 404258.252			
7) 5223550.025			
5a 404259.382			
3) 5223551.252			
7a 404260.517			
3) 5223555.247			

**LEGENDE**



COMPATT Number: 5	PROPOSED LOCATION
807 404257.29	404257.29
5223530.69	5223530.69
112.8m	112.8m
701 404253.26	404253.26
5223552.78	5223552.78
116.7m	116.7m
305 404278.07	404278.07
5223560.42	5223560.42
116.0m	116.0m
603 404261.26	404261.26
5223588.62	5223588.62
112.8m	112.8m
502 404284.34	404284.34
5223580.19	5223580.19

## E R I K A

### Elément de profilé en L reconstitué

\*\*\*\*\*

#### I - Généralités

Un élément (initialement plat) de profilé en L reconstitué provenant de l'épave de l'ERIKA a été remis au LCPC pour examens (photographies en annexe).

Les principales particularités de l'élément sont :

- sa largeur non constante : de 14 cm à 15,5 cm d'une extrémité à l'autre,
- la présence d'une soudure (cordons interpénétrés) de continuité du plat,
- la présence de deux lignes de métal d'apport ayant été des soudures d'angle de reconstitution du profilé en L ;
- la présence d'un cordon renforcé au niveau de la soudure de continuité pour la liaison des deux ailes du profilé et la présence à ce niveau d'un petit élément de métal ayant appartenu à la grande aile du L ;
- la présence d'un cordon de soudure multipasse d'environ 8 cm à l'une des extrémités de l'élément plat (sur la face opposée aux soudures de liaison entre les deux ailes du L). Ce cordon rompu présente un relief fibreux d'arrachement : sa rupture a été provoquée lors du naufrage ou de l'extraction de la pièce.

#### II - Examens

Le plat a été tronçonné à proximité du cordon transversal de continuité (figure 1) pour mettre en évidence la fissure observée sur le cordon.

D'autres coupes ont été également pratiquées dans d'autres sections des cordons de soudure « courants ».

La figure 2 montre la coupe d'une partie courante du plat. Les deux cordons de fixation des ailes du profilé sont des cordons monopasse. Les surfaces de rupture sont situées dans le métal déposé. L'observation au microscope à balayage des surfaces montre que la rupture (fissuration) de l'un des cordons (rupture à 45°) (figure 3) est ancienne et que l'autre (rupture à « 90° ») est plus récente ; le relief de la surface de rupture révèle des traces de fibrage (figure 4).

La figure 5 montre qu'à proximité de la soudure de continuité du plat, les cordons de soudures étaient multipasses :

- un cordon (1) bipasse rompu dans le métal d'apport : rupture amorcée à la racine du cordon,
- un cordon (2) à 4 ou 5 passes plus épais présentant un début de propagation de fissure à la racine (figure 6).

On remarque que la rupture du cordon (1) et la fissuration du cordon (2) se sont produites sans déformation plastique de la liaison entre ailes du profilé, ce qui montre que les ruptures sont probablement des ruptures par fatigue des cordons peu épais (2, 3 à 3,1 mm).

#### III - Conclusion

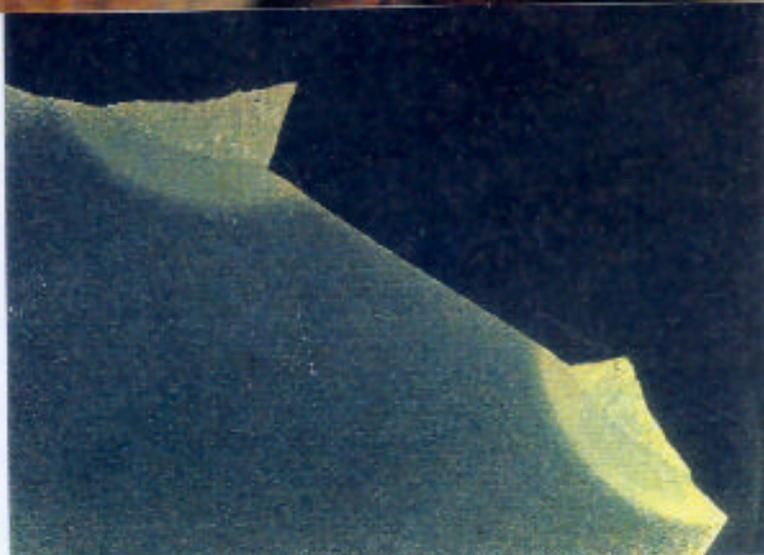
Sur l'élément (aile) de cornière reconstituée soumis à examens, on note :

- une perte d'épaisseur des plats d'environ 4 mm,
- la rupture des cordons de soudure monopasse ou bipasse de liaison entre les ailes du L reconstitué dont l'une au moins était antérieure au naufrage car la surface de rupture ne présentait plus de relief identifiable et ne s'accompagnait pas de déformation plastique notable.



*Figure 1 :*

*Coupes du plat dans la zone de raboutage (cordon de continuité). Présence d'une petite partie du second plat formant L. Fissure du cordon de soudure sans déformation plastique notable.*



*Figure 2 :*

*G X 3,7  
Coupe de la partie courante du plat : deux cordons de soudure monopasse rompus dans le métal d'apport (rupture à « 45° » et rupture à « 90° »). Amorces de rupture à la racine des cordons. Dissolution marquée de la tôle en pied des cordons.*



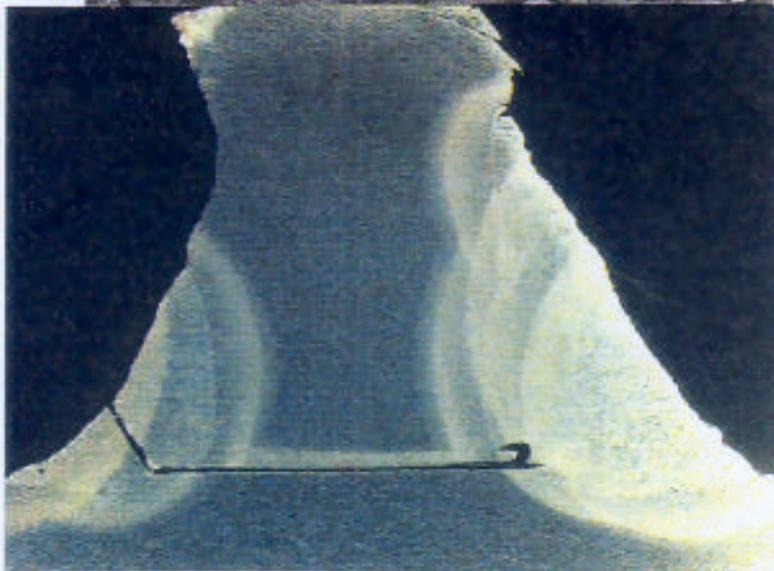
*Figure 3 :*

*Surface de rupture du cordon à « 45° » dégradée par l'oxydation.*



*Figure 4 :*

*Surface de rupture  
 du cordon à « 90° »  
 présentant des  
 traces de fibrage non  
 détruites par la  
 corrosion*



*Figure 5 :*

*Coupe de la liaison  
 entre les deux plats  
 (zone de raboutage) :  
 cordons multipasses  
 dont un rompu et un  
 début de propagation  
 de fissure à la racine  
 du second (figure 6).*



*Figure 6 :*

*G X 50  
 Détail de la racine du  
 cordon non rompu :  
 souffure et fissure.*

## ANNEXE

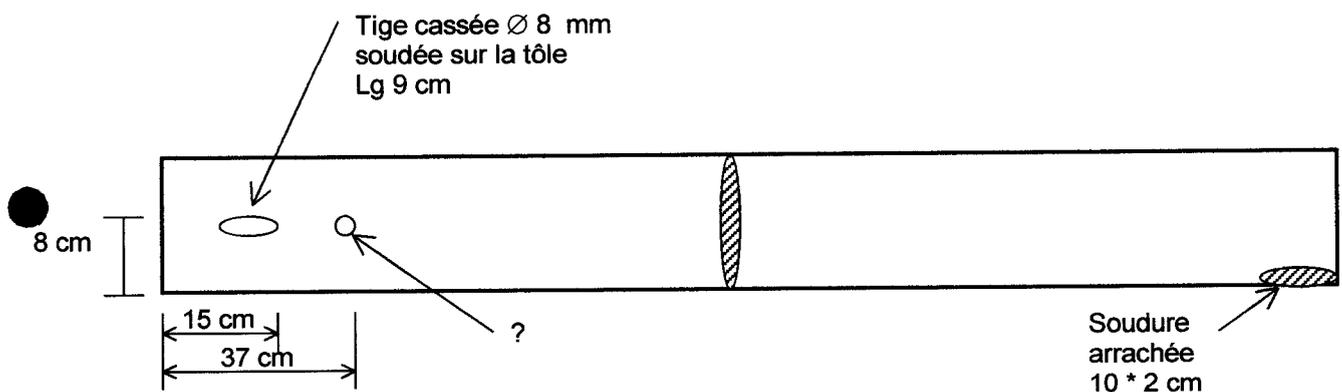
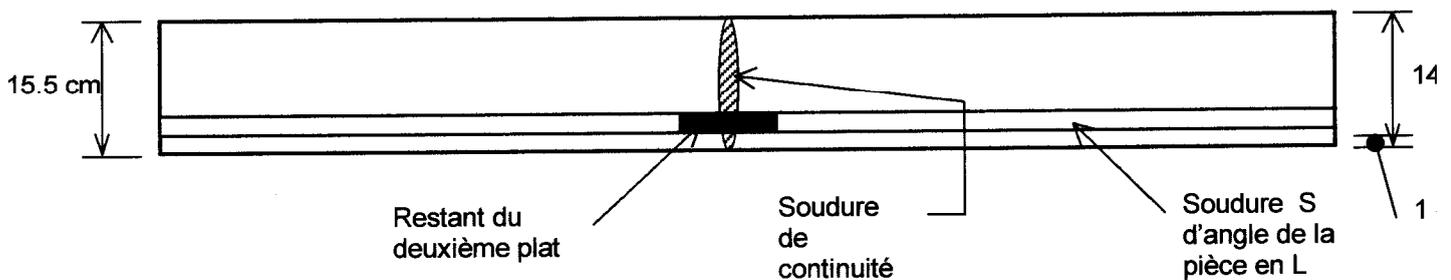
### I – Relevés sur la pièce à l'état d'arrivée au laboratoire

#### Description

La tôle a une longueur de 2.40 m et une largeur variant de 14 à 15.5 cm. Son épaisseur est de 16 mm.

