



Rapport d'enquête technique

***SIGMAGAS  
HAPPY BRIDE***

Bureau d'enquêtes sur les événements de mer

# Rapport d'enquête technique

## **ABORDAGE**

**ENTRE LES DEUX NAVIRES CITERNES**

**TRANSPORTEURS DE GAZ**

**DE PETROLE LIQUEFIE**

***SIGMAGAS* ET *HAPPY BRIDE***

**SURVENU LE 04 JANVIER 2006**

**DANS L'ESTUAIRE DE LA LOIRE**



# Avertissement

Le présent rapport a été établi conformément aux dispositions du titre III de la loi n° 2002-3 du 3 janvier 2002 et du décret n° 2004-85 du 26 janvier 2004 relatifs aux enquêtes techniques après événement de mer, accident ou incident de transport terrestre, ainsi qu'à celles du "Code pour la conduite des enquêtes sur les accidents et incidents de mer" Résolutions n° A.849 (20) et A.884 (21) de l'Organisation Maritime Internationale (OMI) des 27/11/97 et 25/11/99.

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

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

# PLAN DU RAPPORT

<b>1</b>	<b>CIRCONSTANCES</b>	<b>Page 6</b>
<b>2</b>	<b>CONTEXTE</b>	<b>Page 7</b>
<b>3</b>	<b>NAVIRES</b>	<b>Page 7</b>
<b>4</b>	<b>EQUIPAGES</b>	<b>Page 14</b>
<b>5</b>	<b>CHRONOLOGIE</b>	<b>Page 16</b>
<b>6</b>	<b>GESTION DE L'ÉVÈNEMENT APRES L'ABORDAGE</b>	<b>Page 19</b>
<b>7</b>	<b>DOMMAGES AUX NAVIRES</b>	<b>Page 22</b>
<b>8</b>	<b>FACTEURS DU SINISTRE</b>	<b>Page 23</b>
<b>9</b>	<b>SYNTHESE</b>	<b>Page 42</b>
<b>10</b>	<b>RECOMMANDATIONS</b>	<b>Page 43</b>

## ANNEXES

- A. Décision d'enquête
- B. Dossier navires
- C. Dommages occasionnés aux navires
- D. Gouvernail du *SIGMAGAS*
- E. Trajectographies

## Liste des abréviations

<b>AIS</b>	:	Système d'Identification Automatique ( <i>Automatic Identification System</i> )
<b>BEAmer</b>	:	Bureau d'enquêtes sur les évènements de mer
<b>BSAD</b>	:	Bâtiment de Soutien, d'Assistance et de Dépollution
<b>CROSS</b>	:	Centre Régional Opérationnel de Surveillance et de Sauvetage
<b>CSN</b>	:	Centre de Sécurité des Navires
<b>ECDIS</b>	:	Cartes de navigation électroniques ( <i>Electronic Chart Display and Information System</i> )
<b>FOST</b>	:	<i>Fast Oil Spill Team</i>
<b>FU</b>	:	Asservi ( <i>Follow Up</i> )
<b>GPL</b>	:	Gaz de Pétrole Liquéfié
<b>GPS</b>	:	Système de positionnement par satellite ( <i>Global Positioning System</i> )
<b>IGC (Recueil)</b>	:	Règlement concernant les navires transportant des gaz liquéfiés en vrac ( <i>International Gas Carrier Code</i> )
<b>kW</b>	:	Kilowatt
<b>NFU</b>	:	Non asservi ( <i>Non Follow Up</i> )
<b>PANSN</b>	:	Port Autonome de Nantes Saint-Nazaire
<b>RIPAM</b>	:	Règlement International pour la Prévention des Abordages en Mer
<b>SMDSM</b>	:	Système Mondial de Détresse et de Sécurité en Mer
<b>STCW</b>	:	Convention relative à la formation des gens de mer, à la délivrance des brevets et de veille ( <i>Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers</i> )
<b>TU</b>	:	Temps Universel
<b>VDR</b>	:	Enregistreur de données de voyage ( <i>Voyage Data Recorder</i> )
<b>VHF</b>	:	Ondes métriques
<b>VTS</b>	:	Service de trafic maritime ( <i>Vessel Traffic Service</i> )

# 1 CIRCONSTANCES

Le 04 janvier 2006, à 20h22 locales, les deux navires citernes transporteurs de gaz de pétrole liquéfié (GPL) *SIGMAGAS* battant pavillon Antigua et Barbuda de la compagnie Sloman Neptun Schiffarts – AG et *HAPPY BRIDE* battant pavillon île de Man de la compagnie Hanseatic Shipping Co Ltd se sont abordés dans le chenal de Donges par le travers du poste 5.

Le *SIGMAGAS*, complètement chargé de 4 883 tonnes de butane à destination de Mohammedia (Maroc), venait d'appareiller du poste de chargement Donges 3 de la raffinerie TOTAL. Il descendait le chenal, faisant route vers la mer, pilote à bord.

Le *HAPPY BRIDE* en provenance d'Ambès était vide, sur ballast, non dégazé, saturé en vapeurs de propane dans les cuves.

Il avait quitté la zone de mouillage en Loire vers 18h30 et remontait le chenal se dirigeant vers le poste de Donges 3, pilote à bord, pour charger 3675 tonnes de butane également à destination de Mohammedia.

Vers 20H20, le navire qui se trouvait par le travers du poste 5 dans le tiers sud du chenal s'apprêtait à croiser le *SIGMAGAS*, croisement normal rouge sur rouge.

C'est alors que le *SIGMAGAS* a fait une abattée sur bâbord se rapprochant de la trajectoire du *HAPPY BRIDE* lequel est venu sur tribord pour s'écarter.

Cependant, l'abattée du *SIGMAGAS* s'est accentuée, voire accélérée compte tenu de leur vitesse de rapprochement, et malgré la manœuvre d'évitement effectuée par les deux navires, l'abordage a été inévitable.

A 20h22, l'étrave du *SIGMAGAS* est venue percuter le *HAPPY BRIDE* au tiers avant bâbord. L'abordage a eu lieu à la position GPS : 47.18,17 N – 002.05,36 W. Aucun blessé n'a été à déplorer. Aucun incendie ne s'est déclaré ; il n'y a eu ni explosion, ni prise de gîte anormale.

Toutefois, il est apparu très vite que du fioul lourd s'échappait du bordé du *HAPPY BRIDE* près du point d'impact par une brèche au niveau de la soute à combustible n°1. Celle-ci contenait environ 60 tonnes de fioul lourd pour la propulsion.

Informée de la situation, la capitainerie a autorisé le navire à accoster au plus vite au poste 3 pour tenter de circonscrire la pollution. Celui-ci a accosté à 20h45 et un barrage antipollution a été aussitôt mis en place.

Dès 23h38, le fioul lourd de la soute endommagée a été pompé dans des camions citernes.

De son côté, le *SIGMAGAS* avec l'aide du remorqueur *CROISIC* a accosté à l'Arceau vers 21h24.

Environ 30 tonnes de fioul lourd se sont échappées dans l'estuaire de la Loire engendrant une pollution éparse le long de la rivière.

*L'ALCYON*, bâtiment de la Marine Nationale spécialisé dans la lutte antipollution a été dépêché sur place.

## **2 CONTEXTE**

La raffinerie de Donges produit annuellement environ 220 000 tonnes de butane (gaz issu de la distillation du pétrole brut) dont une partie est utilisée par l'unité d'alkylation qui sert à augmenter l'indice d'octane des essences ; le reste est vendu sur le marché intérieur ou exporté. Une vingtaine de butaniers vient s'approvisionner chaque année au terminal de Donges soit un toutes les deux semaines. Mais lorsque l'unité d'alkylation est en arrêt technique, ce qui était le cas le jour de l'accident, la raffinerie doit exporter beaucoup plus de butane, environ un bateau par jour.

C'est pourquoi il arrive que deux navires de ce type se croisent dans le chenal de Donges.

## **3 NAVIRES**

### **3.1 SIGMAGAS**

Le *SIGMAGAS* (Ex *TARQUIN FORTH*) est un navire citernes à double coque transporteur de gaz de pétrole liquéfiés (GPL) battant pavillon Antigua et Barbuda, construit en 1998 à Ulsan en Corée.



### 3.1.1 Principales caractéristiques

- N° OMI : 9183568 ;
- Indicatif : V2MQ ;
- Longueur H.T : 118,888 m ;
- Largeur : 17,20 m ;
- Creux : 13,685 m ;
- Tirant d'eau (été) : 7,750 m ;
- jauge brute : 6051 ;
- Port en lourd : 7876 t ;
- Volume cargaison : 8606 m<sup>3</sup> répartis en deux citernes (citerne avant 3909 m<sup>3</sup>, citerne arrière 4697 m<sup>3</sup>) ;
- Vitesse en service : 16 noeuds ;
- Propulsion : un moteur diesel Hyundai-B & W 7S35MC de 4894.kW à 170 t/mn entraînant une hélice à 4.pales orientables ;
- Production d'électricité : 3 diesel-alternateurs de 590 KVA.

### 3.1.2 Manœuvrabilité

En plus de l'hélice à pas variable, le navire est équipé d'un propulseur d'étrave Brunvoll de 450 kW et d'un gouvernail de type Becker. Pour accroître la manœuvrabilité du navire, le gouvernail est muni d'un volet articulé à l'arrière du safran. Ce volet s'oriente automatiquement dans la même direction que le gouvernail. Il augmente ainsi l'angle de barre et confère au navire de bonnes qualités manœuvrières.

Le temps de passage de avant toute à arrière toute est de 210 secondes.

Les temps de passage de barre toute à droite à barre toute à gauche et inversement sont les suivants :

- avec un moteur de barre en service 27 secondes,
- avec deux moteurs de barre en service 13 secondes.

Du point de vue appareils et systèmes d'aide à la navigation, le navire est équipé :

- de deux radars,
- du système ECDIS de cartes électroniques,
- d'un enregistreur de cap,
- de l'AIS.

### 3.1.3 Historique

Depuis le 26 juin 2002, il est immatriculé à Saint-John's, pavillon Antigua et Barbuda. Auparavant il était sous pavillon de Panama.

Il a porté le nom de *TARQUIN FORTH* du neuvage jusqu'au 25 juin 2002, date à laquelle il est devenu le *SIGMAGAS*.

Depuis le 18 juillet 2002, il appartient à la compagnie *SIGMAGAS* qui a confié sa gestion à Sloman Neptun Schiffahrt-AG (Allemagne).

Il est affrété à temps par Unigas International (Pays-Bas).

De 1997 à mars 2006, il est classé au Bureau Veritas avec la notation suivante :

+ I 3/3 E, LIQUEFIED GAS CARRIER, -48°C, DEEP SEA, 0,97 TON/M3, ICE II, + MACH, AUT-MS.

Depuis mars 2006, le *SIGMAGAS* est classé au Germanischer Lloyd ; la demande de transfert de société de classification ayant été formulée le 10 février 2006.

Le certificat de gestion de sécurité a été délivré par le Germanischer Lloyd le 9 décembre 2002. Il est valide jusqu'au 1<sup>er</sup> octobre 2007.

Auparavant, il avait été délivré successivement par le Norske Veritas Classification puis par le Bureau Veritas.

Du point de vue des avaries antérieures, il a subi un échouement sur un banc de sable le 22 août 2002, près de l'écluse de Cauwelaert tandis qu'il embouquait le chenal d'Anvers. Il s'est déséchoué par ses propres moyens et n'a subi aucun dommage.

Le dernier passage au bassin à sec a eu lieu du 12 au 26 septembre 2003 au chantier de réparation navale à Gdansk (Pologne). Antérieurement, alors qu'il s'appelait *TARQUIN FORTH*, le navire avait subi en février 2001 une visite sous-marine.

### 3.1.4 Contrôles par l'État du port

Du 02 février 2002 au 27 octobre 2005, le navire a fait l'objet de six visites par l'État du port, cinq dans le cadre du Memorandum de Paris et une dans le cadre du Memorandum de Tokyo. Le navire n'a fait l'objet d'aucune immobilisation. Des déficiences, sans rapport avec l'accident, ont été notées lors du contrôle le 12 décembre 2002 à Leith.

## 3.2 *HAPPY BRIDE*

Le *HAPPY BRIDE* (Ex *TARQUIN LOCH*) est un navire citernes à double coque transporteur de gaz de pétrole liquéfiés (GPL) battant pavillon île de Man, construit en 1999 à Ulsan en Corée.

### 3.2.1 Principales caractéristiques

- N° OMI : 9181900 ;
- Indicatif : ZIRQ8 ;
- Longueur H.T : 106,98 m ;
- Largeur : 15,70 m ;
- Creux : 8,25 m ;
- Tirant d'eau (été) : 7,24 m ;
- jauge brute : 4693 ;
- Port en lourd : 5991 t ;
- Volume cargaison : 6386 m<sup>3</sup> répartis en deux citernes (citerne avant 3202 m<sup>3</sup>, citerne arrière 3183 m<sup>3</sup>) ;
- Vitesse en service : 14,7 nœuds ;
- Propulsion : un moteur diesel HYUNDAI-B&W 5S35MC de 3496 kW à 170 t/mn entraînant une hélice à 4 pales orientables ;

- **Production d'électricité** : un alternateur de 500KVA , 440V-60Hz attelé au moteur de propulsion,  
4 diesel-alternateurs d'une puissance totale de 1888KVA , 440V-60Hz.

### 3.2.2 Manœuvrabilité

Comme le *SIGMAGAS*, en plus de l'hélice à pas variable, le navire est équipé d'un propulseur d'étrave Brunvoll de 300 kW et d'un gouvernail de type Becker

Le temps de passage de avant toute à arrière toute est de 173 secondes.

Les temps de passage de barre toute à droite à toute à gauche et inversement sont les suivants :

- avec un moteur de barre en service : 27 secondes ;
- avec deux moteurs de barre en service : 13 secondes.

Du point de vue appareils et systèmes d'aide à la navigation, il est équipé :

- de deux radars ;
- d'un enregistreur de cap ;
- de l'AIS.

### 3.2.3 Historique

Depuis le 30 juillet 2002, il est immatriculé à Douglas, pavillon île de Man. Auparavant, il était sous pavillon de Panama.

Il a porté le nom de *TARQUIN LOCH* au neuvage et jusqu'au 30 juillet 2002, date à laquelle il est devenu le *HAPPY BRIDE*.

Depuis le 2 septembre 2002, il appartient à Hishuano Shipping qui a confié sa gestion à Hanseatic Shipping CO Ltd (Chypre).

Il est affrété à temps par Unigas International (Pays-Bas).

Depuis 1998, il est classé au Bureau Veritas avec la notation suivante :

+ I 3/3 E, LIQUEFIED GAS CARRIER, -48°C, DEEP SEA, 0,97 TON/M3, ICE II, + MACH, AUT-MS.

Le certificat de gestion de sécurité a été délivré par le Bureau Veritas le 14 mai 2002. Il est valide jusqu'au 15 mars 2007.

Ce certificat avait été délivré précédemment par le Norske Veritas Classification.

### 3.2.4 Contrôles par l'État du port

Du 16 août 2000 au 20 décembre 2005, le navire a fait l'objet de sept visites par l'État du port, trois dans le cadre du Memorandum de Paris, trois dans le cadre du Memorandum de Tokyo et une par l'US Coastguard.

Le navire n'a fait l'objet d'aucune immobilisation. Des déficiences, sans rapport avec l'accident, ont été notées lors des contrôles le 16 août 2000 à Tees, 29 mars 2001 à Daesan et 20 décembre 2005 à Stenungsund.

## 3.3 PRODUIT – LE BUTANE

Le butane est un gaz de pétrole obtenu par distillation et condensation du pétrole brut. Il se compose d'hydrocarbures dont le nombre de carbones se situe dans la gamme C3-C5 principalement d'hydrocarbures riches en C3 et en C4.

Il peut également être obtenu par dégasolinage des gaz naturels et gaz associés.

Il est utilisé comme combustible, carburant, propulseur d'aérosol, intermédiaire pétrochimique.

Il est extrêmement inflammable et dans certaines conditions, forme avec l'air des mélanges déflagrants. Il est plus lourd que l'air.

### 3.3.1 Propriétés physiques et chimiques

État physique : Sous pression : liquide.  
A la pression atmosphérique :  
- liquide à température  $\leq 0^{\circ}\text{C}$ ,  
- gaz à température  $> 0^{\circ}\text{C}$ .

Couleur	:	Phase liquide : limpide et incolore, Phase gazeuse : incolore.
Odeur	:	Odeur caractéristique naturelle.
Masse volumique	:	560-595 kg/m <sup>3</sup> à 15°C.
Point d'éclair	:	< -50°C.
Température d'auto inflammation	:	> 400°C.
Explosivité	:	Des mélanges explosifs peuvent se former au contact de l'air. Dans les limites de 1,8% à 8,8% volumes de vapeurs dans l'air.
Températures spécifiques	:	Point d'ébullition du gaz liquide : 0°C à 1013 mbar.
Température critique	:	150°C.
Solubilité	:	Peu soluble dans l'eau.
Autres données	:	Masse volumique : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Phase gazeuse : en moyenne 2,5 kg/m<sup>3</sup> à 15°C,</li> <li>- Phase liquide : &gt; 559 kg/m<sup>3</sup> à 15°C.</li> </ul> Pression de vapeur relative : <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;= 6,9 bar à 50°C,</li> <li>1,7 bar à 15°C.</li> </ul> 1 litre de liquide mis à la pression atmosphérique, engendre un volume de vapeur de 230 litres environ.

### 3.3.2 Toxicité

En phase gazeuse, il peut avoir un effet anesthésique et/ou un effet asphyxiant par raréfaction de la teneur en oxygène de l'atmosphère. L'effet narcotique peut se manifester à partir de 1% (Vol).

En phase liquide, il peut provoquer des brûlures froides.

Relâché dans l'atmosphère, le butane se dilue rapidement et subit une décomposition photochimique. A cause de sa grande volatilité, le butane n'est pas susceptible de générer des pollutions du sol ou de l'eau.

### 3.3.3 Transport

Le butane fait partie des produits transportés à bord de navires type 1G ou 2PG conformes au recueil international de règles relatives à la construction et à l'équipement de navires transportant des gaz liquéfiés en vrac (recueil IGC).

N°ONU : 1965 ;

Classe : 2.1 ;

le butane est transporté dans des cuves à une pression relativement faible (3,2 bars).

Des données complémentaires figurent dans la fiche de données sécurité en annexe.

## 4 EQUIPAGES

### 4.1 SIGMAGAS

L'équipage de 14 personnes est entièrement composé de ressortissants philippins. Cet effectif est supérieur à l'effectif minimum de sécurité fixé à onze personnes.

Le quart passerelle est assuré par trois officiers, deux lieutenants et le second capitaine, assistés d'un matelot de veille. Il est organisé de la façon suivante :

Service à la mer :

00h00 – 04h00 / 12h00 – 16h00	:	1 <sup>er</sup> lieutenant + 1 matelot
04h00 – 08h00 / 16h00 – 20h00	:	2 <sup>d</sup> capitaine + 1 matelot
08h00 – 12h00 / 20h00 – 24h00	:	2 <sup>ème</sup> lieutenant + 1 matelot

Service au port :

00h00 – 06h00 / 12h00 – 18h00	:	1 <sup>er</sup> lieutenant + 1 matelot
06h00 – 12h00 / 18h00 – 24h00	:	2 <sup>ème</sup> lieutenant + 1 matelot

En manœuvre d'arrivée ou de départ d'un port, de mouillage, quatre personnes sont présentes à la passerelle dont le commandant et le timonier.

Le navire étant AUT UMS, il n'y a pas de personnel de quart à la machine sauf pendant les manœuvres. Le service machine est composé d'un chef mécanicien et d'un second mécanicien pour le personnel officier.

Les brevets et certificats des officiers sont conformes à la convention STCW 78/95. Le capitaine officier de la marine marchande depuis 1979, est embarqué à bord du *SIGMAGAS* depuis le 17 octobre 2005.

Le chef mécanicien est à bord depuis le 17 novembre 2005. Il exerce cette fonction à la compagnie depuis 1997.

Le timonier était expérimenté, avec plus de 10 ans d'expérience à bord de navires de toutes tailles.

## **4.2**      **HAPPY BRIDE**

L'équipage est composé de quinze personnes, toutes ressortissants philippins. Cet effectif est supérieur à l'effectif minimum de sécurité fixé à douze personnes.

A la mer, le quart passerelle est assuré par trois officiers, deux lieutenants et le second capitaine, assistés d'un matelot de veille.

Il est organisé de la façon suivante :

En manœuvre d'arrivée ou de départ d'un port, de mouillage, quatre personnes sont présentes à la passerelle dont le commandant et le timonier.

Le navire étant AUT UMS, il n'y a pas de personnel de quart à la machine sauf pendant les manœuvres. Le service machine est composé d'un chef mécanicien, d'un second mécanicien et d'un officier mécanicien pour le personnel officier. Il y a aussi un électricien, un motoriste et un nettoyeur.

Les brevets et certificats du capitaine et des officiers sont conformes à la convention STCW 78/95.

Le capitaine était déjà venu plusieurs fois à Donges.



## 5 CHRONOLOGIE DES EVENEMENTS

Les heures sont données en heures locales (TU+1 heure), notamment à partir de l'ECDIS et des enregistrements du VTS.

### 5.1 SIGMAGAS

#### Le 4 janvier 2006

- A **18h12**, fin du chargement de butane.
- De **18h36** à **18h42**, débranchement du collecteur de chargement.
- A partir de **18h30**, essais des appareils : barre, propulseur d'étrave, télécommande de l'appareil propulsif...
- A **19h24**, embarquement du pilote.
- Vers **19h30**, échange d'informations entre le pilote et le commandant (check-list).
- Vers **19h42**, commencé à dédoubler l'amarrage.
- Vers **19h50**, capelé le remorqueur *CROISIC* à l'arrière.
- Vers **19h52**, tout largué.
- Vers **20h05**, appareillé, le navire bat en arrière avec l'assistance du remorqueur *CROISIC* et commence à éviter sur bâbord.
- Vers **20h13**, évitage terminé.
- Vers **20h14**, largué le remorqueur *CROISIC*, la machine est mise « en avant lente ».
- Vers **20h15**, le navire met cap au 275. Montée en allure progressive jusqu'à « avant demi ».

- A **20h16**, le pas d'hélice est réglé à 3,5 pour une vitesse du navire d'environ 7 nœuds à 8 nœuds ; correspondant à la vitesse normale pour chenaler et conserver une bonne manœuvrabilité.  
La manœuvre d'appareillage s'est déroulée sans incident et conformément aux règles d'usage.
- A ce moment, le navire navigue plutôt sur la partie droite du chenal.
- Vers **20h19**, compte tenu de la présence d'un navire en charge au poste Donges 5, le pilote demande cap au 270.  
La barre fonctionne normalement.
- A **20h21**, le navire vient de 3° à droite, le cap passe de 270,8 à 273,9.
- A **20h21mn16s**, légèrement en amont de Donges 5, le navire vient brutalement sur la gauche. Il se trouve à environ 300 mètres du *HAPPY BRIDE* qu'il va croiser. L'ordre est donné par le commandant et le pilote de mettre immédiatement la barre tout à droite, et devant l'absence de réaction du navire, le propulseur d'étrave est aussi mis tout à droite.
- A **20h21mn32s**, le navire continuant son embardée sur la gauche, la machine est mise en arrière toute. Malgré cette action, le navire étant chargé, la vitesse diminue mais pas suffisamment, le navire continue sur son erre. Le pilote donne l'ordre de mouiller.
- A **20h22mn35s**, le *SIGMAGAS* aborde le *HAPPY BRIDE* par le travers de Donges 5, sur le tiers avant bâbord avec un angle de 70 à 80°.
- A **20h23**, machine en arrière toute, le navire se dégage du *HAPPY BRIDE*. La Capitainerie est prévenue de l'accident.
- A **20h24**, machine et propulseur d'étrave sont stoppés. L'assistance du remorqueur *CROISIC* est demandée.
- A **20h36**, le remorqueur est croché à l'avant. La machine est mise en avant lente.
- A **20h40**, la capitainerie donne l'ordre d'accoster à l'Arceau.

- A **20h50**, le navire évite sur bâbord et avec l'assistance du remorqueur embouque le chenal vers l'Arceau.
- A **21h24**, le navire accoste bâbord à quai.
- A **22h24**, le navire est amarré et le remorqueur *CROISIC* largué.

## **5.2 HAPPY BRIDE**

### **Le 4 janvier 2006**

- A **18h32**, le navire quitte son mouillage en zone d'attente de Loire, à destination de Donges 3.
- A **18h56**, embarquement du pilote. Le navire est prévu d'accoster cap amont vers 20h30 soit 40 minutes après la pleine mer, en début de jusant, le vent est modéré de secteur Est.
- A **19h53**, le navire passe le pont de Saint-Nazaire.

- A **20h21**, le navire se trouve par le travers du poste 5 dans le tiers Sud du chenal en avant très lente. Il s'apprête à croiser le *SIGMAGAS* qui vient de quitter le poste 3.

Le croisement doit s'effectuer normalement rouge sur rouge (chacun voyant le feu rouge de l'autre). Soudain, le pilote du *HAPPY BRIDE* s'aperçoit que le *SIGMAGAS* fait une abattée sur bâbord se rapprochant de sa trajectoire (l'abattée est perçue par l'observation de ses feux de tête de mât). Les deux navires sont à moins de trois encablures l'un de l'autre. Dans un premier temps, le pilote n'a pas suspecté que le *SIGMAGAS* était en train de réaliser une manœuvre dangereuse.

Il vient sur tribord pour s'écarter et presque au même moment il reçoit un appel de son collègue du *SIGMAGAS* sur VHF voie 14 qui l'informe que le navire a un problème.

La vitesse fond du Happy Bride est d'environ 5,5 nœuds et gouverne cap à l'Est.

- A **20h21mn46s**, l'abattée du *SIGMAGAS* paraissant s'accélérer, le *HAPPY BRIDE* distinguant son feu vert poursuit son abattée sur tribord mais la vitesse de rapprochement du *SIGMAGAS* rend l'abordage inévitable.

Différentes manœuvres pour éviter la collision seront exécutées : de avant toute et barre toute à droite à arrière toute avec propulseur d'étrave à droite. Simultanément, le capitaine déclenche l'alarme générale suivie par l'annonce faite à l'équipage d'une collision imminente.

- A **20h22mn35s**, le *HAPPY BRIDE* est abordé au tiers avant bâbord par l'étrave du *SIGMAGAS*.

Le navire ayant peu d'erre s'est trouvé stoppé, il n'y a pas d'incendie, la gîte est de 4° sur tribord mais le navire ne prend pas plus de gîte et il n'y a aucun blessé. Cependant, il apparaît rapidement que du fioul lourd s'échappe du point d'impact au niveau de la soute n°1 bâbord.

Pendant la collision, le *HAPPY BRIDE* était presque cap Sud-Est.

Position GPS : 47.18,17 N - 002.05,36 Ouest et par le relèvement du feu de l'Arceau au 331,5 à 0,21 mille.

Le *SIGMAGAS* était approximativement cap Sud-Ouest.

- A **20h30**, après avoir informé la capitainerie de la situation, le pilote du *HAPPY BRIDE* demande d'accoster au plus vite pour circonscrire la pollution. L'autorisation lui est donnée d'accoster au poste 3 du terminal TOTAL.

## **6 GESTION DE L'ÉVÈNEMENT APRES L'ABORDAGE**

### **6.1 A bord du SIGMAGAS**

**Le 04 janvier 2006**

Immédiatement après la collision, le commandant actionne l'alarme générale et l'équipage de service rallie la timonerie.