La tôle a été déformée après s'être rompue au niveau des cordons de soudure qui la reliait à l'autre plat de la pièce en L (voir photos). Il reste un petit morceau du deuxième plat (10 cm) au niveau d'une soudure de continuité. Les cordons sont parfois complètement écrasés.

Sur l'autre face, on trouve deux pièces soudées et à l'extrémité une zone de soudure arrachée.



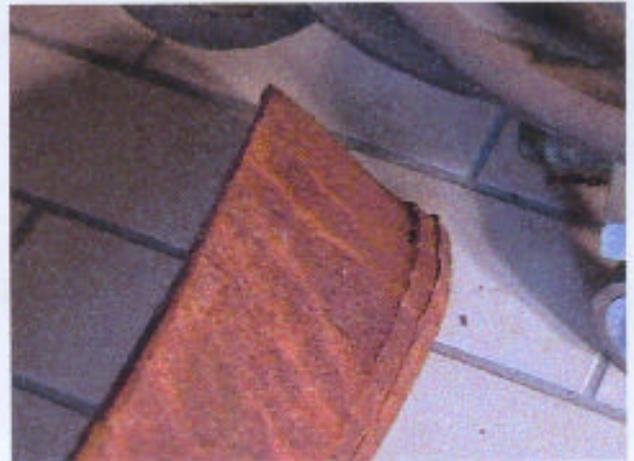
**Photographies :**

Les 8 figures ci-après montrent le prélèvement à l'état de livraison :

Plat de pièce en L reconstitué



*Vue Générale.*



*Cordons desoudure rompus : liaison entre ailes.*



*Élément de la grande aile soudée à la petite aile.*



*Fissure pied de cordon.*



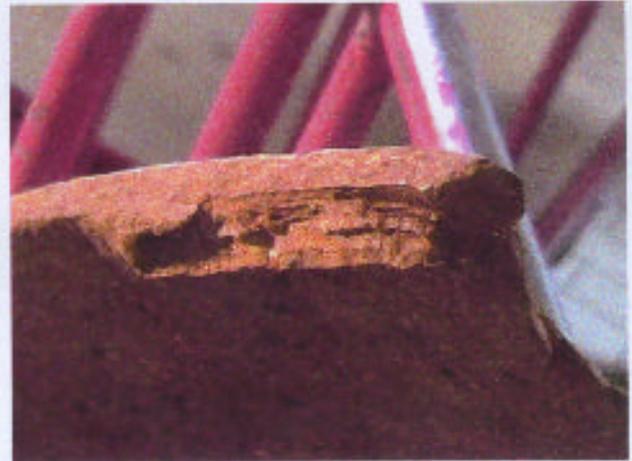
*Pièces soudées en extrémité non identifiées.*



*Cordon desoudure de continuité  
(cordons interpénétrés).*



*Cordon de soudure de continuité.*



*Soudure rompue en extrémité du plat  
 Rupture « récente ».*

## Structures

La figure 9 montre les inclusions du métal de base.

La figure 10 montre la structure laminée composée de ferrite et de perlite (grosseur du grain : 7 selon NF A 04 102).

La figure 11 montre une coupe transversale de la liaison entre les deux plots formant le L : on remarque la zone affectée thermiquement par la coupe thermique des plats et par les soudures.

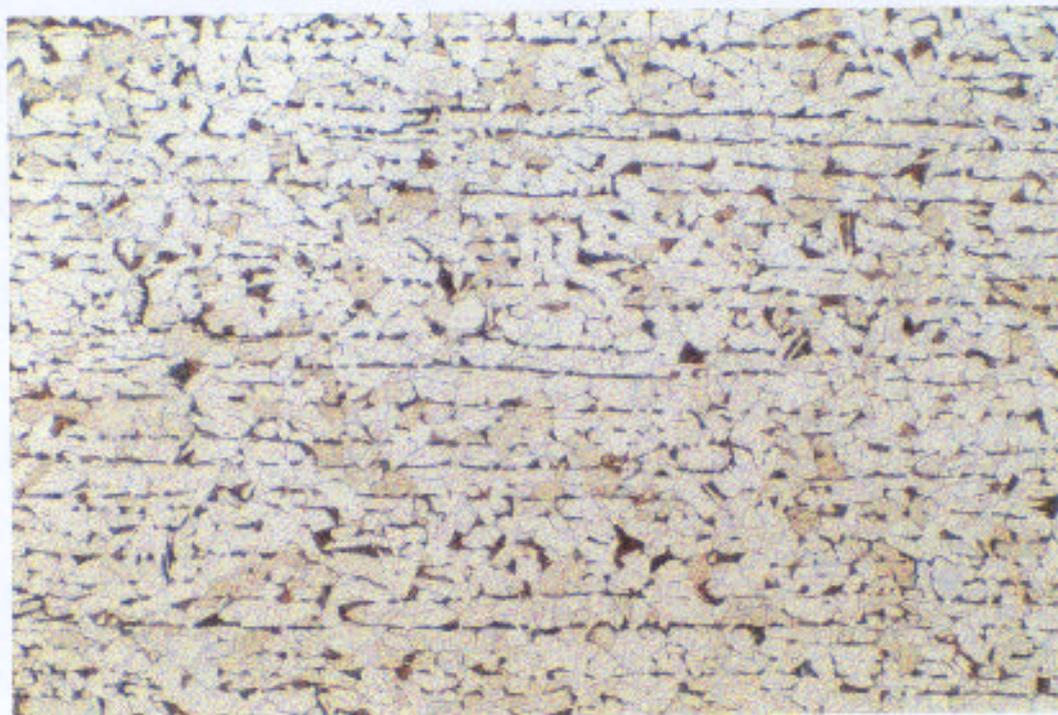
La figure 12 montre les parties de métal déposées restées soudées au plat après rupture de la liaison.

La figure 13 montre la rupture d'un cordon bipasse. On remarque que l'ouverture entre lèvres de la rupture correspond à un début de dissolution du métal (impossibilité de faire correspondre géométriquement les deux surfaces) : la rupture est « ancienne ».



*Figure 9 :*

*G X 100  
 Coupe L  
 Inclusions type  
 sulfure A4 et  
 oxydes D2 selon  
 NF 04-106.*