L'accident est rapporté à la compagnie qui active sa cellule de crise.

Le plan d'urgence est déclenché.

Pour le *SIGMAGAS*, la priorité est de dégager le chenal et de sécuriser le navire par rapport aux navires descendants.

Les autorités de l'état du pavillon, la société de classification, le P&I sont prévenues.

Le bord procède à un contrôle de toutes les zones affectées par des dommages et fait un relevé des sondes du peak avant et de la maille sèche n°1 ainsi que des capacités adjacentes.

Les sondes révèlent la présence d'un mélange de fioul et d'eau dans le peak avant (qui était vide avant l'abordage). Mais il n'y a pas d'entrée d'eau ni dans les citernes de ballastage ni dans les mailles sèches.

Une inspection de la coque par les plongeurs est commandée.

### **Le 05 janvier 2006**

De 18h00 à 20h10, le navire fait mouvement du poste de l'Arceau à Montoir liquide. Suite à la collision, le gyrocompas est hors service.

En fin d'évitage à 19h45, il y a déclenchement d'une alarme pouvant laisser supposer une défectuosité de la barre qui passe alors en mode secours.

## **6.2 A bord du *HAPPY BRIDE***

### **Le 04 janvier 2006**

Immédiatement après l'abordage, le chef mécanicien et le second capitaine procèdent à une première évaluation des dommages en sondant toutes les capacités et en contrôlant l'installation de chargement de gaz. Une fuite de gaz est rapidement identifiée et neutralisée.

Afin de circonscrire la fuite de fioul provenant de la brèche dans la citerne n°1, le pilote du *HAPPY BRIDE* demande l'autorisation d'accoster le plus rapidement possible.

A 20h32, le *HAPPY BRIDE* se dirige vers le poste 3 où il accoste à 20h45.

A 21h15, le navire est amarré et le barrage flottant commence sa mise en place.

A 23h38, début du pompage du fioul de la citerne 1 dans des camions citernes

De leur côté, les services de la raffinerie de Donges et les services portuaires mettent en place une cellule de crise.

Une distance d'un mille séparait le lieu d'abordage où la pollution s'est déclarée, du poste 3 du port de Donges. Durant ce laps de temps, le jusant s'est formé en Loire et la pollution a été entraînée vers l'aval.

### **Le 05 janvier 2006**

A 08h33, la nappe de fioul à la surface côté bâbord est pompée dans un camion.

## **6.3 Action des autorités portuaires**

La collision s'est produite dans les limites administratives du port autonome de Nantes Saint-Nazaire (PANSN). Les deux navires sont mis à quai très rapidement et un barrage flottant est déployé autour du *HAPPY BRIDE*. Une cellule de crise est mise en place par la capitainerie. La Préfecture de la Loire-Atlantique et la Préfecture Maritime de l'Atlantique sont aussitôt mises en alerte par le PANSN. Dans la nuit, le Préfet Maritime de l'Atlantique fait appareiller l'*ALCYON*, bâtiment de soutien, d'assistance et de dépollution (BSAD).

Les premières opérations de dépollution sont engagées : pompage des hydrocarbures flottants autour du *HAPPY BRIDE* et ceux contenus dans le bulbe du *SIGMAGAS*.

De son côté, la raffinerie Total de Donges, dont une partie des installations a été souillée, monte une cellule de crise et arme le FOST (Fast Oil Spill Team) pour protéger un certain nombre de sites.

L'ensemble des opérations de dépollution est supervisée par le PANSN.

L'activité du port autonome a repris normalement à l'issue de cet accident.

## 7 DOMMAGES AUX NAVIRES

### 7.1 SIGMAGAS (Photo en annexe C.1)

Une première évaluation des dommages montre sur la partie avant de l'étrave au-dessus de la ligne de flottaison une brèche d'environ 1 m à 1,50 m de long par 20 à 30 cm de large et 4 trous de 20 à 30 cm de diamètre et des éraflures. C'est le bordé bâbord qui a subi le plus de dommages.

Au niveau du peak avant, les structures internes n'ont pas subi d'importantes déformations mais le bulbe est très déformé avec un enfoncement de part et d'autre de l'axe du navire.

Le fioul constaté (entre 15 et 25 m<sup>3</sup>) dans le peak avant provient de la citerne n°1 du *HAPPY BRIDE*.

### 7.2 HAPPY BRIDE (Photos en annexe C.2)

Juste après l'abordage, le navire prend une gîte de 4° sur tribord.

La collision s'est faite pratiquement perpendiculairement avec un angle de pénétration évalué entre 40 et 50° correspondant à peu près à l'angle de l'étrave du navire abordeur.

Les premiers dégâts constatés sont importants. Ils sont localisés sur le bordé bâbord sur une longueur de 8,60 m. Ils commencent à 34,40 m du nez de l'étrave et se terminent à 43 m du nez de l'étrave.

Le bulbe du *SIGMAGAS* a transpercé la coque au niveau de la ligne de flottaison créant une ouverture de 3,30m de diamètre. Cette ouverture correspond au diamètre du bulbe du *SIGMAGAS* :

- un trou dans la citerne de ballast n°1 au-dessous du pont principal,
- une brèche dans la citerne à fioul n°1 bâbord contenant 60,70 m<sup>3</sup> de fioul lourd au-dessus et en-dessous de la ligne de flottaison ainsi qu'un trou sous le pont principal,
- des dégâts sur le condenseur de cargaison bâbord, les fixations et les tuyauteries associées qui ont subi des déformations,
- des dommages sur les batayolles et le livet de pont et des éraflures sur la coque.

## 8 DETERMINATION & DISCUSSION DES FACTEURS DU SINISTRE

La méthode retenue pour cette détermination a été celle utilisée par le *BEA*mer pour l'ensemble de ses enquêtes, conformément à la résolution OMI A.849 (20) modifiée par la résolution A.884 (21).

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

- facteurs naturels ;
- facteurs matériels ;
- facteur humain ;
- autres facteurs.

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

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

avec pour objectif d'écartier, après examen, les facteurs sans influence sur le cours des événements et de ne retenir que ceux qui pourraient, avec un degré de probabilité appréciable, avoir pesé sur le déroulement des faits. Ils sont conscients, ce faisant, de ne pas répondre à toutes les questions suscitées par ce sinistre. Leur objectif étant d'éviter le renouvellement de ce type d'accident, ils ont privilégié, sans aucun *a priori*, l'analyse inductive des facteurs qui avaient, par leur caractère structurel, un risque de récurrence notable.

Pour la recherche et l'analyse des causes de l'abordage, les enquêteurs du *BEA*mer se sont rendus à bord du *SIGMAGAS* et du *HAPPY BRIDE*.

Ils ont pu constater à l'occasion de leur visite que ces deux navires sont pratiquement identiques dans la disposition et la composition des équipements, à la différence que le *HAPPY BRIDE* ne possède pas d'ECDIS comme le *SIGMAGAS*. Ils paraissent bien entretenus. De nombreuses consignes de sécurité sont affichées en timonerie, dans les locaux techniques et salles de machines.



Aucun des deux navires ne possédait d'enregistreur de données de voyage (VDR), obligatoire à compter du premier arrêt technique entre le 1<sup>er</sup> juillet 2007 et le 1<sup>er</sup> juillet 2010.

Cependant, les enquêteurs du *BEA*mer ont pu disposer des trajectographies des routes des deux navires et des échanges en VHF enregistrés par la capitainerie de Saint-Nazaire.

Ils ont pu également examiner les enregistreurs de cap et, pour le *SIGMAGAS*, l'enregistrement de l'ECDIS. Ces documents sont joints en annexe.

## **8.1 Facteurs naturels**

### **8.1.1 Conditions météorologiques pendant le voyage**

Selon le journal de bord, les conditions météorologiques rencontrées par le navire pendant la traversée Mohamedia - Donges étaient les suivantes : vent force 8, mer 7.

### **8.1.2 Conditions météorologiques et hydrologiques le jour de l'accident**

Les relevés météorologiques de la station de Saint-Nazaire Montoir le 04 janvier 2006 entre 19h00 et 22h00 donnent les conditions suivantes :

- 19h00 : vent d'Est 15 km/h, température sous abri : 7,6°C, humidité : 96 %, visibilité : 3720 m, pression station : 1021,5 hpa ;
- 20h00 : vent Est-Sud-Est 11 km/h, température : 7,3°C, humidité : 96 %, visibilité : 3720 m, pression station : 1021,8 hpa ;
- 21h00 : vent d'Est 22 km/h, température : 6,8°C, humidité : 95 %, visibilité : 6440 m, pression station : 1021,6 hpa.

Durant cette période, le vent maximum relevé a été : vent d'Est 29 km/h à 20h53.

La pleine mer est à 19h53, le coefficient de marée de 84. Le courant est orienté vers l'aval de l'estuaire du fleuve 20 minutes après la pleine mer. Il est faible, vitesse inférieure à 1 nœud. Il fait nuit, la visibilité est moyenne mais suffisante pour avoir le visuel sur les navires montants.

### 8.1.3 Contraintes de navigation

Les deux navires, avec pilotes à bord, l'un montant, l'autre descendant, devaient effectuer leur transit conformément aux règles de navigation locales et au Règlement International de Prévention des Abordages en Mer. En application de la règle 9(a) « chenaux étroits » du RIPAM, les deux navires devaient naviguer près de la limite extérieure droite du chenal. Par ailleurs, faisant des routes directement opposées, en application de la règle 14 du même règlement, chacun d'eux devait venir sur tribord pour passer par bâbord l'un de l'autre afin d'éviter un risque d'abordage.

Ils étaient également soumis :

- au règlement particulier de police des ports de la Loire maritime. Arrêté préfectoral n°6-90 du 15 février 1990, modifié le 01/01/2006,
- au règlement local pour le transport et la manutention de marchandises dangereuses.

Le *HAPPY BRIDE* allait prendre la place du *SIGMAGAS* à Donges 3 pour charger du butane. Il était léger et ses tirants d'eau avant et arrière étaient respectivement de 3,35 m et 5,25 m. Les deux radars 10 cm et 3 cm étaient en service et leur échelles réglées sur 1,5 mille.

De son côté, le *SIGMAGAS* était chargé et ses tirants d'eau étaient de 6,20 m à l'avant et de 7,10 m à l'arrière.

En règle générale, le navire quitte le poste de chargement en fin de flot, à la pleine mer, quasiment à l'étal. Celui qui arrive au poste de chargement, arrive en début de jusant.

Selon les instructions nautiques, la vitesse fond des navires est limitée à 8 nœuds devant le terminal méthanier si celui-ci est occupé. Toutefois, cette limitation de vitesse ne figure pas dans le règlement particulier de police des ports de La Loire maritime mis à jour le 1<sup>er</sup> janvier 2006 dans lequel l'article 4-1 précise que : « les navires doivent ralentir au passage des appontements méthaniers et pétroliers et au droit des installations portuaires, ports de pêche ou de plaisance et devant les embarcadères ».

L'abordage a eu lieu à hauteur du poste 5. A cet endroit, la Loire est rectiligne et offre une bonne visibilité.

Les conditions météo étaient bonnes. Les fonds étaient largement suffisants compte tenu des tirants d'eau des navires. En effet, lorsqu'il a mis de la barre à droite, le *HAPPY BRIDE* disposait de place à droite et pouvait sortir du chenal sans risque.

Il n'y avait pas non plus de contraintes de navigation particulières en dehors de celles habituellement rencontrées en chenaux et rivières, parfaitement connues des pilotes à bord des deux navires. Ils étaient en chenalage, pas en manœuvre.

Les conditions nautiques du transit ne présentaient donc aucune difficulté particulière.

Par ailleurs, les deux navires se sont conformés à la réglementation portuaire notamment aux précautions d'ordre nautique en matière de pilotage et d'assistance de remorquage.

Aucun élément hydrologique ou météorologique ne peut *a priori* expliquer l'embarquée brutale du *SIGMAGAS*. Une telle réaction du navire n'a jamais été constatée auparavant par le capitaine.

Par conséquent, **ces facteurs n'ont pas eu d'incidence** sur les causes de l'abordage.

Cependant, il n'est pas exclu que les mauvaises conditions météorologiques rencontrées par le navire au cours de son dernier voyage entre Mohammedia et Donges aient pu contribuer à fragiliser son gouvernail.

## **8.2 Facteurs matériels**

### **8.2.1 A bord du *HAPPY BRIDE***

Aucun dysfonctionnement ni de l'appareil à gouverner, ni de la propulsion n'a été constaté.

### **8.2.2 A bord du *SIGMAGAS***

L'abattée brutale du *SIGMAGAS* sur bâbord juste avant son croisement avec le *HAPPY BRIDE* que le navire n'a pas pu contrer, a conduit les enquêteurs du *BEA mer* à envisager l'hypothèse d'un dysfonctionnement du gouvernail ou de ses équipements associés. Cependant, ils n'ont pas exclu une cause directement liée au comportement intrinsèque du navire.