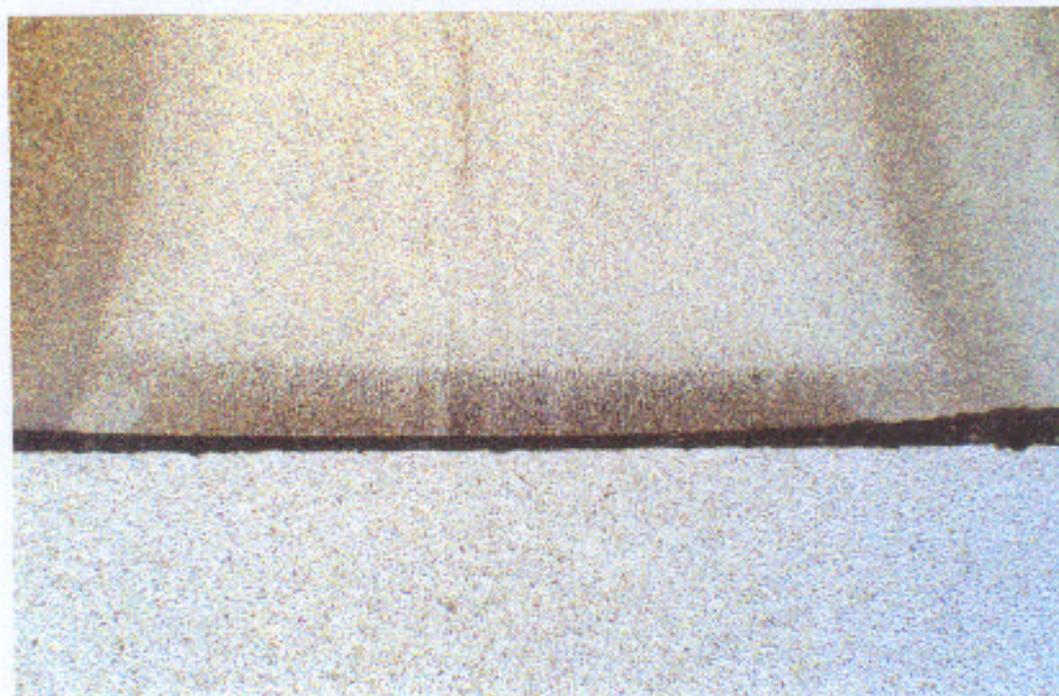


*Figure 10 :*

*G X 100 - Coupe L - Attaque C3*

*Grains de ferrite (clairs et perlite (foncés).*

*Texture de laminage marquée (bandes de grains de perlite).*

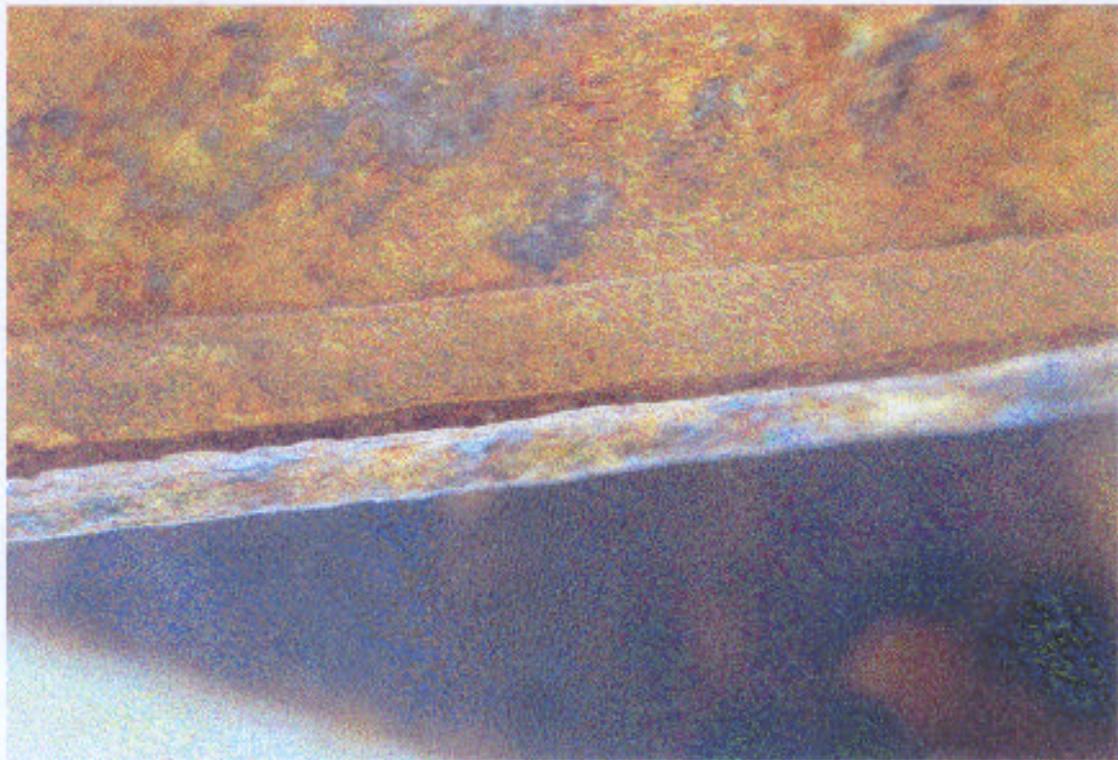


*Figure 11 :*

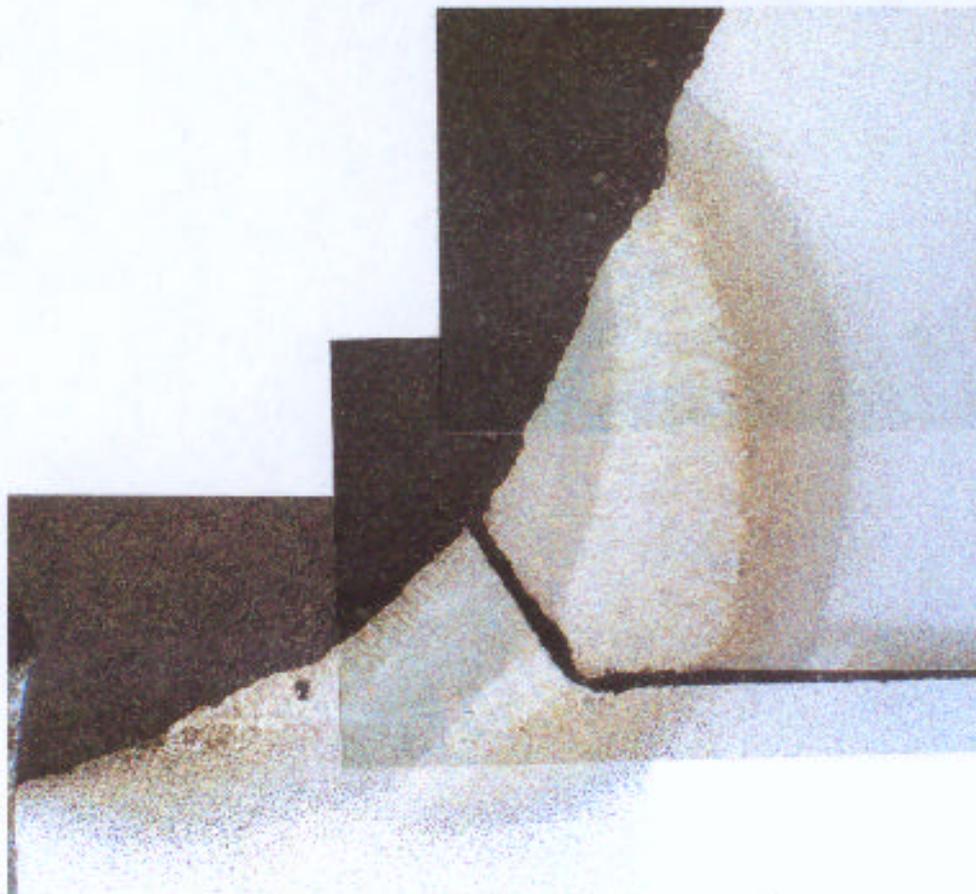
*G X 15 - Coupe T*

*En bas : plat constituant le prélèvement.*

*En haut : élément du plat soudé par deux cordons d'angle : les zones sombres sont les zones affectées thermiquement par la coupe thermique du produit (horizontalement) et par les cordons de soudures (latéralement).*



*Figure 12 :*  
*Vue de dessus de la zone de liaison entre plats constitutifs du L.*  
*On remarque les parties du métal déposé restées solidaires du prélèvement après rupture (une rupture à « 45° » : cordon du bas – une rupture à « 90° » : cordon du haut).*



*Figure 13 :*  
*Coupe reconstituée du joint rompu au niveau du reste de liaison entre les deux plats constitutifs : cordon bipasse – dissolution du métal après ouverture de la rupture (profils non complémentaires des deux surfaces en vis-à-vis).*

# **CALCULS**

**Pour une version complète des calculs  
s'adresser au BEAmer**

Project: erika30\_Mx

Case: 46

LTS: 6-CONTRAINTES EAU\_CALME+HOULE\_30\_MAX

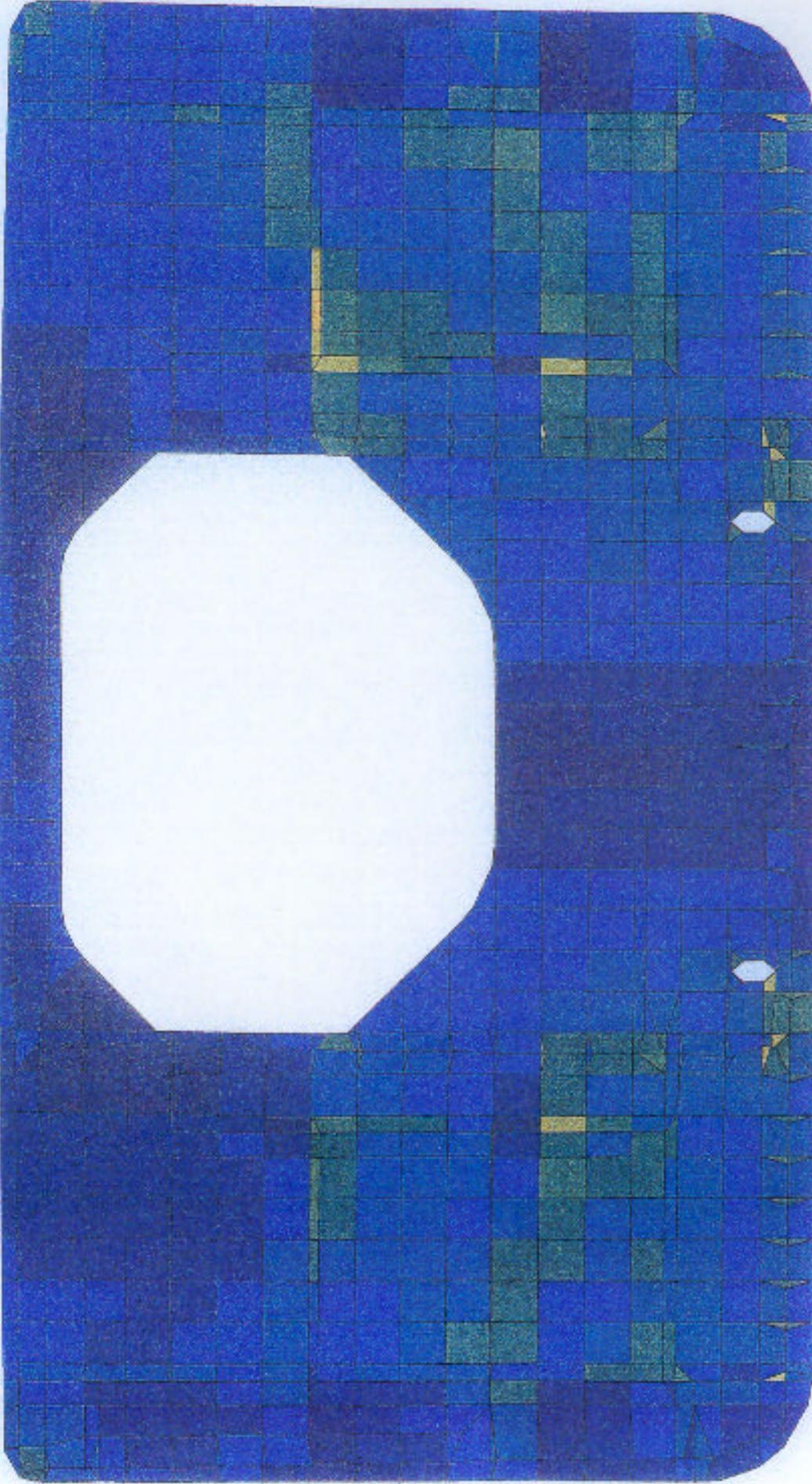
SB - VON MISES MIN: 3.56 MAX: 113.25

LTS: 2-DEPLACEMENTS EAU\_CALME+HOULE\_30\_MAX

LACEMENT - MAC MIN: 0.02 MAX: 0.03

E OF REF: PART

VALUE OPTION: ACTUAL  
SHELL SURFACE: BOTTOM



V 6.4975a babord

V 5.4850 tribord

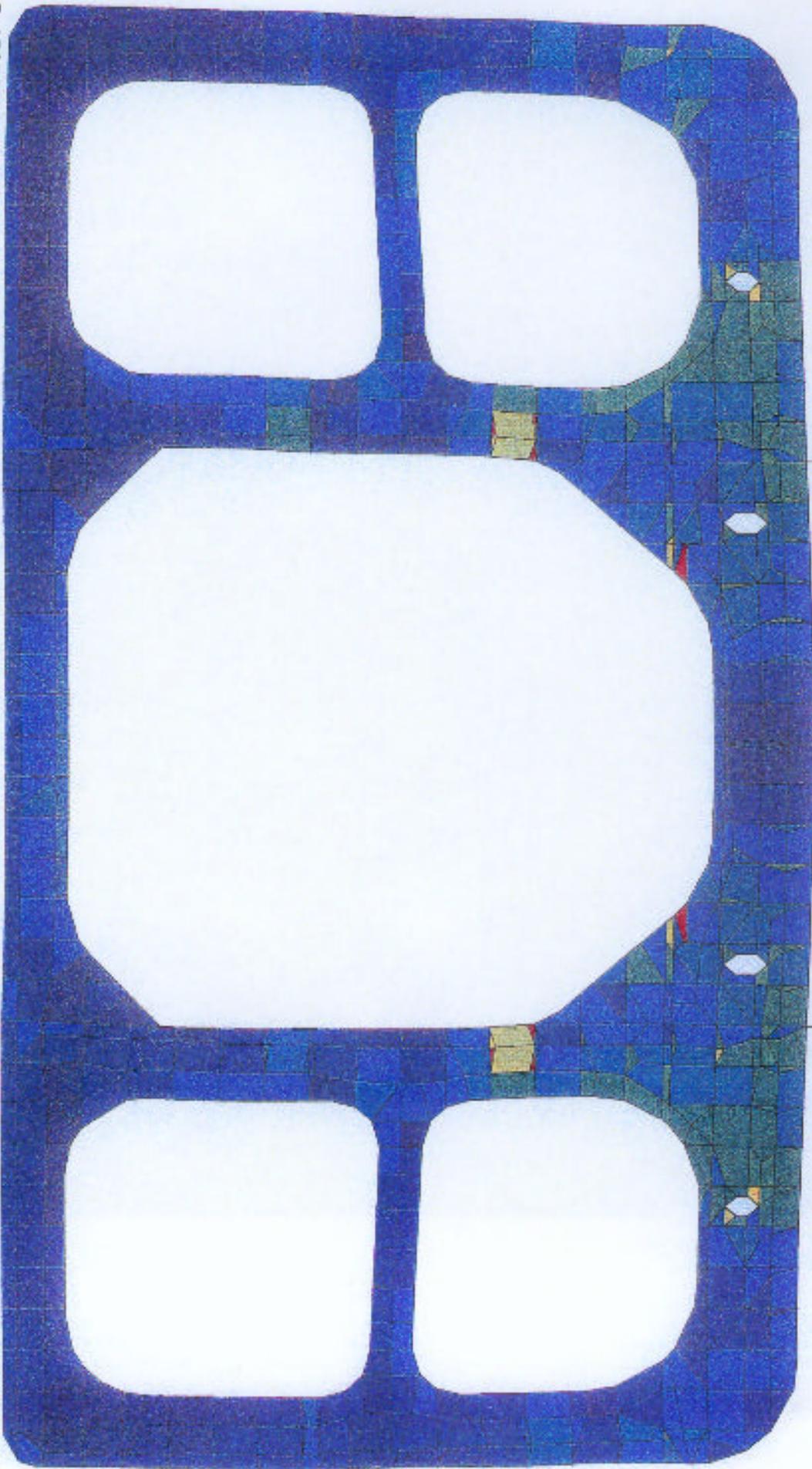


Project: erike30\_Mx

empe 61

ILTS: 6-CONTRAINTE\$ EAU\_CALME+HOULE\_30\_MAX  
ISS - VON MISES MIN: 1.68 MAX: 138.97  
ILTS: 2-DEPLACEMENTS EAU\_CALME+HOULE\_30\_MAX  
PLACEMENT - MAG MIN: 0.02 MAX: 0.01  
IS OF REF: PART

VALUE OPTION: ACTUAL  
SHELL SURFACE: BOTTOM



Y -3.492m tribord

Y 5.492m babord

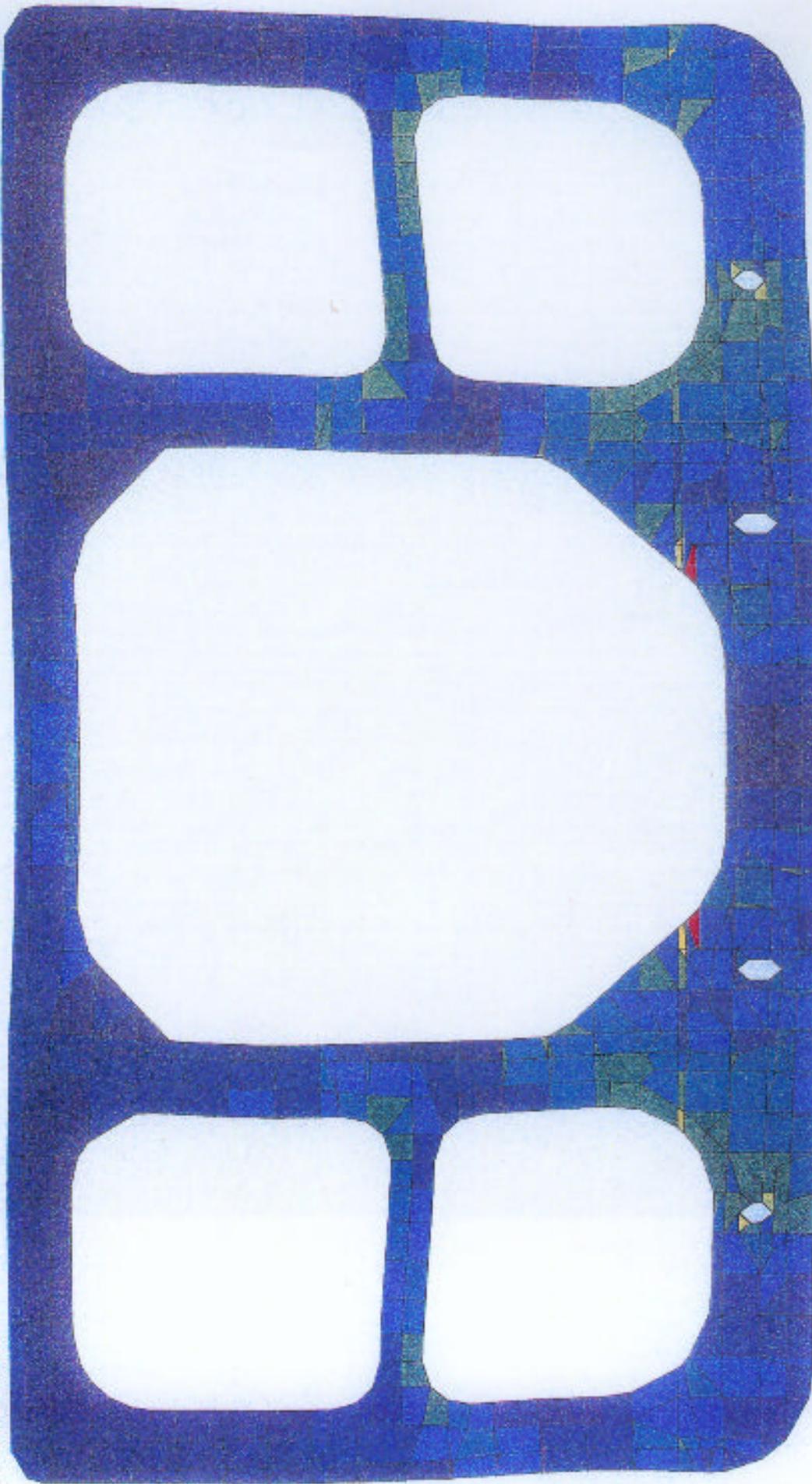


Project: erik810\_Mx

CPUMK GE

TS: 6-CONTRAINTES EAU\_CALME+HOULE\_30\_MAX  
IS - VON HISES MIN: 1.37 MAX: 190.24  
TS: 2-DEPLACEMENTS EAU\_CALME+HOULE\_30\_MAX  
ACEMENT - MAG MIN: 0.02 MAX: 0.02  
OP RB7: PART