### 8.2.2.1 Appareil à gouverner

L'appareil à gouverner est du type électro-hydraulique de marque Becker comprenant :

- une centrale hydraulique,
- un ensemble d'équipements de contrôle et de régulation avec affichage des alarmes de défaut en timonerie et en salle de contrôle machine.
- un gouvernail

La barre peut être télécommandée de trois postes différents :

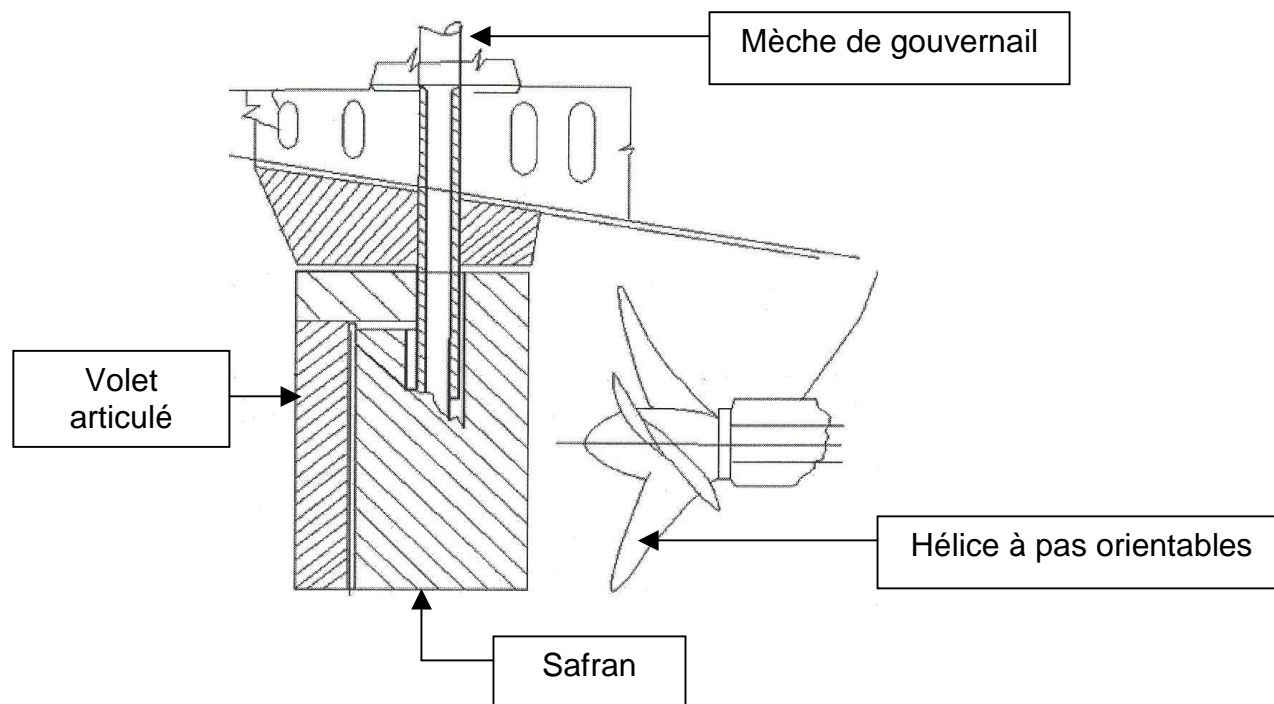
- du pupitre central où sont regroupées :
  - o la commande par pilote automatique et les commandes manuelles en système asservi (Follow Up FU) par volant ou en système non asservi (Non Follow Up NFU) par tillers, chacun disposant de deux alimentations séparées,
  - o le transfert de la commande de barre vers les ailerons,
- et des deux ailerons à bâbord et à tribord où la commande s'effectue en système non asservi.

En secours, en cas d'avarie de télécommande, la barre peut être commandée en agissant directement sur les électrovannes de la centrale hydraulique.

[Une description complète de l'appareil à gouverner et de ses accessoires est donnée à l'annexe D.](#)

Le gouvernail de marque Becker type FKSR-2850/699/385/1 est composé d'un safran réalisé en tôles soudées sur une armature interne dont le bord de fuite est équipé d'un volet articulé, en forme d'aileron. Ce volet permet d'augmenter l'angle du gouvernail et d'amplifier la giration du navire, l'angle du volet venant s'ajouter à celui du safran.

## Croquis d'un gouvernail de type Becker



Le volet est conçu pour tourner dans la même direction que le safran mais environ avec deux fois l'angle. Ainsi, pour un angle du safran de  $30^\circ$  sur bâbord, le volet tournera approximativement d'un angle total de  $60^\circ$  sur bâbord.

Le but de l'action du volet est d'augmenter les forces latérales du gouvernail permettant ainsi d'améliorer la manœuvrabilité du navire spécialement aux faibles vitesses. La valeur maximum des forces latérales est obtenue pour un angle du safran de  $30$  à  $35^\circ$ .

L'orientation du volet est commandée par le safran. Chaque rotation du safran est accompagnée simultanément d'une rotation du volet dans la même direction.

Cette rotation est réalisée automatiquement au moyen d'une transmission mécanique montée à la partie supérieure, essentiellement composée d'un arbre vertical et d'un coulisseau horizontal exécutés en acier inox. La distance entre les axes de l'arbre vertical et de la mèche du gouvernail est de 560 mm et c'est cet excentrique qui produit le mouvement de rotation entre le volet et le safran.

L'arbre horizontal coulisse dans un tube monté à l'extrémité supérieure du volet, tandis que l'arbre vertical tourne à l'intérieur d'une douille montée dans le tube de jaumière.

Le volet est articulé sur le safran par deux charnières dont les deux axes en bronze sont montés chacun dans trois paliers en acier inox, l'un sur le safran et les deux autres sur le volet. Ces axes sont maintenus verticalement par des plaques support en acier doux de 25 mm d'épaisseur soudées sur le volet. La plaque support supérieure est pleine tandis que la plaque inférieure présente au centre un alésage de 50 mm de diamètre. Chacune des plaques possède un épaulement (voir annexe D).

La disposition des charnières est montrée en détail à l'annexe D.

Chaque charnière est équipée d'une paire de bagues coniques comprenant une butée inférieure en acier inox et des bagues d'usure en bronze à la partie supérieure.

Au montage, les bagues en inox sont usinées de façon à obtenir le meilleur alignement possible entre l'aileron et le safran.

### 8.2.2.2 Fonctionnement de l'appareil à gouverner

#### *Le 04 janvier 2006 essais avant appareillage*

Avant l'appareillage, le 2<sup>ème</sup> lieutenant a procédé aux essais des équipements passerelle.

Tous les appareils de navigation et de communication y compris l'équipement SMDSM ont été contrôlés. L'erreur du gyrocompas vérifiée en comparant la ligne de foi du navire parallèle au quai avec les cartes était de 0,4° E , tandis que la déviation du compas magnétique était de 3,2° W.

Les essais de l'appareil à gouverner ont été réalisés en présence du second mécanicien au local de l'appareil à gouverner qui a vérifié la concordance entre les ordres de la passerelle et les réponses de la barre.

Les essais du propulseur d'étrave et de la télécommande du moteur de propulsion ont été faits du pupitre central timonerie et des pupitres d'ailerons.

Ces différents essais n'ont révélé aucune anomalie.

#### *Le 04 janvier 2006 pendant la manœuvre de départ et avant l'abordage*

La barre était en commande manuelle en système asservi (commande de gouverne active sur la barre à roue).

Afin de vérifier qu'il ne s'agissait pas d'un défaut de fonctionnement de la commande du poste central lorsque le navire a continué à venir sur bâbord malgré l'ordre de barre toute à droite, le commandant a demandé au second capitaine et au lieutenant qui venait relever ce dernier au quart d'aller sur l'aileron et de prendre la commande de la barre.

Mais au moment où ceux-ci sont arrivés sur l'aileron, ils ont pu constater que l'indicateur d'angle de barre était bien tout à droite et qu'il suivait les ordres de la commande du poste central. *A priori*, il n'y avait donc pas de dysfonctionnement de la télécommande de barre.

De son côté, au moment du choc le pilote a vérifié l'angle de barre, l'indicateur était à droite toute.

Après la collision et avec l'assistance du remorqueur, le navire a manœuvré à plusieurs reprises pour se dégager et se placer dans le sud du chenal afin de permettre les croisements avec les deux navires descendant. Le fonctionnement de la barre paraissait normal.

#### *Le 05 janvier 2006 pendant le changement de poste à quai*

Avant le changement de poste à quai, après contrôle des moteurs de barre par des représentants du constructeur et le Bureau Veritas, des essais de barre ont été réalisés : barre toute à gauche à toute à droite, deux fois avec deux moteurs de barre en service, commande de barre en position asservie FU2. Une troisième fois, la barre a été mise toute à gauche puis toute à droite. Sur le journal de bord, il est fait mention que brusquement l'indicateur de barre est resté bloqué 15° à gauche tandis que le volant a dépassé le zéro puis, la barre toute à droite, l'indicateur est resté encore 15° à gauche.

Au cours de la manœuvre de changement de poste, 3 alarmes sont apparues : 2 alarmes Auto Pilot Sys Fail dont une en fin d'évitage à 19h45 + une alarme Gyrocompas

Dès l'apparition de ces alarmes, la commande de barre qui était en position asservie (FU) a été immédiatement commutée par précaution en mode non asservi (NFU).

L'assistance de deux remorqueurs a permis de faire mouvement en toute sécurité.

#### *Le 06 janvier 2006 navire à quai*

En présence des enquêteurs du BEAmer, des ordres de barre de +/-35° ont été appliqués au moyen de la barre à roue avec 2 pompes en service. Pas de dysfonctionnement apparent, pas de grippage, le mouvement est continu, sans bruit et ne semble pas subir de contrainte anormale.

Le temps d'exécution mesuré pour parcourir 70° est de 14 secondes, ce qui est conforme à la valeur indiquée en passerelle sur le tableau des caractéristiques du navire.

Les informations données par les indicateurs sont conformes aux commandes appliquées.

L'état visuel de l'installation est satisfaisant : pas de fuite d'huile apparente, le local et les équipements sont propres et semblent bien entretenus. Les opérations et instructions de maintenance sont clairement affichées. Néanmoins, la qualité du câblage électrique pourrait être améliorée.

#### *Le 15 janvier 2006 manœuvre de mouillage*

Le navire s'est rendu à un poste de mouillage pour dégazer. Au cours de la manœuvre, l'appareil à gouverner a fonctionné correctement, bonne réponse de la barre aux ordres du pilote.

#### *Analyse de l'huile*

Le rapport d'analyse du 6 décembre 2005 attire l'attention sur le grade de l'huile recommandé qui doit être de l'ISO VG32. Le résultat de la mesure de la viscosité cinématique indique soit une erreur de grade de l'huile en service, soit qu'une huile d'un grade différent a été ajoutée.

Cependant, l'analyse des éléments métalliques ne montre pas d'anomalie de la teneur en métaux d'usure.

D'ailleurs, à l'issue de ce rapport la charge d'huile a été remplacée.

#### *Rapport du chef mécanicien*

Dans son rapport de passage de suite du 23 novembre 2005 , le chef mécanicien débarquant mentionne que le fonctionnement de l'appareil à gouverner est satisfaisant. Son graissage est régulier avec un contrôle quotidien des fuites éventuelles.

#### *Historique de l'appareil à gouverner*

Dans l'historique on relève plusieurs interventions du constructeur en juillet et août 2002 sur le groupe hydraulique pour des problèmes de pression d'huile mais qui ont été résolus depuis.



### *Analyse des alarmes enregistrées*

Cette analyse a consisté à identifier les indications ou alarmes concernant l'appareil à gouverner en vue de détecter d'éventuelles anomalies expliquant la collision.

Dans la liste d'alarmes du système ACONIS, l'indication *S/Gear Imo Sys Fail - INTK* est apparue : le 01/01/06, le 02/01/06, le 03/01/06, le 04/01/06 environ une heure avant l'accident.

Cette indication apparaît en même temps qu'un groupe d'alarmes qui semblent liées à un arrêt du moteur de propulsion *M/E Shut Down* ou à l'édition d'un journal d'alarmes. La mention *INTK (Interlock)* signifie qu'il s'agit d'une inhibition d'alarmes ou d'alarmes verrouillées (*Interlocked alarms*) et non d'une apparition d'alarme. Cette indication est affichée en bleu alors que les alarmes sont en rouge.

Le 04/01/06 à 20h17'01", apparition de l'alarme *Wrong Way*. Cette alarme se rapporte au groupe d'alarmes du moteur principal. Elle signale généralement une discordance entre la réponse du pas d'hélice et l'ordre donné au levier de commande. Une variation brusque et de grande amplitude du levier peut être à l'origine de cette alarme qui pourrait être consécutive à la manœuvre *Arrière Toute* ordonnée par le pilote peu avant la collision.

L'alarme *Autopilot Failure* apparaît plusieurs fois après la collision, à savoir : le 04/01/06 à 21h49'22", à 23h01'34" et à 23h45'13". Elle est aussi apparue le 05/01/06 durant le changement de poste du navire. Le défaut de fonctionnement du gyrocompas au moment du transfert laisse penser que la défaillance du pilote automatique en est une conséquence. En effet, le pilote automatique utilise en permanence l'information de cap venant du gyrocompas pour régler le cap du navire. Une défaillance du gyrocompas se traduirait donc par une alarme du pilote automatique.

Aucune alarme de l'appareil à gouverner n'est apparue pendant les instants précédant la collision et pouvant avoir un lien direct avec celle-ci.

Un contrôle des alarmes a été effectué les 8 janvier et 15 janvier 2006. Au cours de ces contrôles, il a été trouvé que les alarmes *Fault Indication of Pressure* et *Wire Break* ne fonctionnaient pas.

### *Premières conclusions*

L'examen visuel de l'appareil à gouverner, de ses moyens de commande et de contrôle, l'analyse du listing d'alarmes n'ont pas permis de mettre en évidence les éléments pour

conclure à une défaillance de l'appareil à gouverner ou de son système de commande au moment de la collision ou dans les instants qui l'ont précédé.

Les essais réalisés le 06/01/06 ont d'ailleurs montré un fonctionnement normal du système de gouverne, confirmé lorsque le navire s'est rendu au mouillage sur rade et ensuite pour rentrer au bassin. Cependant, il convient d'ajouter que les conditions de ces essais ne reproduisent pas les conditions réelles de fonctionnement du gouvernail navire en route où intervient l'effet dynamique. Par conséquent, les forces en jeu sont différentes de celle relevées en statique à quai ou en manœuvre assistée.

Les enquêteurs du *BEA*mer ont donc examiné d'autres causes possibles à savoir :

#### *a) Dysfonctionnement du gyrocompas*

La barre était en commande manuelle et le timonier gouvernait au cap 275 affiché sur le gyrocompas. Il suivait ce cap en donnant de faibles angles de barre de 4 à 5° tantôt à gauche, tantôt à droite. Le navire est parti lentement sur bâbord puis il aurait accéléré son évolution de façon saccadée.

Cette évolution pourrait être due à une dérive du gyrocompas après l'évitage. L'angle d'abordage étant d'environ 75° et le *HAPPY BRIDE* étant venu du 90 au 135, le *SIGMAGAS* serait donc venu, lui, du 274 au 244, c'est à dire de 30° sur la gauche en 75 secondes, soit 29° en moyenne par minute.

Pour suivre le cap assigné, le timonier aurait alors du mettre la barre à gauche, de façon visible sur les répéteurs d'angle de barre ou que lui-même aurait signalé.

Par ailleurs, il n'a pas été relevé d'alarme de dysfonctionnement du gyrocompas. Une dérive du gyrocompas peut être détectée par un écart entre le cap de celui-ci et le cap affiché par le compas magnétique.

L'alarme d'écart de cap peut être déclenchée si elle est prise sur le gyrocompas (écart gyrocompas / compas magnétique) ou si elle est prise sur le pilote automatique (écart pilote automatique / compas magnétique).

L'analyse attentive de l'enregistrement de cap n'a pas permis de détecter une dérive du gyrocompas avant l'abordage, mais une dérive, après l'accident, de 180° en deux heures, soit 1,5° par minute.

Lors de leur première visite à bord, les enquêteurs du *BEAMer* ont constaté que le gyrocompas était hors service. Il tournait effectivement en permanence dans le sens des aiguilles d'une montre. D'après le commandant, c'est le choc résultant de l'abordage qui aurait provoqué la mise hors service du gyrocompas. Néanmoins, les enquêteurs du *BEAMer* rappellent qu'en service normal, le gyrocompas peut être soumis à des accélérations et des chocs importants générés par les mouvements de plate-forme du navire et la rencontre avec les vagues, sans pour autant que cela se traduise par un dysfonctionnement ou une mise hors service de l'appareil si celui-ci est en bon état.

Le technicien dépêché sur place juste après l'accident a constaté qu'une sphère devait être remplacée et qu'il avait un problème de phase. Une intervention avait eu lieu précédemment le 5 août 2005 à Dunkerque ; une borne de l'une des phases avait dû être resserrée. La révision était prévue en février 2006. Finalement, le gyrocompas a été remplacé le 27 janvier 2006 et équipé d'une nouvelle alarme de déviation de cap.

Pendant, un dysfonctionnement du gyrocompas n'entraîne pas de perte de contrôle de l'appareil à gouverner lorsque celui-ci est commandé manuellement. En revanche, un dysfonctionnement du gyrocompas peut induire en erreur le timonier en lui fournissant une information de cap erronée.

#### *b) Blocage d'une électrovanne*

Le déplacement de la barre est réglé par le temps d'ouverture de l'électrodistributeur. Le débit d'huile est fonction du temps d'ouverture de l'électrovanne et non de la position du tiroir. En cas de blocage du tiroir, le mouvement de la barre se poursuit.

Toutefois, le fait que l'indicateur de barre a indiqué que la barre était tout à droite montre bien que l'ordre a été exécuté et par conséquent, que les électrovannes ont répondu aux signaux de commande envoyés par la timonerie.

En cas de discordance entre la commande de barre et la position réelle de l'appareil à gouverner (défaillance du système de contrôle ou blocage mécanique de l'appareil à gouverner), blocage d'une soupape hydraulique, l'alarme Hydraulic System Lock serait apparue. Un défaut d'alimentation du système de contrôle de barre aurait été signalé par l'alarme Failure Control Voltage. Une surcharge de l'appareil à gouverner se serait traduite par une surcharge du moteur électrique et aurait déclenché l'alarme E.Motor Overload.

Par ailleurs, compte tenu du temps d'escale du navire, un échauffement de l'huile est exclu.

### *c) Erreur de manipulation*

Le timonier aurait pu commettre une erreur de manipulation au niveau du pupitre de l'homme de barre. Compte tenu des éléments recueillis lors de l'enquête, cette hypothèse n'a pas été retenue.

### *d) Comportement nautique propre du navire lié à la particularité du couple hélice-gouvernail*

Le *SIGMAGAS* est différent d'un navire classique car il est équipé d'un gouvernail de type Becker et d'une hélice à pas variable. Cette disposition se traduit par des caractéristiques de manœuvrabilité particulières et des réactions du navire parfois imprévisibles.

Si le pas de l'hélice est à zéro, les pales affectent l'écoulement de l'eau sur le gouvernail et la manœuvrabilité est fortement réduite. Becker recommande que si le pas d'hélice est mis en arrière, l'angle du gouvernail ne doit pas dépasser 10° afin de réduire les risques d'écoulements turbulents qui pourraient être préjudiciables à la manœuvrabilité du bateau.

Il s'est avéré dans certains cas qu'au moment où le pas de l'hélice est réduit brutalement alors que le navire est en marche avant, celui-ci aura tendance à abattre d'un côté ou de l'autre de manière imprévisible.

Il est aussi précisé dans la fiche d'information de pilotage que le navire a tendance à venir à gauche quand il bat en arrière (l'arrière venant vers tribord tandis que l'avant vient sur bâbord).

## 8.2.2.3 Constatations sur le gouvernail navire à flot

En février 2001, à l'occasion de la visite sous-marine de la coque, l'examen du gouvernail et la mesure des jeux au safran n'ont pas fait l'objet de remarques particulières pouvant avoir un rapport avec l'accident.

## 8.2.2.4 Constatations sur le gouvernail navire en cale sèche

### *8.2.2.4.1 A Gdansk en septembre 2003 lors du carénage du navire*

Le gouvernail n'a pas été démonté complètement (les jeux mesurés au safran étant jugés satisfaisants), seul le volet a été démonté avec sa liaison mécanique.

Au neufrage en 1998, le jeu de montage entre axes et paliers des charnières supérieure et inférieure était de 0,6 mm. Le jeu maximum admissible par le constructeur est de 3,5 mm.

En fonction des résultats du contrôle des pièces, des jeux relevés, les réparations suivantes ont été effectuées :

- les axes des deux charnières supérieure et inférieure ont été remplacés (usure excessive)
- le palier supérieur a été déposé. Comme il ne présentait pas d'usure anormale, il a été remonté tel quel avec du Belzona. Il en a été de même pour le palier inférieur.
- les deux paliers de la transmission mécanique ont été changés à l'exclusion du coulisseau et de l'arbre vertical en bon état
- les deux ensembles de bagues butée composées de deux pièces en bronze et deux en inox ont été aussi changées

Le rapport de visite établi par le chantier ne mentionne pas l'état des plaques support et leur remplacement. La plaque support de l'axe inférieur a été nécessairement déposée pour procéder au remplacement de celui-ci.

#### *8.2.2.4.2 A Saint-Nazaire le 19 janvier 2006, navire en cale sèche (photos en annexe D)*

Lorsque le navire a été mis en cale sèche à Saint-Nazaire le 19 janvier, il a été constaté que le volet était détaché partiellement du safran. La charnière supérieure n'était plus en place ; elle n'était plus maintenue par son axe. De ce fait, le volet n'était plus tenu au safran que par la charnière inférieure et la liaison mécanique de rotation. Il a basculé vers l'arrière sur le coulisseau qui s'est déplacé vers le bas.

Dès lors, le poids du volet et les efforts se sont reportés sur la charnière inférieure. Les efforts et contraintes ainsi engendrés ont empêché une rotation normale du volet et ont sans doute généré des frottements tels que le volet a pu se coincer dans une inclinaison à gauche. D'ailleurs, on a relevé sur le safran à hauteur de la charnière inférieure, que l'acier a été maté lors des rotations du volet avec des déformations à la partie basse du safran. La plaque support de l'axe de la charnière inférieure, qui fait partie de la semelle du volet, est passée en partie sous le talon du safran.

Il a été vérifié que lorsque le safran est dans l'axe du navire, le répéteur d'angle de barre en timonerie affiche bien barre à 0°. Cependant, on a pu remarquer que dans cette position, le volet est incliné vers bâbord. Ce qui signifie que pour tenir le cap, l'homme de barre

devait compenser en mettant de la barre à droite et que la réaction du navire aux ordres de barre serait plus accentuée à bâbord qu'à tribord.

On a noté également en bas du safran, une fissure d'environ 250 mm de long.

La peinture du gouvernail est dans un état satisfaisant mais des piqûres de corrosion sont visibles dans les parties hautes du safran. Il n'y a pas d'anodes sacrificielles en zinc sur le safran. On relève aussi l'absence d'anodes sur la carène dont la protection contre la corrosion est cependant assurée par courant imposé.

Il n'y a pas de traces de talonnage. Les pales d'hélice sont en bon état.

L'absence d'organismes marins à la surface du coulisseau est une indication du déplacement du coulisseau lors des mouvements du gouvernail et du caractère relativement récent de l'avarie.

#### 8.2.2.5 Constatations en atelier sur le volet articulé le 26 janvier 2006 (Photo en annexe D)

Au démontage du volet et lors de son examen en atelier le 26 janvier 2006, il a été constaté :

- que les paliers (repère 5), sont usés,
- que l'axe de la charnière supérieure est tombé à l'intérieur du tube du volet. On ne relève pas de traces de grippage ou d'usure significative. Le portage des paliers et des bagues est peu marqué. Le diamètre correspond à celui d'origine (100 mm). Le chanfrein de l'extrémité inférieure (celle en contact avec la tôle support) est arrondi avec une surface brillante où l'on observe quelques piqûres de corrosion. Le chanfrein de l'extrémité supérieure est en bon état, avec une oxydation en surface.
- que la plaque support de l'axe de la charnière supérieure (repère 8) est fortement corrodée. Son diamètre extérieur de 200 mm correspond à celui d'origine, sans épaulement. Son épaisseur varie de 14 à 16 mm.

Elle présente au centre un trou d'environ 100 mm de diamètre (100,5 mm à 100,9 mm) à l'intérieur duquel on note une corrosion plus marquée par la présence d'une gorge circulaire avec des incrustations de coquillages et sur les bords des traces de peinture qui pourraient provenir de celle de la carène. Ce trou est parfaitement centré sur la plaque. Il est régulier avec des arêtes vives et une

bonne perpendicularité des faces par rapport à la tôle, sans conicité. Il est suffisant pour laisser passer l'axe.

- que l'axe de la charnière inférieure est tordu et cassé en trois morceaux, par rupture de traction et torsion. Le morceau supérieur a été trouvé logé dans le palier supérieur enchâssé dans le volet,
- que la plaque support inférieure présente également une usure en forme de cuvette de 1,5 à 5 mm de profondeur au niveau de la surface de contact avec l'axe de la charnière. Ses dimensions sont conformes à celles du plan.

La perforation de la plaque support de la charnière supérieure pourrait être la conséquence d'une usure corrosive locale d'origine galvanique entre l'axe en bronze et l'acier doux de la plaque. L'acier étant plus anodique que le bronze dans les « séries galvaniques », (l'écart de potentiel est de l'ordre de 0,3 à 0,35 V), il se corrode de préférence. Lors du dernier carénage de septembre 2003, la plaque support était probablement déjà corrodée mais cette corrosion n'avait pas été détectée. Le rapport de visite du chantier ne mentionne pas d'examen de la tôle support et/ou son remplacement. L'application de la peinture de carène a sans doute imprégné la surface usée de la plaque la protégeant temporairement et retardant l'extension de la corrosion. Un défaut d'exécution n'est pas non plus exclu.

Le fonctionnement de l'appareil à gouverner avec la charnière supérieure du volet défectueuse a entraîné une déformation de la tôle du pied du safran quand le volet s'est coincé après rupture de l'axe de la charnière inférieure. Par ailleurs, les manœuvres effectuées après l'accident du 4 janvier peuvent aussi avoir aggravé les dommages à la charnière inférieure du volet.

#### 8.2.2.6 Conclusion

Des constatations faites sur le gouvernail, on peut en déduire que ce sont la chute de l'axe de la charnière supérieure du volet articulé résultant de phénomènes d'usure et de corrosion et la rupture de l'axe de la charnière inférieure qui sont à l'origine d'un blocage du volet dans une position particulière. L'évènement s'est produit après rupture de l'axe inférieur.

Cette avarie constitue **le facteur déclenchant et déterminant de l'accident.**

Les traces de peinture de carène sur les bords du trou laissent supposer que la plaque support supérieure n'aurait pas été changée à l'arrêt technique de septembre 2003. Elle était probablement déjà corrodée sur une profondeur importante au niveau de la surface de

contact avec l'axe. Son épaisseur d'origine était sans doute inférieure à celle mentionnée sur les plans. La mise en place d'une tôle support alésée, résultant d'une erreur d'exécution, paraît toutefois exclue.

## **8.3 Facteur humain**

Parmi les facteurs contributifs de l'événement, les enquêteurs du *BEA mer* ont examiné la gestion des ressources à la passerelle des deux navires, notamment , l'efficacité de la communication, la vigilance et l'attitude des personnes présentes.

### **8.3.1 A bord du *HAPPY BRIDE***

Toutes les communications se sont faites en Anglais, sans aucun problème de compréhension.

A la prise du pilote, des informations ont été échangées entre le commandant et le pilote sur les caractéristiques et le bon état de navigabilité du navire, le poste de destination, le bord à accoster, les conditions nautiques, la durée du transit (une heure trente) et les conditions de trafic. Le pilote a informé le commandant du départ du *SIGMAGAS* du poste 3 qu'ils allaient croiser sur la Loire et de la présence d'un autre navire au poste 4. Ces deux navires étaient prévus d'appareiller à 19h30.

L'équipe à la passerelle était composée : du commandant, du pilote, du second capitaine et du timonier. La veille radio était assurée sur la voie VHF 14.

Le pilote a chenalé le *HAPPY BRIDE* en donnant des ordres de cap et d'allures machine au commandant lequel les répercutait au timonier pour les ordres de cap et au second capitaine pour les ordres machine.