VALUE OPTION: ACTUAL  
SHELL SURFACE: BOTTOM



Y 5.405m tabbord

Z -5.405m tribord

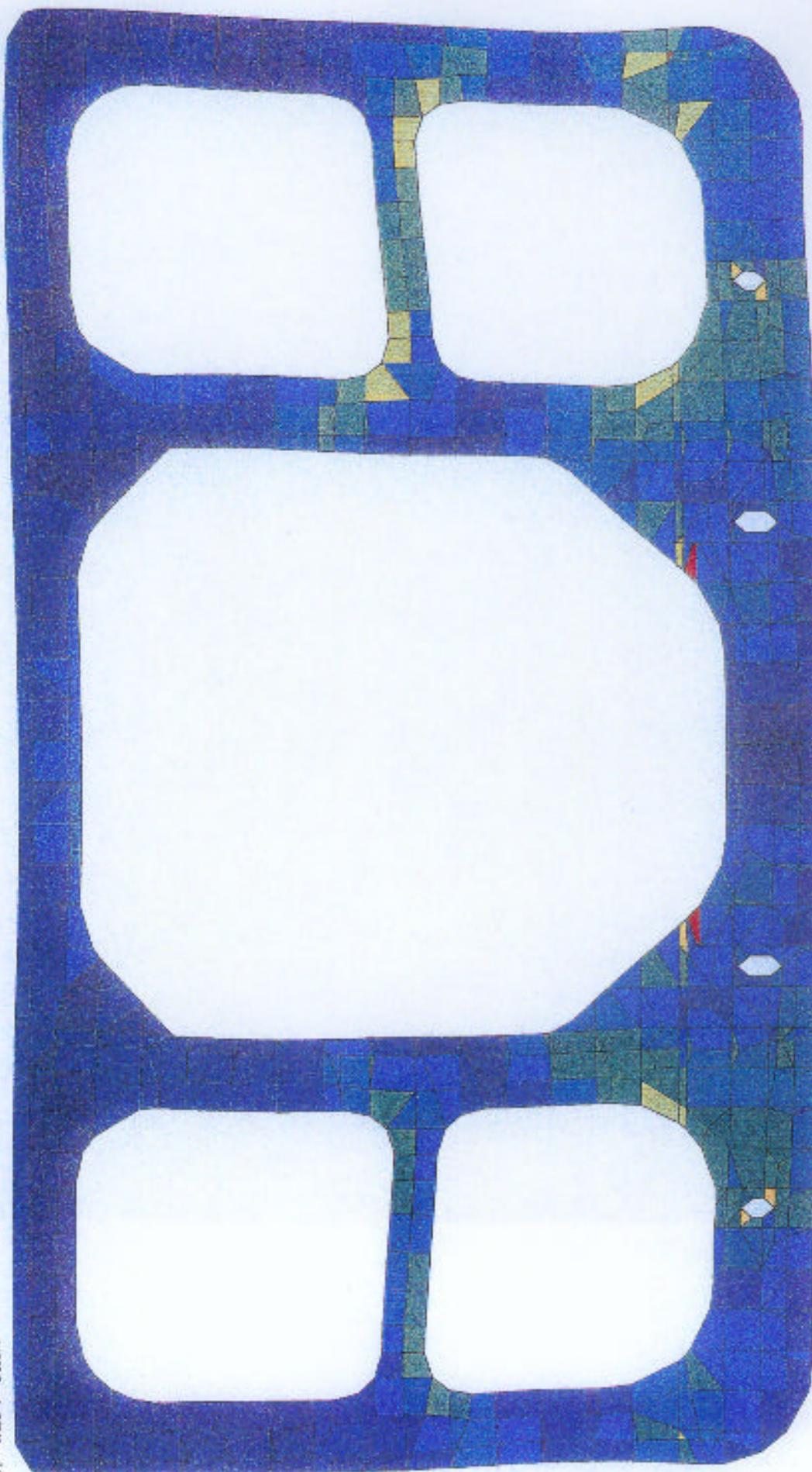
17 20.26 39.14 58.03 76.92 95.81 114.69 133.50 152.47 171.36 190.24

Project: ariko30\_MX

COURSE 09

LTS: 6-CONTRAINTES BAU\_CALME+BOULE\_30\_MAX  
SS - VON MISES MIN: 2.26 MAX: 161.36  
LTS: 2-DEPLACEMENTS BAU\_CALME+BOULE\_30\_MAX  
LACERMENT - MAG MIN: 0.02 MAX: 0.02  
E OF REF: PART

VALUE OPTION: ACTUAL  
SHELL SURFACE: BOTTOM



Y 5.4926e+000

Y 5.4926e+000

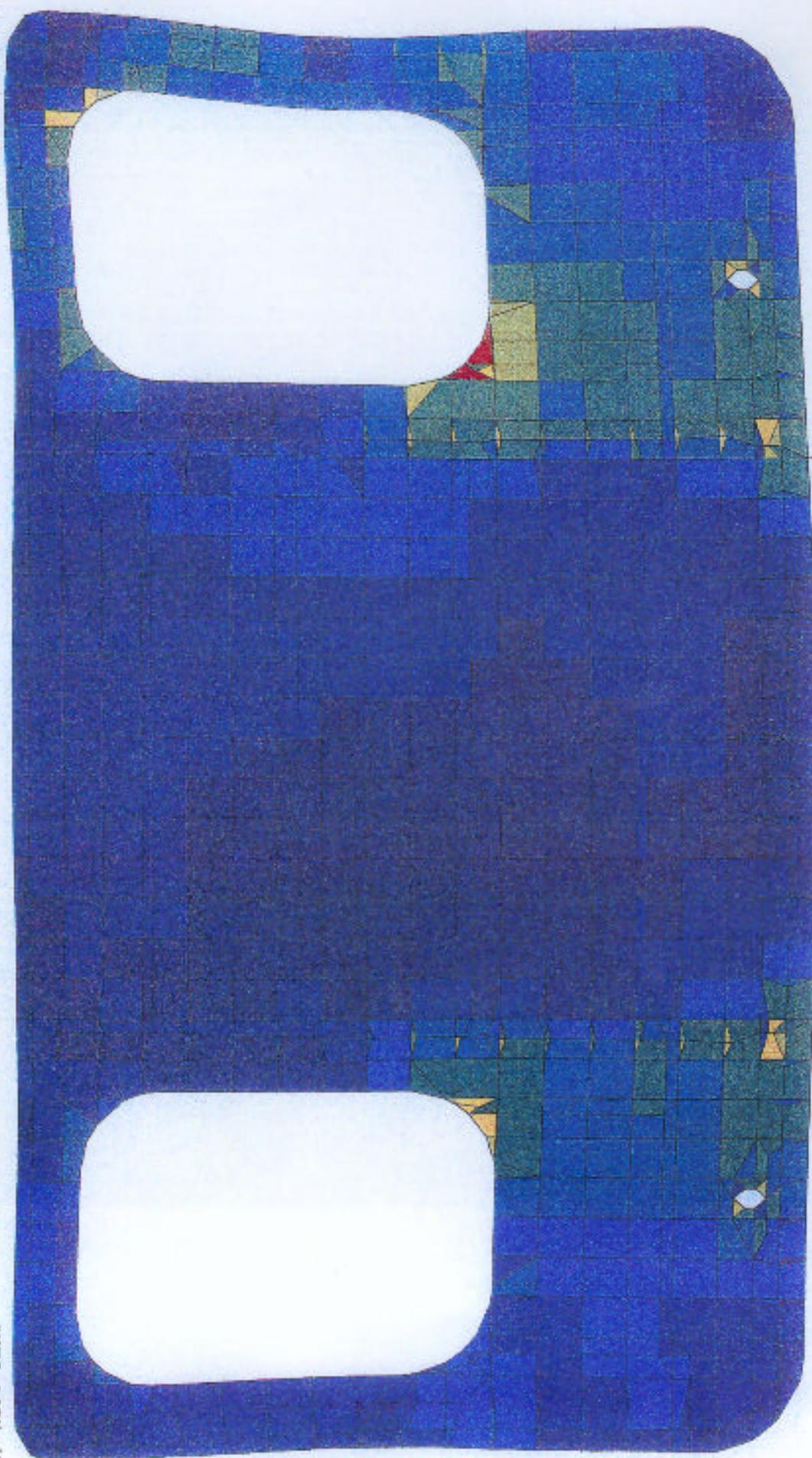
26 18.17 34.08 49.99 65.90 81.81 97.73 111.63 129.54 145.45 161.36

Project: eriko30\_Mx

Case: 10

LTS: 6-CONTRAINTES EAU\_CALME+HOULE\_30\_MAX  
 BS - VON MISES MIN: 3.19 MAX: 137.20  
 LTS: 2-DEPLACEMENTS EAU\_CALME+HOULE\_30\_MAX  
 LACEMENT - MAG MIN: 0.01 MAX: 0.02  
 E OF REF: PART