Durant l'ensemble des manœuvres exécutées afin d'éviter l'abordage, le commandant du *HAPPY BRIDE* a toujours partagé l'analyse de la situation par le pilote et fait exécuter ses consignes.

Il a, de son côté, pris les décisions appropriées. Juste avant la collision, il a déclenché l'alarme générale et a demandé à son équipage de se rendre en passerelle. Immédiatement après la collision, il a demandé au second capitaine d'évaluer les dégâts. Le *HAPPY BRIDE* restait manœuvrant et le souci principal était de traiter au plus vite la pollution.



Les enquêteurs du *BEAMER* n'ont donc pas relevé de déficit de communication ou de défaut de vigilance au sein de l'équipe présente à la passerelle.

### 8.3.2 A bord du *SIGMAGAS*

Comme à bord du *HAPPY BRIDE*, les renseignements d'usage figurant sur la Pilot Card ont été communiqués au pilote dès son arrivée à bord par le capitaine.

Aucun incident n'a été signalé au pilote concernant la barre ou la machine, le navire était opérationnel.

De son côté, le pilote a donné au capitaine toutes les informations utiles sur les conditions de navigation pendant le transit.

A la passerelle, il y avait quatre personnes : le timonier, le commandant, le second capitaine et le pilote. Le pilote se trouvait à bâbord contre le vitrage pour avoir la vue la plus dégagée vers l'extérieur. De sa position, le pilote n'avait pas le visuel sur l'indicateur d'angle de barre, ni sur le timonier.

Le capitaine se trouvait à droite, de l'autre côté. Le second capitaine se trouvait derrière le pilote près du pupitre et à gauche du timonier.

Toutes les communications se sont faites en anglais, sans aucun problème de compréhension.

Les ordres nécessaires pour moduler la vitesse et modifier le cap étaient donnés par le pilote au commandant qui les transmettait au timonier (pour les ordres de barre) lequel accusait réception. Tous les ordres de barre ont été bien compris. Jusqu'à l'embarquée, le pilote a entendu le commandant les transmettre et le barreur les répéter. C'est le pilote qui a réagi le premier lorsqu'il a constaté l'embarquée du navire. Il a aussitôt prévenu son collègue du *HAPPY BRIDE* que le navire avait un problème. Cependant, il n'a pu affirmer avoir entendu le barreur répéter l'ordre du capitaine de mettre la barre tout à droite. C'est le capitaine qui a confirmé au pilote que la barre était à droite, le pilote n'a pu le vérifier qu'après.

L'ordre de mouiller demandé par le pilote n'a pas été exécuté, le personnel de manœuvre ayant quitté la plage avant. D'ailleurs la présence de personnel sur le pont dans ces circonstances aurait été dangereuse.

A la vue du *HAPPY BRIDE* qui arrivait en face, le pilote du *SIGMAGAS* a donné l'ordre de venir de 5° de plus sur la droite. La barre étant très sensible (un demi tour pour 35° d'angle de barre), il est possible que quand le pilote a donné l'ordre de venir du 270 au 275, le timonier ait

dépassé le cap de quelques degrés. Voyant qu'il risquait de se diriger vers le navire chargeant des produits pétroliers au poste Donges 5, il aurait mis la barre un peu trop à gauche pour rencontrer et aurait alors perdu le contrôle du navire à la suite du blocage à ce moment là de l'aileron du gouvernail.

Cependant, le pilote n'a pu affirmer si le navire était parfaitement au 275 ou légèrement plus sur tribord car il n'avait pas le visuel sur le compas. C'était le timonier qui observait le gyrocompas et indiquait à quel moment il était au cap demandé. Toutefois, il n'a pas pu être démontré si ce dépassement de cap aurait eu une incidence déterminante sur l'embarquée s'il n'y avait pas eu d'avarie du gouvernail.

Comme à bord du *HAPPY BRIDE*, les enquêteurs du *BEAMER* n'ont pas relevé de déficit de communication ou de défaut de vigilance au sein de l'équipe passerelle.

A bord de chacun des deux navires, les capitaines ont pris une part active à la navigation pendant le transit et chaque membre de l'équipe passerelle a rempli son rôle.

Quant aux communications échangées par les pilotes des deux navires leur efficacité a permis de limiter les conséquences de l'abordage.

Par conséquent, après analyse du comportement des deux équipes, les enquêteurs du *BEAMER* considèrent que **le facteur humain ne constitue pas un facteur contributif déterminant ou aggravant** dans le déroulement des faits qui ont conduit à l'accident.

Par ailleurs, sur aucun des deux navires la fatigue n'est en cause.

## 8.4 Autres facteurs

L'unité d'alkylation de la raffinerie étant en arrêt technique pendant cette période, la raffinerie de Donges doit exporter beaucoup plus de butane.

Cette situation a pour conséquence une augmentation importante de la fréquence des mouvements de butaniers dans le port de Donges dont le nombre passe d'un navire tous les 15 jours à un par jour.

Ce sont ces conditions particulières et les impératifs liés à la gestion du trafic portuaire qui ont conduit à ce que deux navires de ce type se croisent près d'appontements pétroliers.

Cependant, les enquêteurs du *BEAMER* considèrent qu'il y a là **un facteur de risque potentiel important de nature à aggraver les conséquences d'un accident**.

## 9 SYNTHÈSE

L'analyse des faits, les constats matériels et les témoignages recueillis par les enquêteurs du *BEAMER* au cours des auditions qu'ils ont conduites montrent que l'abordage est imputable à une perte de contrôle du *SIGMAGAS* non maîtrisée suite à une avarie de gouverne survenue juste avant le croisement avec le *HAPPY BRIDE*, au moment où les deux navires se trouvaient en situation très rapprochée.

Aucun incident n'avait été signalé au départ affectant la barre ou la machine, les deux navires étaient en état de navigabilité. Les essais de machine et de barre avant l'appareillage n'avaient pas montré de défaut.

Le personnel présent en passerelle était en nombre suffisant, qualifié et expérimenté.

L'embarquée du *SIGMAGAS* a certainement été provoquée par la défaillance du volet du gouvernail. Celui-ci s'est bloqué temporairement dans une position particulière, n'étant plus solidaire du safran et ne tenant plus que par la charnière inférieure (dont l'axe était rompu) et la liaison mécanique de commande.

Après la rupture de la charnière supérieure, conséquence de la chute de son axe, le fonctionnement du volet est devenu aléatoire, se traduisant par une efficacité très réduite et une incapacité à accepter les grands angles.

Il est probable que le volet se soit bloqué juste avant la collision à la suite de la rupture de l'axe de la charnière inférieure et provoqué l'embarquée du navire sur bâbord. En effet, si le blocage de l'aileron avait eu lieu précédemment, cela aurait affecté le fonctionnement du gouvernail et l'équipage aurait été alerté de ce dysfonctionnement (manœuvre de la barre plus difficile, déclenchement des soupapes de limitation de pression).

Le fait que le volet ne soit pas complètement détaché du safran et l'état de surface de l'axe du coulisseau de la transmission mécanique sont aussi l'indication d'une avarie récente.

Compte tenu des efforts engendrés par le blocage du volet, l'appareil à gouverner ne pouvait pas répondre suffisamment rapidement à l'ordre de barre. Au delà de 10 à 15° d'angle de barre, le gouvernail n'avait plus aucune efficacité. Il se comportait comme un frein.

D'ailleurs, lorsque l'indicateur de barre est venu tout à droite, le capitaine a remarqué que la réponse du gouvernail était plus lente que d'habitude.

C'est à partir du moment où le volet a bougé, la charge sur le gouvernail étant alors réduite que le déplacement du gouvernail tout à droite s'est accéléré.

Bien que cette avarie était à l'état latent, elle pouvait difficilement être détectée par l'équipage avant l'appareillage.

L'indicateur d'angle de barre est solidaire du safran. Il indique l'angle du safran et non celui de l'aileron. Toutefois, d'après l'expérience des utilisateurs, les signes précurseurs d'un problème avec le mécanisme du volet sont généralement une manœuvrabilité plus lente du navire ou un écart permanent de quelques degrés sur le pilote automatique en route libre, compte tenu des effets du vent et du courant.

Le navire était chargé lorsqu'il a appareillé et par conséquent il n'était pas possible pour l'équipage de faire un contrôle visuel extérieur du fonctionnement du gouvernail pendant les essais de barre. Ce n'est d'ailleurs pas un contrôle habituel. Néanmoins, même avec le navire sur ballast, il est difficile pour l'équipage de voir le haut du gouvernail émergé à moins que la visibilité de l'eau soit excellente.

La manœuvre d'arrivée et de départ du navire s'étant faite avec l'assistance d'un remorqueur et l'utilisation du propulseur d'étrave, il était donc plus difficile de détecter un défaut de réponse de la barre.

## **10 ACTIONS ENTREPRISES**

### **10.1 Au niveau portuaire**

Des concertations ont été mises en place au niveau local pour tirer des leçons de l'expérience.

### **10.2 Par le constructeur du gouvernail**

Les plaques support inférieure et supérieure en acier doux de 25 mm d'épaisseur ont été remplacées par un modèle plus épais (30 mm) en acier inox.

# 11 RECOMMANDATIONS

## 11.1 Au niveau portuaire

A l'occasion de cet accident, a été mis en évidence le problème de croisement dans les rivières et chenaux à proximité d'installations pétrolières, des navires qui transportent des gaz liquéfiés et des risques qui en découlent.

Le BEAmer a été informé des réflexions et des concertations renforcées engagées au sein des professionnels pour réduire ces risques.

Il recommande qu'elles portent en particulier sur :

- 11.1.1** La révision, en fonction du retour d'expérience, des procédures de chenalage pour les bateaux transportant des marchandises dangereuses en vrac : produits chimiques, produits pétroliers, gaz de pétrole liquéfiés, afin d'éviter un croisement près d'appontements pétroliers.
- 11.1.2** L'optimisation de la gestion du trafic pour éviter dans la mesure du possible que deux navires type LPG se croisent dans le chenal.
- 11.1.3** L'opportunité d'accompagnement d'un remorqueur (connecté) pour les navires gaziers légers jusqu'au passage des appontements pétroliers.
- 11.1.4** La disponibilité d'une barge équipée pour la mise en place de barrages flottants et de filets pour récupérer les hydrocarbures dont cet accident a montré un intérêt certain en matière de lutte contre la pollution.

## **11.2 Concernant le gouvernail à volet articulé**

Le BEA mer recommande :

### **11.2.1 à bord des navires équipés de ce dispositif et aux armateurs de ces navires :**

- un examen visuel à quai par l'équipage de l'ensemble safran/volet lorsque les conditions d'assiette du navire et de visibilité du plan d'eau le permettent.
- qu'une formation minimum spécifique soit dispensée aux capitaines quant à l'utilisation de ce type de gouvernail et des réactions du navire aux différentes manœuvres.

### **11.2.2 aux sociétés de classification :**

- d'intégrer dans la classification coque du navire et soumis aux visites périodiques requises, l'ensemble safran/volet du gouvernail y compris l'articulation du volet et son dispositif de commande.

### **11.2.3 au constructeur du gouvernail :**

- d'améliorer la fiabilité et la résistance de l'ensemble du gouvernail notamment au niveau du volet et de son articulation avec le safran.
- d'assurer une meilleure protection des pièces mobiles contre la corrosion afin d'éviter la corrosion galvanique. L'emploi de l'acier inox, moins anodique que l'acier doux pour les plaques support et la mise en place d'anodes sacrificielles sur le safran et le volet y contribuent.
- d'étudier l'installation de moyens de contrôle de bon fonctionnement de l'aileron, navire en service.
- de réviser, si nécessaire, les opérations d'entretien préventif notamment les procédures de contrôle lors des visites périodiques et de remplacement des pièces, lesquelles devront être validées par un certificat délivré par le constructeur.

## **LISTE DES ANNEXES**

- A. Décision d'enquête**
- B. Dossier navires**
- C. Dommages occasionnés aux navires**
- D. Gouvernail du SIGMAGAS**
- E. Trajectographies**

**Décision d'enquête**





DÉCISION

Le directeur du Bureau d'enquêtes sur les événements de mer ;

- Vu la loi n°2002-3 du 3 janvier 2002 relative aux enquêtes techniques après événements de mer ;
- Vu le décret n° 2004-85 du 26 janvier 2004 relatif aux enquêtes techniques après événement de mer, accident ou incident de transport terrestre ;
- Vu l'arrêté ministériel du 17 février 2004 portant nomination du Directeur du Bureau d'enquêtes sur les événements de mer ;
- Vu l'arrêté ministériel du 18 Juillet 2005 portant délégation de signature au Directeur du Bureau d'enquêtes sur les événements de mer ;
- Vu le message N°004 / POL du CROSSA ETEL en date du 5 Janvier 2006.

DECIDE

**Article 1 :** En application de l'article 14 de la loi sus-visée, une enquête technique est ouverte concernant la collision, survenue le 4 Janvier dans le port de Donges (Port Autonome de Nantes Saint Nazaire, estuaire de la Loire) entre les navires *SIGMAGAS* (pavillon Antigua et Baruda) et *HAPPY BRIDE* (Pavillon l'île de Man).

**Article 2 :** Elle aura pour but de rechercher les causes et de tirer les enseignements que ces événements comportent pour la sécurité maritime, et sera menée dans le respect des textes applicables, notamment le titre III de la loi sus-visée et la résolution A.849 (20) de l'organisation maritime internationale.

Ministère des Transports,  
de l'Équipement,  
du Tourisme  
et de la Mer

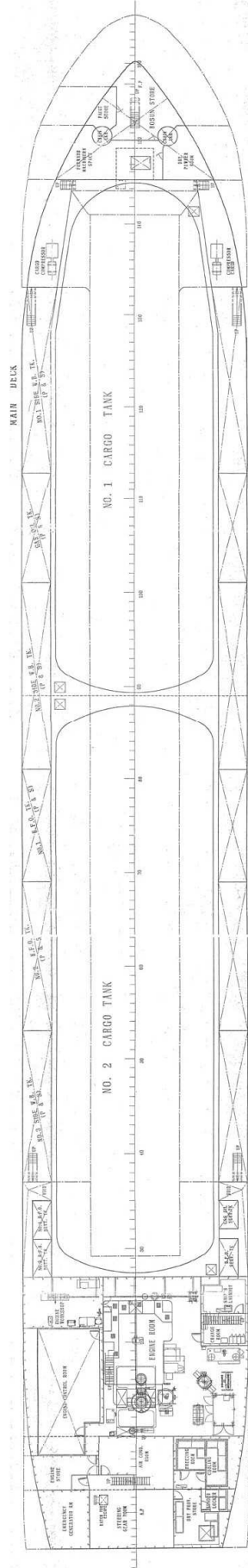
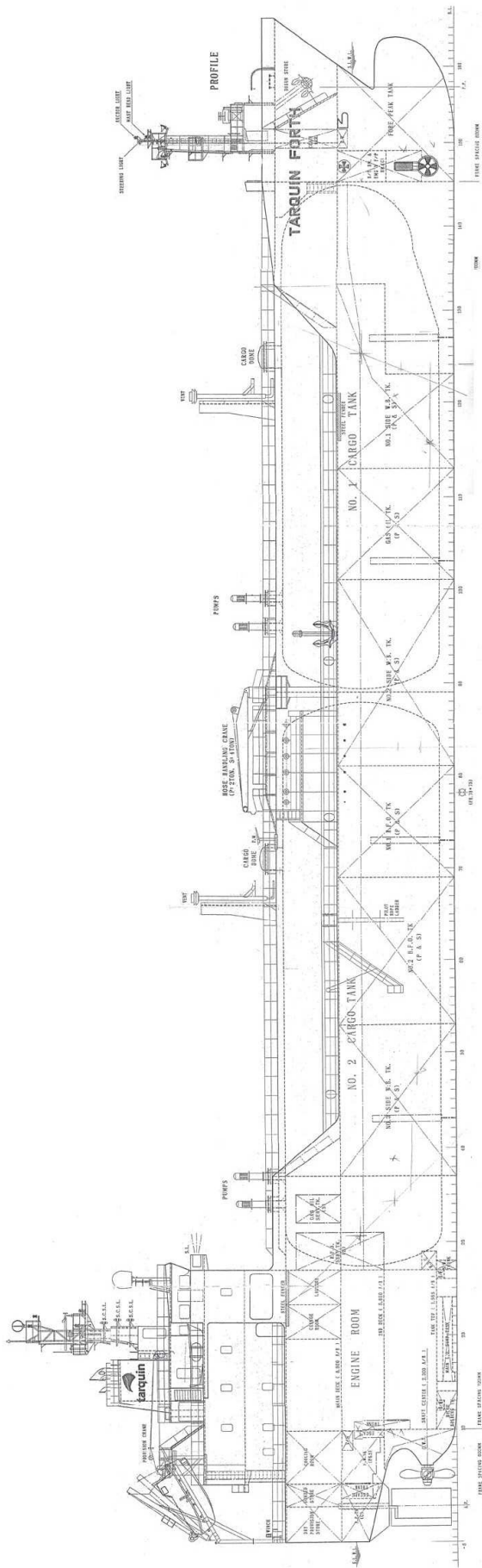
BEAmer

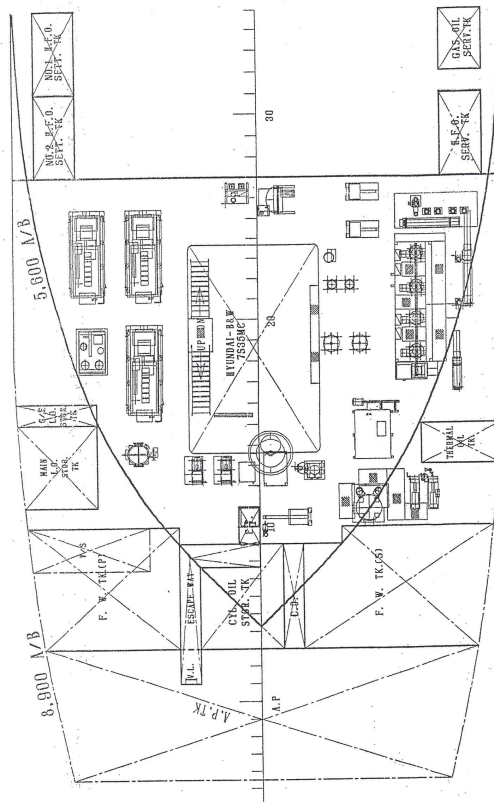
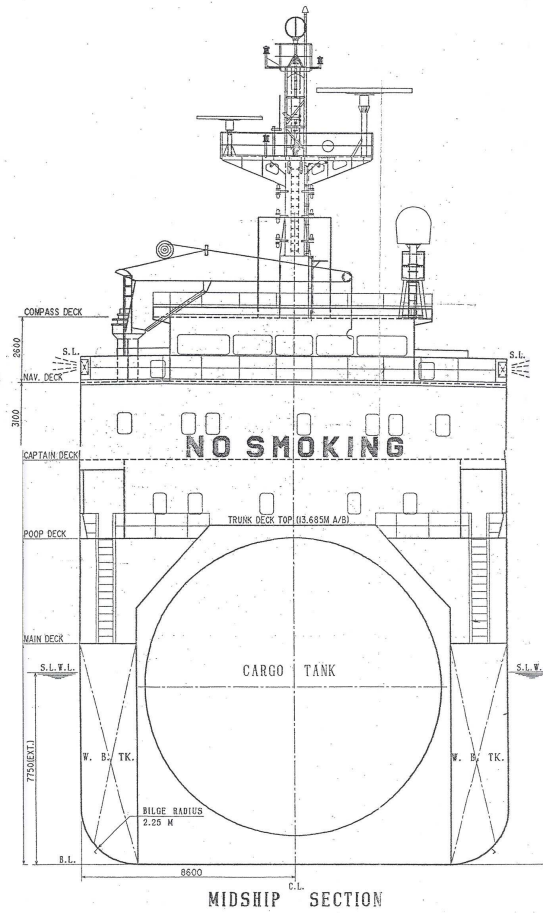
Tour Pascal B  
92055 LA DEFENSE CEDEX  
téléphone : 33 (0) 1 40 81 38 24  
télécopie : 33 (0) 1 40 81 38 42  
Bea-Mer@equipement.gouv.fr

L'administrateur en chef  
de 1<sup>ère</sup> classe des affaires maritimes  
Jean-Marc SCHINDLER

**Dossiers navires**

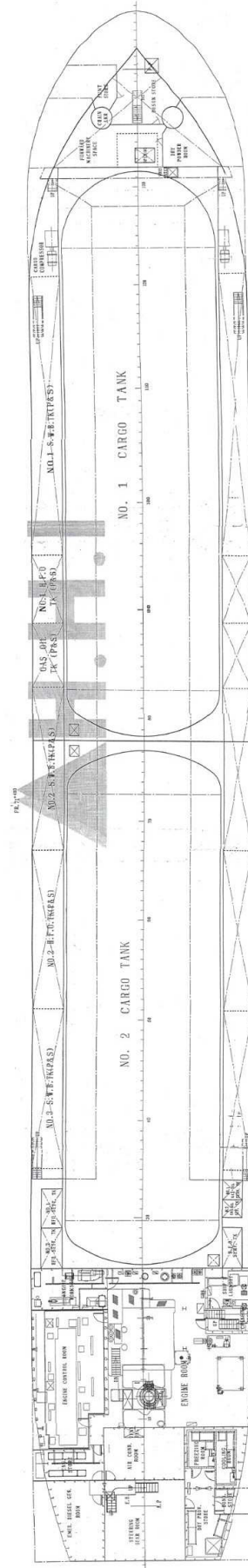
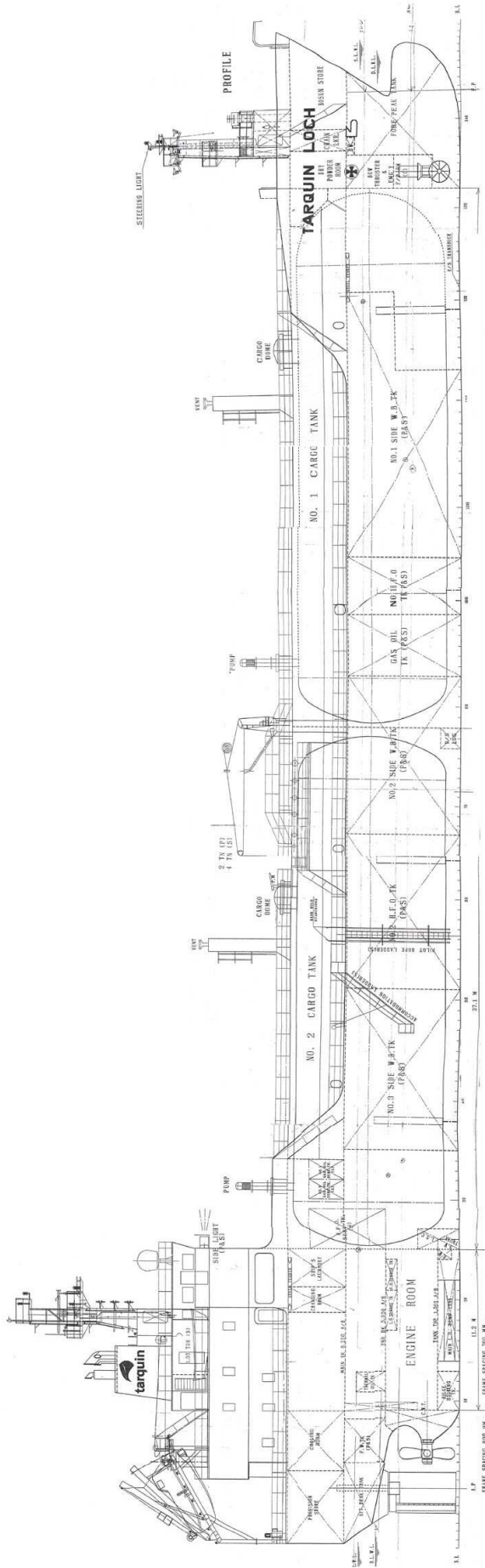
### Plans du SIGMAGAS

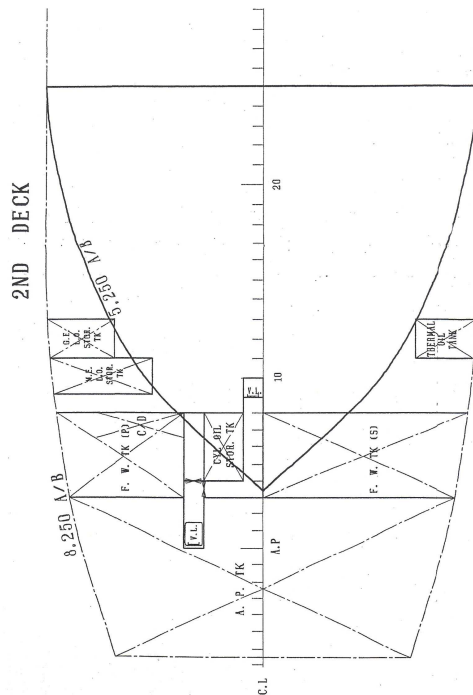
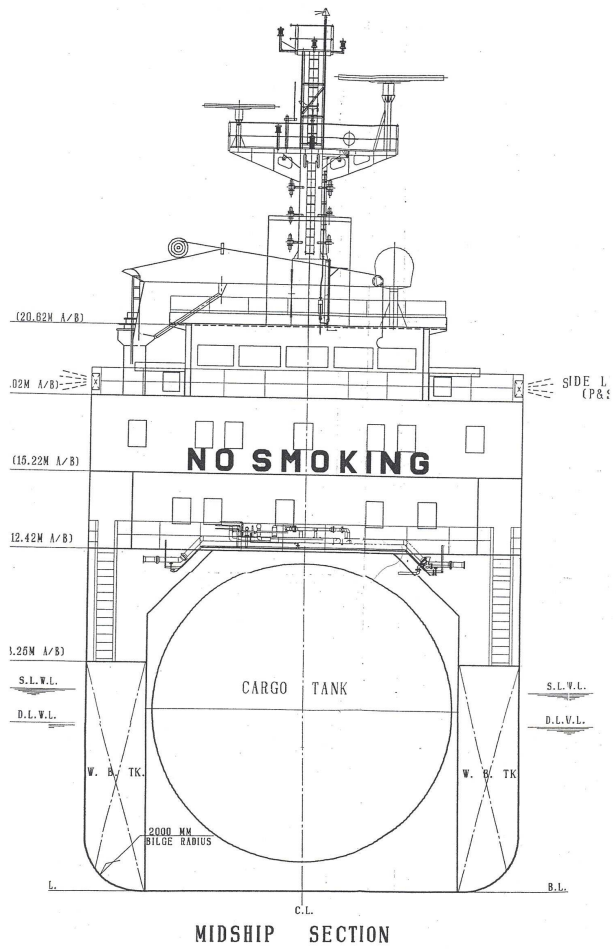