VALUE OPTION: ACTUAL  
 SHELL SURFACE: BOTTOM



Y: 5.4956 tabbord

Y: 5.4956 tabbord



Project: erika30\_mx

COURE 72

LTS: 6-CONTRAINTES EAU\_CALME+HOULE\_30\_MAX

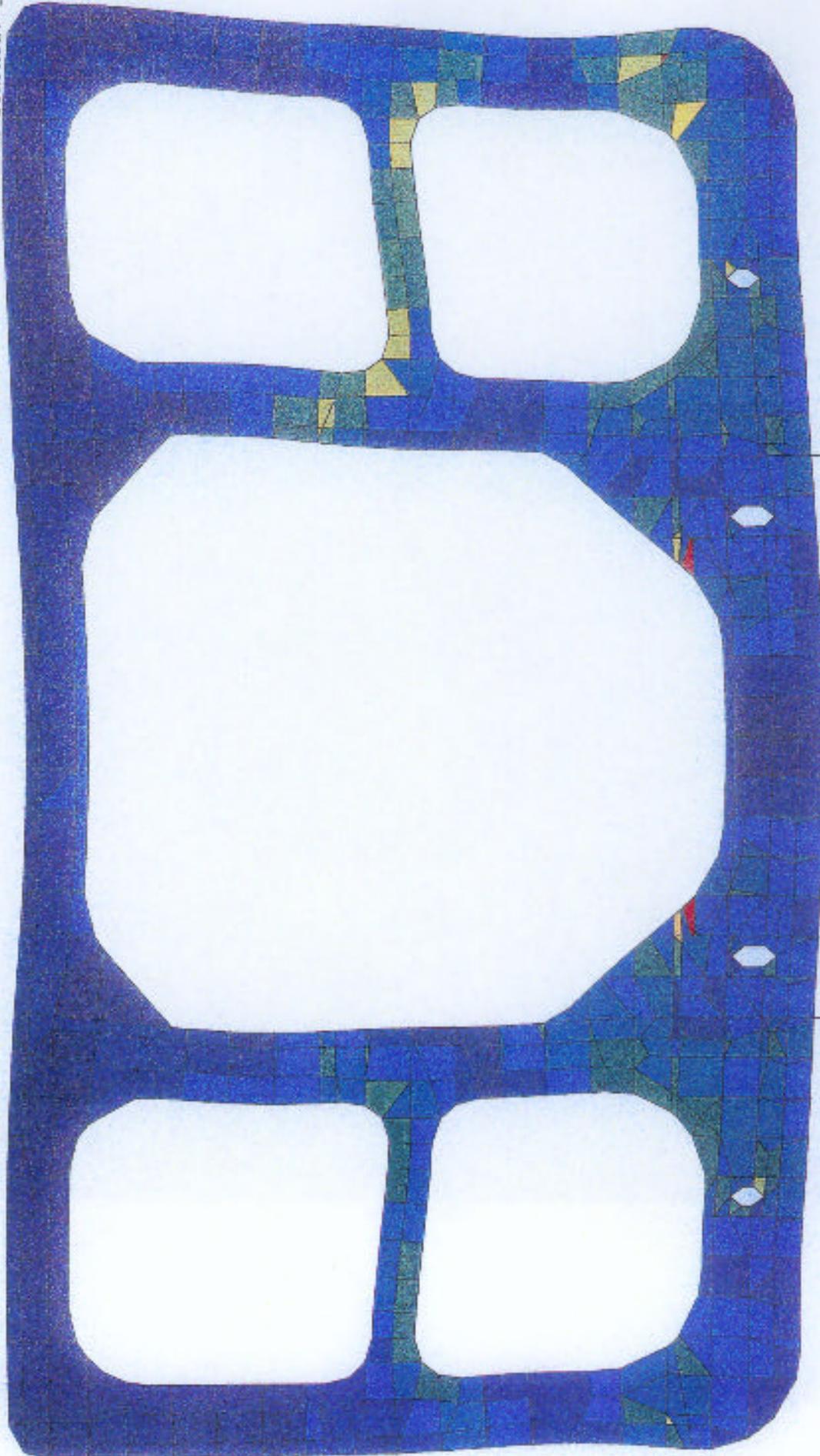
SS - VOM NISES MIN: 1.92 MAX: 194.22

LTS: 2-DEPLACEMENTS EAU\_CALME+HOULE\_30\_MAX

LACEMENT - MAC MIN: 0.01 MAX: 0.02

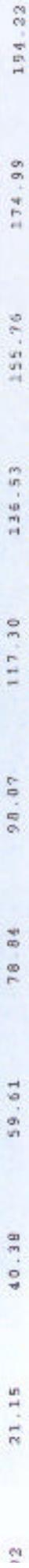
2 OF REP: PART

VALUE OPTION: ACTUAL  
SHELL SURFACE: BOTTOM



Y 1.475a bottom

Y -5.475a tribord

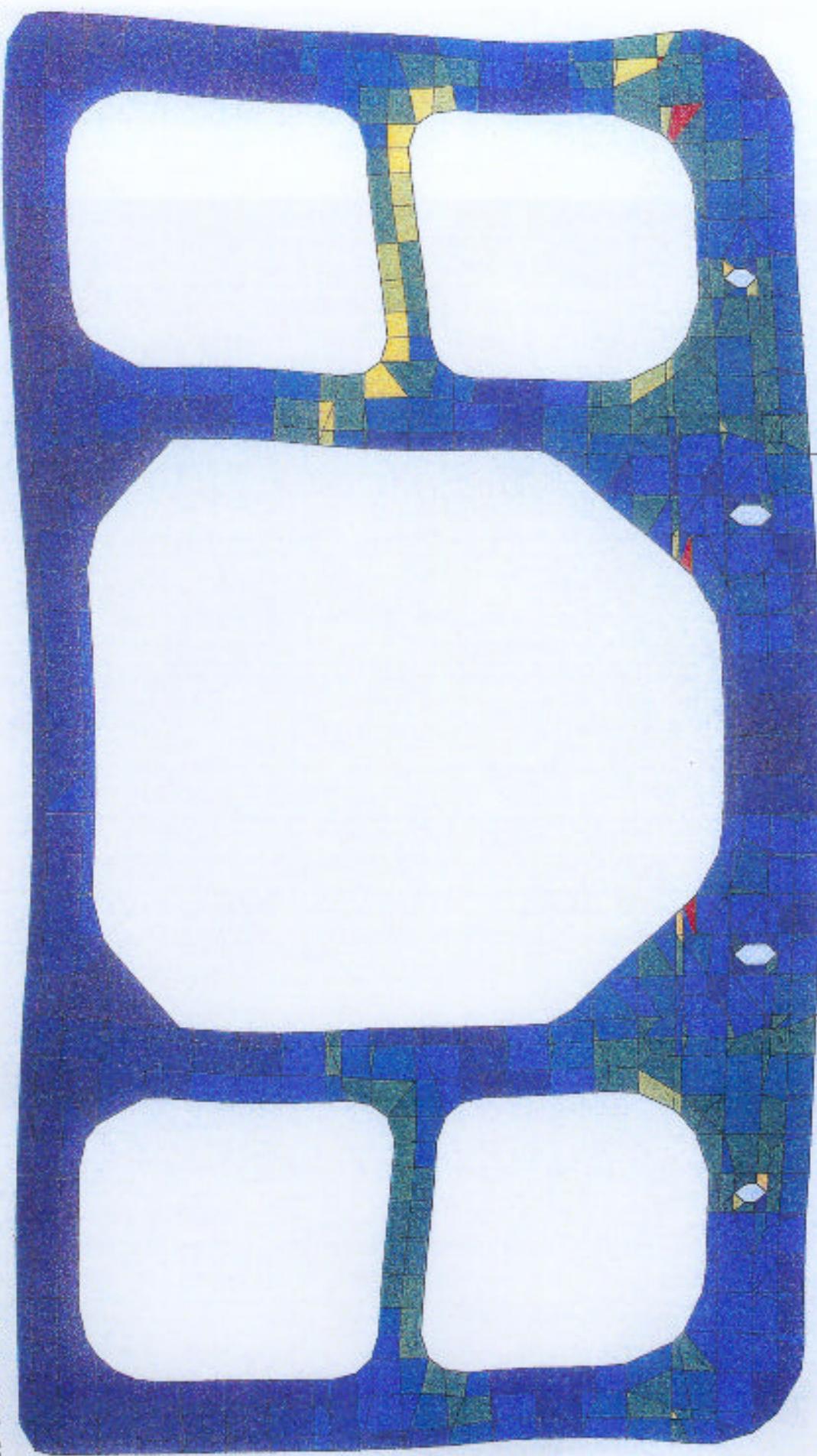


Project: erika30\_MK

COMPL 73

RESULTS: 6-CONTRAINTES EAU\_CALMB+HOULE\_30\_MAX  
STRESS - VON NISES MIN: 2.06 MAX: 162.72  
RESULTS: 2-DEPLACEMENTS EAU\_CALMB+HOULE\_30\_MAX  
DISPLACEMENT - MAG MIN: 0.01 MAX: 0.02  
FRAME OF REF: PART

VALUE OPTION: ACTUAL  
SHELL SURFACE: BOTTOM



Y -5.007m tribord

Y 5.495m babord

MPa

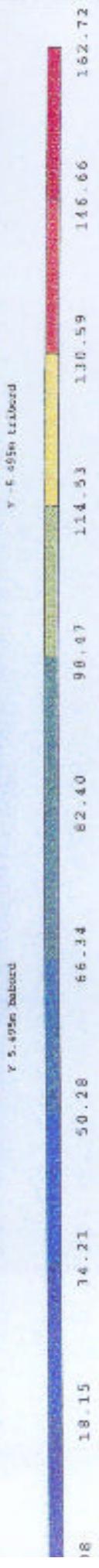
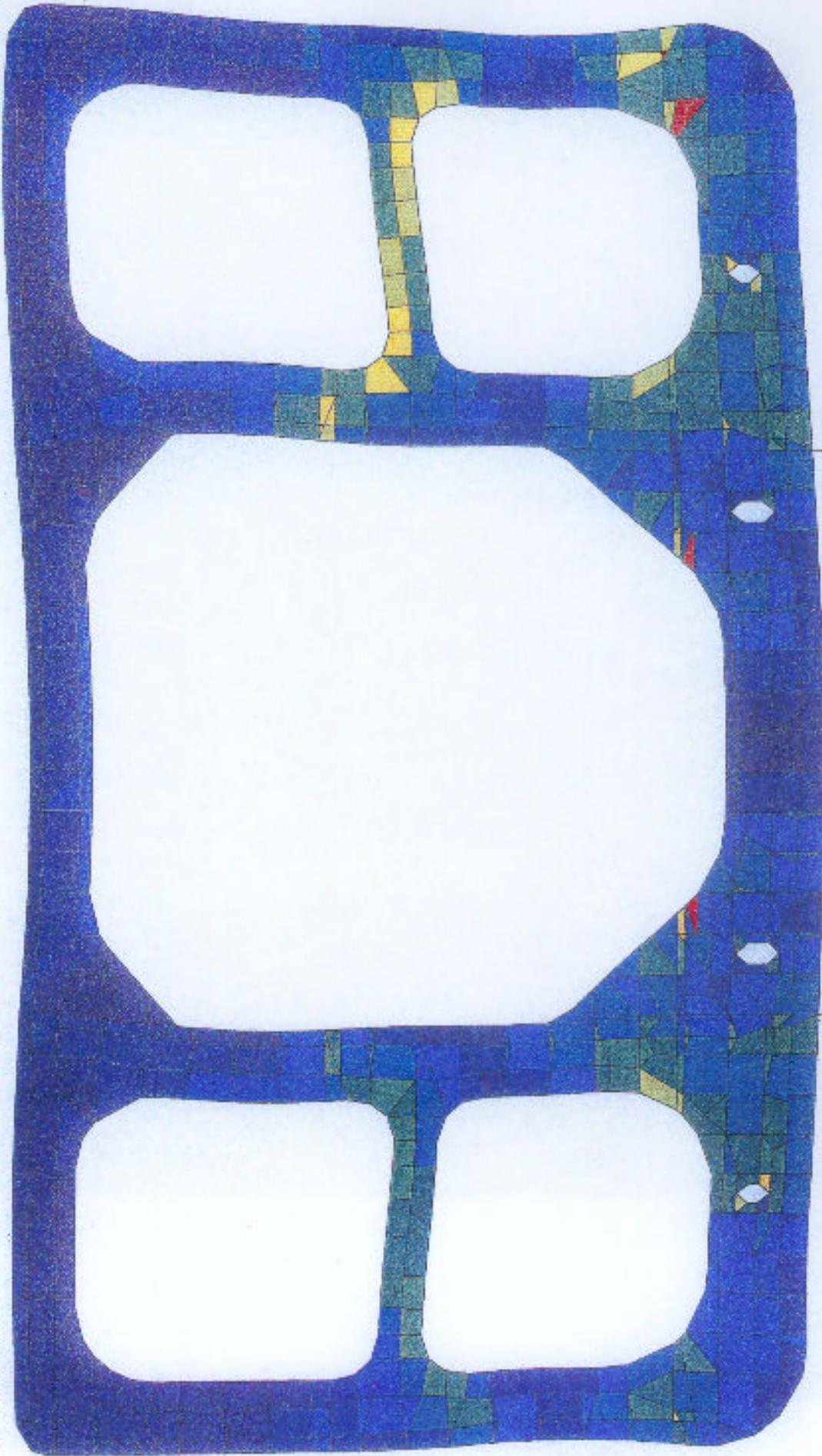


Project: erika30\_6x

COMES D

.JTS: 6-CONTRAINTES EAU\_CALMB+HOULE\_30\_MAX  
 SS - VON MISES MIN: 2.08 MAX: 162.72  
 .JTS: 2-DEPLACEMENTS EAU\_CALMB+HOULE\_30\_MAX  
 LACEMENT - XAO MIN: 0.01 MAX: 0.02  
 E OF ARP: PART

VALUE OPTION: ACTUAL  
 SHELL SURFACE: BOTTOM

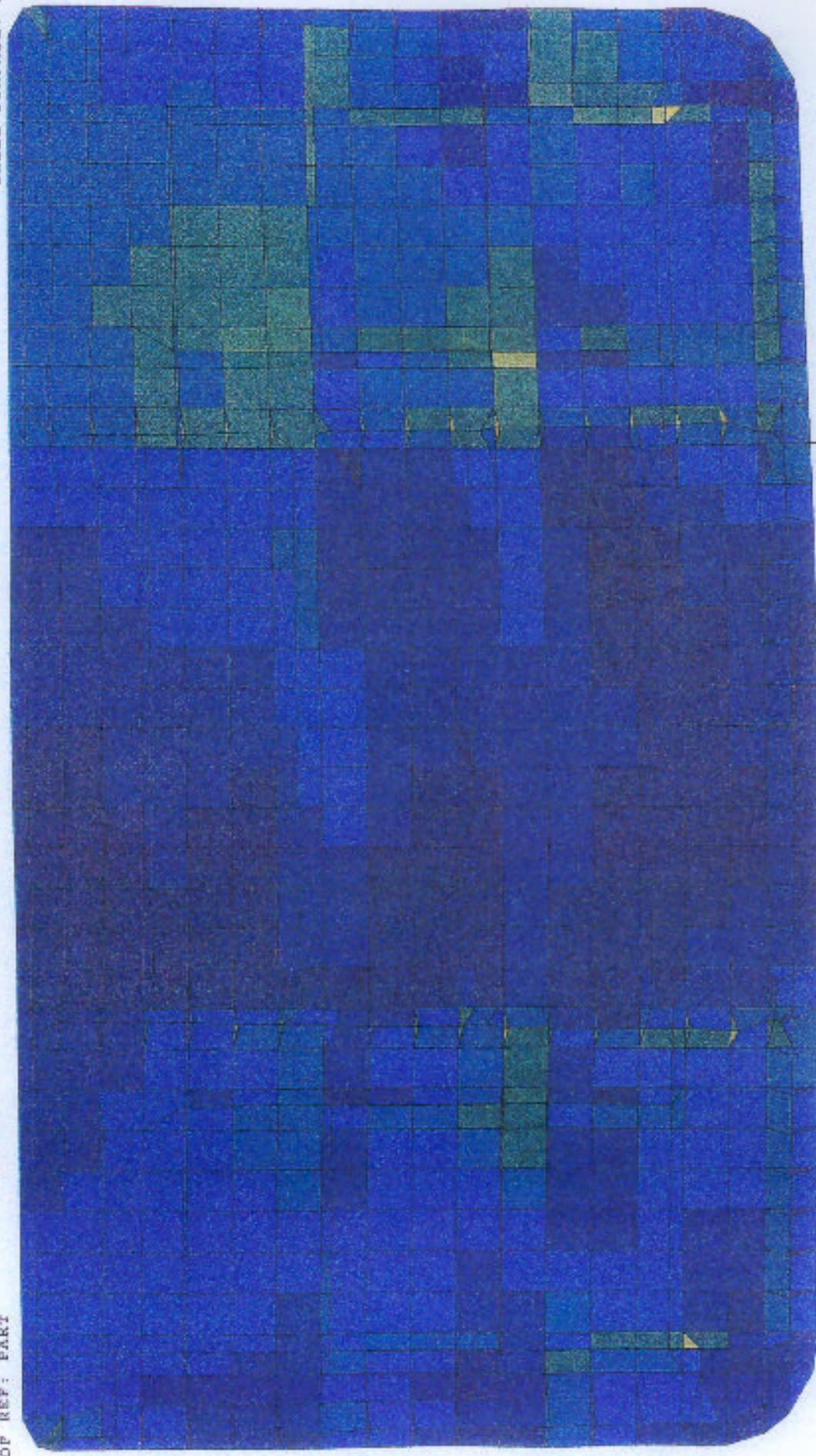


Project: erikal0\_Mx

GROUP 74

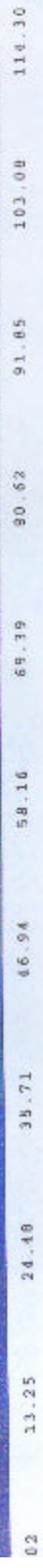
LTS: 6-CONSTRAINTS BAU\_CALMS+BOULE\_30\_MAX  
 SS - VON MISSES MIN: 2.02 MAX: 114.30  
 LTS: 2-DEPLACEMENTS BAU\_CALMS+BOULE\_30\_MAX  
 LACBMENT MAG MIN: 0.01 MAX: 0.02  
 Z OP REF: PART

VALUE OPTION: ACTUAL  
 SHELL SURFACE: BOTTOM



Y -5.402m rztbord

Y 5.495m bobord



**SOCIÉTÉ DE  
CLASSIFICATION**

***RAPPORTS***



ALLEGATO AL MOD. VISITE1  
ATTACHMENT TO FORM

Porto di visita <i>Port of survey</i>	Data della visita <i>Date of survey</i>	Pratica <i>File</i>			
ALIAGA	13-2-1998	88	IS	NA	10

ERIKA

IMO N° 7377854

**GENERAL INFORMATIONS :**

Type of Ship : OIL TANKER E.S.P

SERVICE : UNRESTRICT

DATE OF BUILT : February 1975

PLACE OF BUILDING : JAPAN

FLAG : MALTA

GROSS TONNAGE : 19666

NET TONNAGE : 13730

DEADWEIGHT : 37283

CLASS VALIDITY : 04/06/1998

STATUS OF SURVEYS : SEE ENCLOSURE N°1

MAIN ENGINE : Diesel engine Sulzer 8 RND 68 POWER 9715 KW

AUX. ENGINES : N°2 Diesel engine

AUX. BOILERS : N°1 OIL FIRED WATER TUBE IHI ADM 325 - Total heating surface 395 m<sup>2</sup> working pressure 16 bar

N°1 EXHAUST GAS BOILER , WATER TUBES IHI ADM 2800 - Total heating surface 150 m<sup>2</sup> working pressure 7 bar

ACTUAL CLASSIFICATION SOCIETY : BUREAU VERITAS

TANKS

- Ballast tanks : side ballast tanks n°2 p/s , fore peak , after peak,
- Slop tanks .n°two tanks aft. p/s,
- Cargo center tanks ,n°5 tanks
- Cargo side tanks , n°6 tanks

**TYPE OF SURVEY : CONDITION SURVEY**

At the time of the inspection the following was noted :

**MAIN DECK**

Heavy local scattered corrosion ( pitting and grooving ) was noted on each deck plate and their relevant welding joints , from Fwd to Aft , included the main deck in the forecastle and the main deck in the poop zone .

**A ) MAIN DECK IN THE FORECASTLE ( FRAMES 82 → FWD )**

In way of the aft transvers bhd of the forecastle the main deck was found with local scattered

corrosion ( pitting and grooving ) , doubled on the starboard side and holed in the port side .

#### B ) MAIN DECK FWD ( FRAMES 76→82 )

The main deck in the fwd zone ( fr 80 →82 ) found holed on the stb side

All deck plates found with HEAVY local scattered corrosion - pitting / grooving - ( thk reduction varying between 50 to 60% of the thk reported on the relevant scantling plans ) and according to some thickness measurements ( carried out at random ) the welding joint of the plates was found with thk. reduction of about 45% of the thk reported on the relevant scantling plans.

Some thk measurements of the corroded area in the centreline zone ( below the deck pipes ) shown a thk reduction varying between 19% to 40% of the thk. Reported on the relevant scantling plans

#### C ) MAIN DECK IN THE MIDDLE SHIP ZONE

In the area of the cargo manifold a general and local scattered corrosion ( pitting and grooving ) was found with reduction of thk of about 68% of the thk. Reported on the relevant scantling plans.

#### D ) MAIN DECK IN THE AFT. PART (UNTIL THE FWD BULKHEAD OF THE POOP SUPERSTRUCTURE)

Local ( pitting and grooving ) and general heavy corrosions were found especially along the welding joint of the plates

#### E ) MAIN DECK - POOP DECK -

A general corrosion was noted around the mooring winch

### FORECASTLE

The top deck of the forecastle was found doubled abaft the stb windlass winch.

The lower part of the transverse bulkhead found holed and wasted

### PIPE LINES ON THE MAIN DECK

1. Cargo pipe lines found wasted and doubled
2. Electr. cables protection pipe found wasted , holed , deformed and with the connecting boxes broken
3. Fire and Foam pipe lines found wasted
4. Steam pipes found doubled and deformed
5. I.G. pipe line found patched

The supports of all pipe lines on the main deck were found wasted and cracked

### FORE PEAK

#### COATING CONDITION : NOT COATED

1. Between the top deck and the first stringer platform the collision bhd in the port side area was found heavily corroded along the welding transverse joint of the plates and in way of the welding connection with the vertical stiffeners ( among the 1<sup>st</sup> and the 4<sup>th</sup> vertical stiffeners counting from the side shell )
2. The collision bhd ( c.b. ) found wasted on the stb side for an heigth of about 1.5 metres from the top deck between the side shell and the 2<sup>nd</sup> vertical stiffener .
3. All connecting brackets between vertical stiffeners and top deck , between vertical stiffeners and stringer platforms and between vertical stiffeners and bottom longitudinals found thinned and/or cracked.
4. The two chain lockers found wasted cracked holed and thinned.
5. The 1<sup>st</sup> stringer platform ( from the top ) found cracked in way of the chain locker and thinned from the c.b. to the chain lockers
6. The two swash transverse bhds and the relevant flat bars found thinned
7. The second stringer platform found cracked and wasted
8. The center vertical stiffener found cracked in way of the stringer platforms

**WATER BALLAST TANK N°2 PORT SIDE**

COATING CONDITION : NOT COATED

1. Found polluted by oil residues
2. Deck transverse of the web frame rings ( w.f.r. ) n°1,5,6 and 7 ( the total number of w.f.r. per each side water ballast tank is 7 ) from the aft. Bhd found cracked
3. All vertical web of the w.f.r. between the main deck and the 6<sup>th</sup> side shell longitudinals ( from the top ) found cracked
4. The vertical web of the w.f.r. n°4 ( from the aft bhd.) found cracked between the 10<sup>th</sup> and 12<sup>th</sup> side shell longitudinals
5. Some stinger platforms found cracked

Please note that it was not possible to extend the inspection to other items like transverse and longitudinal bhds , deck longitudinals , side shell and longitudinal bhd longitudinals , cross ties.

**WATER BALLAST TANK N°2 STB SIDE**

Heavy polluted , it was not possible to inspect the tank because of the big quantity of oil residues inside

**ACCESS MEANS TO THE TANKS**

Found wasted

**INERT GAS ROOM**

1. The boundary bhds of the i.g. room ( located on the crew ' s mess room ) were found holed in the lower part and the access doors thinned
2. The foundation of the i.g. plant ( scrubber and fans ) were found wasted , cracked and deformed
3. The I.G. plant wasted and not working

**POOP SUPERSTRUCTURE**

1. The fwd transverse bhd on the port side was found wasted and holed in the lower part
2. All windows facing the cargo area were open type
3. Long bhd of the pump room on the port side was found wasted and holed
4. Some access doors of the poop superstructure were found wasted in the lower part

**MOORING AND WINDLASS WINCHES**

1. The foundation of the poop mooring winch found wasted and thinned
2. The chain stop of the stb windlass winch found broken

**HEATING COILS**

1. Some heating coils found blanked

**ENGINE ROOM**

1. The engine room was found properly cleaned and the bilge was in acceptable condition
2. The cooling pistons tank found polluted
3. The 2<sup>nd</sup> flat from the bottom found cracked on the port side afore the starting air bottles of the main engine
4. The observation tank found polluted

**: PUMP ROOM**

Was found properly maintained and cleaned

According to the inspection carried out let see and considered the deficiencies found ( please note that was not possible to inspect any cargo tanks because the ship was in discharge operations ) the undersigned surveyor deems the ship NOT SUITABLE to be classified with RINA unless the following is carried out:

### MAIN DECK

- A) All deck panels found with general and local scattered corrosion ( pitting / grooving ) included the welding joints to be renewed .

To establish the extension of the repair ( renew ) work it is deemed necessary to carry out intensified u.s. gaugings in the pitted and grooved plates

### FORE PEAK

All deficiencies noted to complied with as follow :

1. Collision bhd. repaired by suitable inserts
2. All connecting brackets between vertical stiffeners and top deck , between vertical stiffeners and stringer platforms and between vertical stiffeners and bottom longitudinals found thinned and / or cracked to renewed as necessary
3. All side shell longitudinals and the relevant connecting brackets with the collision bhd. found thinned wasted and cracked to be renewed.
4. Stringer platforms to be renewed / inserted as necessary
5. The center vertical stiffener to be repaired by suitable inserts
6. Chain lockers to be renewed
7. Transverse swash bhds to be renewed

#### GENERAL REMARK :

Please be informed that further deficiencies could be found when close up survey is carried out during the special survey

### WATER BALLAST TANK N^2 PORT SIDE

1. To be cleaned
2. All internals found cracked to be repaired by inserts

#### GENERAL REMARKS :

Ditto

### WATER BALLAST TANK N^2 STB. SIDE

It is not possible to establish any remarks except that relating to the Marpol i.e. the necessity to clean the tank

### ACCESS MEANS TO THE TANKS

To be overhauled and repaired as necessary

**FORECASTLE**

All deficiencies to be complied with by suitable inserts

**PIPE LINES**

1. All pipe lines found patched , deformed and wasted to be renewed as necessary
2. Thickness measurements in the grooved zones to be taken to establish the real condition of the pipes
3. All supports found cracked / wasted to be renewed

**INERT GAS ROOM**

1. All boundary bhds. ( lower part ) to be renewed by suitable inserts
2. The foundation of the I.G. plant to be repaired by suitable inserts
3. The I.G. plant ( fans , O<sub>2</sub> analyzer , alarms , pneumatic system , scrubber , deck seal ) to be repaired

**POOP SUPERSTRUCTURE**

1. All deficiencies found to be complied with by suitable inserts and repairs
2. All windows facing the cargo area to be kept in close position by suitable means

**HEATING COILS**

To be hydraulically tested and repaired as deemed necessary

**ENGINE ROOM**

1. All items of the main engine to be inspected
2. The cracked flat to be repaired by suitable inserts
3. The observation tank to be cleaned

Pictures will be send when the relevant film is developped.

Data *14-02-1998*  
Date

Nome e firma del Tecnico RINA  
RINA Surveyor name and signature

(name and surname)

 **REGISTRO ITALIANO NAVALE**  
G. Pischetta  
*G. Pischetta*

## STRUCTURAL SURVEY REPORT FOR OIL AND CHEMICAL TANKERS

to meet the provisions of the IACS UR Z10.1 and UR Z10.3 and the provisions of the Reg. XI/2 of SOLAS 74 as amended, IMO Res. A.744(18) as amended, and Reg. 13G (3) (b) of Annex I of MARPOL 73/78



Port of survey	Date of survey	File			
AUGUSTA	24.11.1999	99	AU	NA	1204

Name of ship <b>ERIKA</b>	RINA number <b>76630</b>
Flag <b>MALTA</b>	IMO number <b>7377854</b>

### TYPE OF SURVEY

SPECIAL <input type="checkbox"/>	INTERMEDIATE <input type="checkbox"/>	ANNUAL <input checked="" type="checkbox"/>	OTHER <input type="checkbox"/>
----------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------------	--------------------------------

The following items were examined (compulsory at annual/intermediate/special surveys ) (4):

Hull plating and its closing appliances as far as can be seen	<input checked="" type="checkbox"/>	Flame screens on vents to all bunker, oily ballast and oily slop tanks	<input checked="" type="checkbox"/>
Hull watertight penetrations as far as practicable	<input checked="" type="checkbox"/>	Cargo, crude oil washing, bunker and vent piping system, including vent masts and headers	<input checked="" type="checkbox"/>
Cargo tank openings including gaskets, covers, coamings, and flame screens	<input checked="" type="checkbox"/>	Pump room bulkheads and their penetrations	<input checked="" type="checkbox"/>
Cargo tank pressure/vacuum valves and flame screens	<input checked="" type="checkbox"/>	Piping systems in pump rooms	<input checked="" type="checkbox"/>

### EXTENT AND RESULTS OF THE SURVEYS OF THE TANKS

TANK			OVERALL SURVEY		CLOSE-UP SURVEY				TEST
RINA plan number	type (1)	coating (2)	coating conditions (3)	structural conditions (4)	where / frames (5)	how (6)	survey results (4)	thickness measure. results (4)	result (4)
22	B	H	P	R					
23	B	H	P	R					
29	B	H	P	X					
30	B	H	P	X					
881	B	H	P	R					
882	B	H	P	X					

Mark with the following abbreviations: 1) type: C=Cargo, B=Ballast; CB=Cargo or Ballast; V=Void space; 2) coating: H=Hard coated, S=Soft coated, N=Not coated; SS=Stainless Steel; add A if anods are provided; 3) coating conditions: G=Good, F=Fair, P=Poor, leave blank if not applied; 4) mark: X=satisfactory, R=remarks (corrosions, cracks, bucklings, indents, repairs, recoating and other useful information to be reported under the narrative section); 5) close-up survey area: mark A, B, C, D, E according to Table I of relevant Rules and report the frames numbers; 6) close-up means for access: PS=Permanent Staging, TS=Temporary Staging, LI=Lifts and moveable platforms, OT=Other means.

Mark X if affirmative:

The planned Special survey programme has been completed .....  Special survey thickness measurements have been carried out as per relevant report .....

**NARRATIVE -REMARKS****FOREPEAK :****COLLISION BULKEAD :**

First flat below upper deck : Found corrosion and thinning of the plate for about 4 mt. of the collision bulkead forward.

Found corrosion and thinning of the brackets of the vertical collision bulkhead stiffener .

Found corrosion and thinning of the I , II , III, IV flat longitudinals as from port and stbd side.

Found corrosion and thinning of the brackets of joint betwin the side logitudinals and collision bulkead

First stringer below flat :Found corrosion and thinning of the plate .

**RECOMMENDATIONS** : Examine again with thickness measurement , and /or repair how necessary the forepeak until January 2000 .

**BALLAST TANKS n.p. 22 , 23 :**

Deck longitudinals , suspect areas .Found thinnings of the deck longitudinals . Not carried out thickness measurement of suspect areas request of the ESP criteria survey .

Ladder : Found thinning in upper zone .

**RECOMMENDATIONS** : Until January 2000 :Examine again the deck longitudinals and carry out the thickness measurement in the suspect zone of the ballast tank n.p. 22 and 23 and repair whit necessary the upper zone of the ladders .

Date 24.11.1999

RINA Surveyor name and signature  
(Giovanni Alga)