## **Annexe B.2**

### **Plans du *HAPPY BRIDE***







### Dommmages occasionnés aux navires

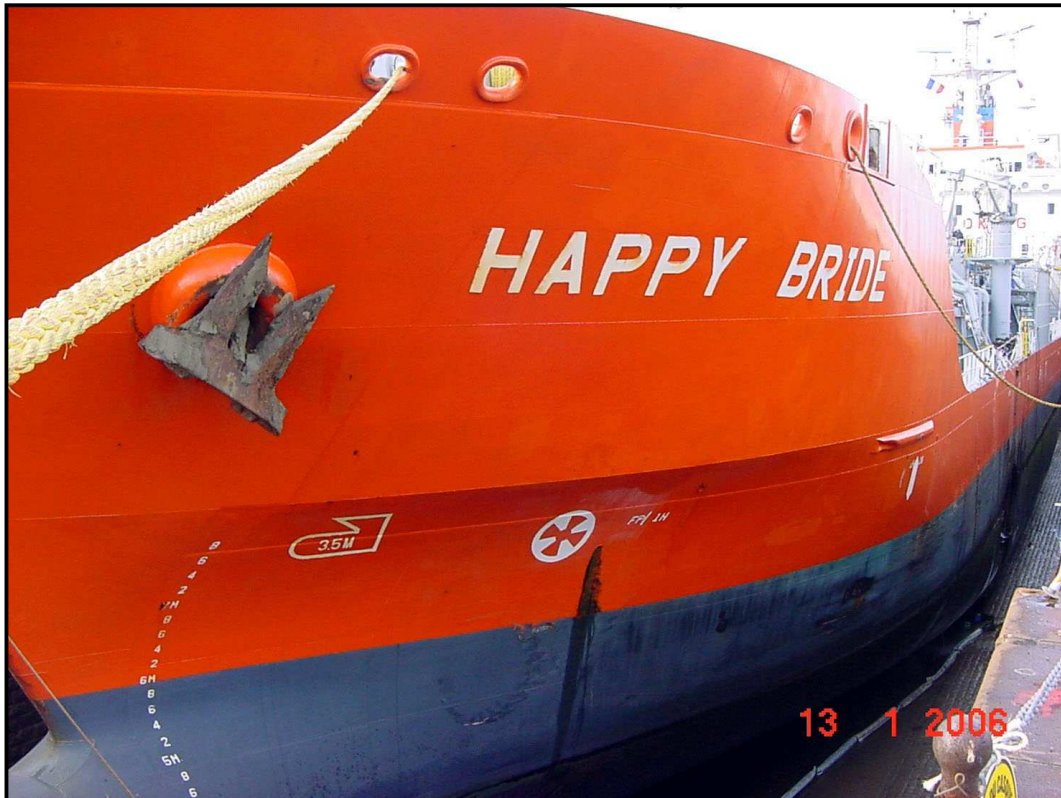
### **Dommmages occasionnés au SIGMAGAS**



Étrave et bulbe du *SIGMAGAS* endommagés après l'abordage, avec des traces de fioul provenant du *HAPPY BRIDE*.

## **Annexe C.2**

### **Dommmages occasionnés au *HAPPY BRIDE***



Navire en cale sèche après l'abordage.



Bordé bâbord : dommages aux batayoles et tuyautages de condenseur.



Bordé bâbord : zone d'impact de l'étrave du SIGMAGAS.



Brèche occasionnée par le bulbe du SIGMAGAS dans le ballast FO n°1 bâbord.



Domages aux bordé bâbord.



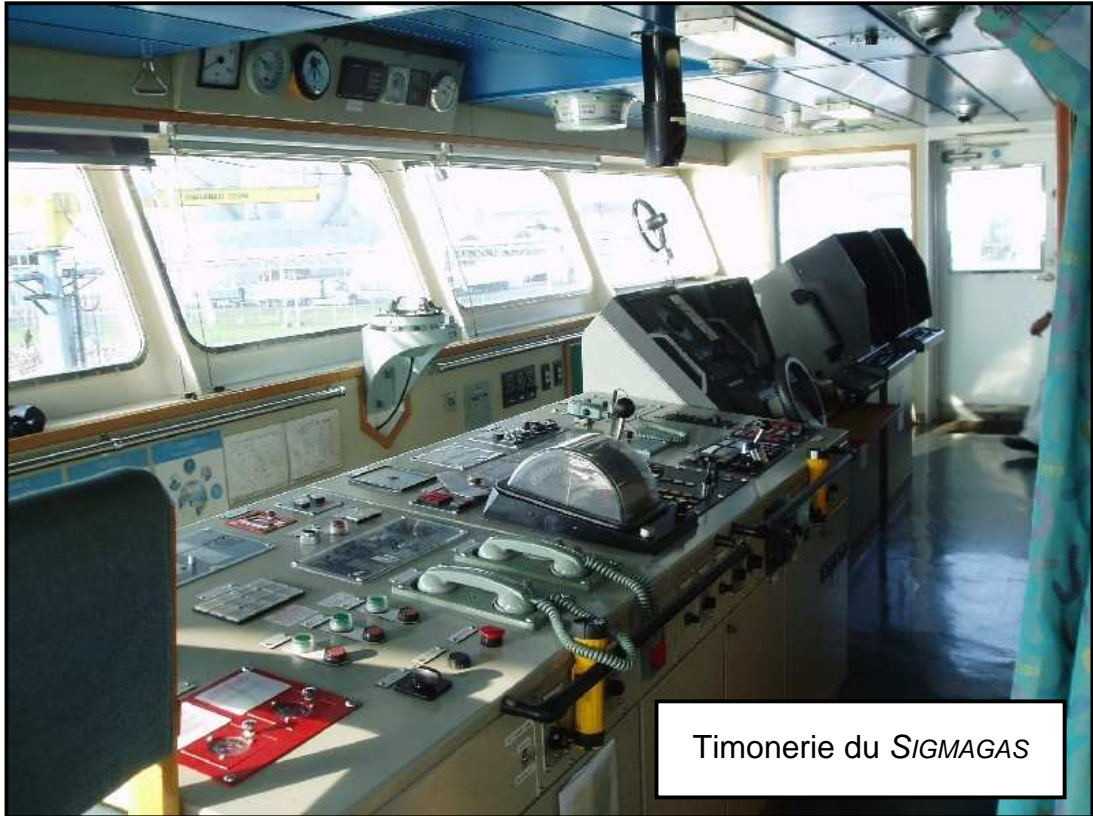
Faciès de la brèche.



Faciès de la brèche.



**Gouvernail du SIGMAGAS**



Timonerie du SIGMAGAS



Pupitre de l'homme de barre du SIGMAGAS

## Appareil à gouverner - description et fonctionnement

### Circuit puissance

L'appareil à gouverner est du type électro-hydraulique à deux presses marque Becker Type 2Z-ZE/ZE-24.9/45° comprenant :

- 2 pompes à huile indépendantes, chacune entraînée par un moteur électrique Lammers de 21,5 kW, débit unitaire 40l/mn, pression de service maxi 170 bar et occasionnellement jusqu'à 200 bar,
- une caisse à huile de 200 litres,
- le palonnier relié à la mèche du gouvernail,
- les équipements de contrôle et de régulation à savoir :
  - . 1 indicateur d'angle gradué +/-45°,
  - . 2 capteurs angulaires Yokogawa (pour la régulation de commande en barre asservie FU1 et FU2),
  - . 1 capteur angulaire pour les indicateurs d'angle de barre,
  - . 1 capteur de fin de course réglé à +/-35°,
  - . 2 coffrets électriques de commande des pompes,
  - . 2 coffrets de contrôle pour la régulation en position,
  - . 1 coffret IMO.

L'appareil à gouverner est conçu pour fonctionner entre un angle maxi du gouvernail de 45° à bâbord et à tribord et conformément à la réglementation doit être capable de passer de +35° à -35° de chaque bord en moins de 28 s, le navire étant à son tirant d'eau maxi en marche avant et à la vitesse en service maxi.

Chaque pompe dispose de son propre circuit et des équipements de contrôle, de filtres et de manomètres ainsi que de soupapes de limitation de pression pour éviter des dommages aux composants hydrauliques et mécaniques en cas de surpression dans le circuit dus à des surcharges appliquées à l'appareil à gouverner.

La caisse à huile est séparée en deux capacités : une pour chaque pompe et son circuit associé afin d'éviter la perte de la totalité du volume d'huile en cas de fuite sur l'un des circuits. L'huile hydraulique utilisée pour le système de l'appareil à gouverner est la Bartran HV32 de chez BP, qui est l'une des huiles recommandées par Becker.

Le démarrage et l'arrêt des électropompes peut s'effectuer : de la timonerie et de la salle de contrôle machine ou, dans le local de l'appareil à gouverner.

### Circuit commande

La barre peut être télécommandée de trois postes différents :

- Le pupitre central où sont regroupées :
  - . La commande par pilote automatique et les commandes manuelles en système asservi (follow up FU) par volant ou non asservi (non follow up NFU) par tillers qui pilotent directement les électrovannes de l'appareil à gouverner sans passer par la boucle de régulation de la commande de barre qui est alors inhibée).
  - . Chaque système disposant de deux alimentations séparées.
  - . Le transfert de la commande de barre vers les ailerons,
- Les deux ailerons à bâbord et à tribord où la commande s'effectue en système non asservi.

En secours, en cas d'avarie de télécommande, la commande de la barre peut se faire en agissant directement sur les électrovannes de la centrale hydraulique.

### Moyens de commande et de contrôle de gouverne en timonerie

Ils comprennent :

- un indicateur d'angle de barre en fronton gradué +/- 50°,
- un indicateur de barre 3 faces en plafonnier gradué +/- 50°,
- un pupitre de commande de barre YOKOGAWA (position centrale) comprenant :
  - . une barre à roue graduée 0-45° correspondant à un débattement de +/-90°,
  - . un pilote automatique,
  - . un répéteur de cap lié au gyrocompas,
  - . un commutateur manu/autopilot,
  - . un commutateur PW, stand, SW (transfert de commande sur ailerons ou pupitre central),
  - . un tiller (commande d'urgence),
  - . un commutateur : NFU ; FU1 ; OFF ; FU2 ; NFU.

On trouve aussi :

- Un pupitre de commande sur chacun des ailerons avec indicateur d'angle de barre,
- Deux panneaux d'alarmes et de commande des pompes de barre identiques pour chaque pompe comprenant :
  - . Failure control volt (Alarme),
  - . E-motor overload (Alarme),
  - . Failure phase (Alarme),
  - . Oil pressure failure (Alarme),
  - . Oil level low (Alarme),
  - . Alarm test,
  - . Pump motor ON/OFF (commande des pompes),
  - . Pump motor OFF (indication),
  - . Oil filter (Alarme),
  - . Hydraulic system lock (Alarme),
- Un panneau d'alarmes IMO comprenant :
  - . Oil pressure failure PS (Alarme),
  - . Oil pressure failure SB (Alarme),
  - . Alarm test,
  - . Buzzer receipt.

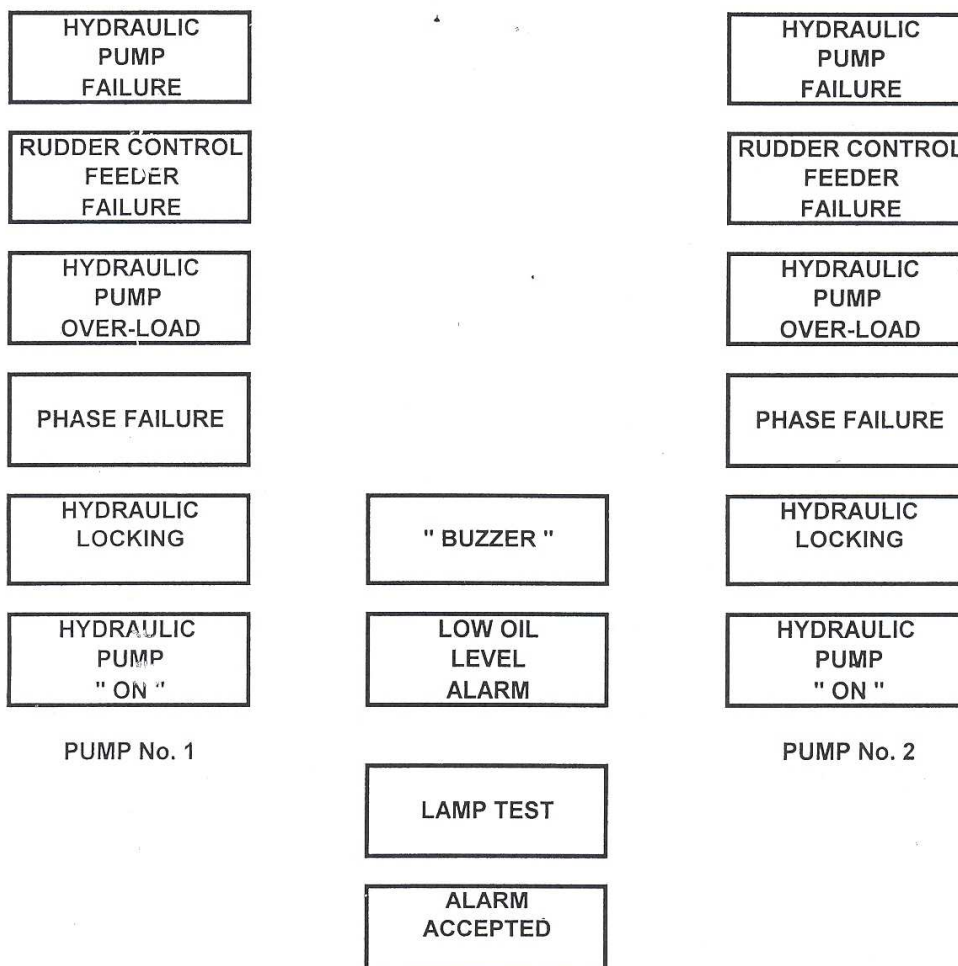
#### Moyens de supervision centralisés en salle de contrôle machine

Le navire est équipé d'un système d'automatisation ACONIS dont les écrans de contrôle affichent les alarmes suivantes :

- steering gear control power failure pump 1 (Alarme),
- steering gear control power failure pump 2 (Alarme),
- low level pump 1 (Alarme),
- low level pump 2 (Alarme),
- steering gear IMO system failure (Alarme),
- autopilot system failure (Alarme).

Sur le pupitre, on trouve deux panneaux d'alarmes pour chaque pompe identiques à ceux installés en timonerie.

## STEERING GEAR ALARM PANEL BOARD



## PROCEDURE TO ACTIVATE THE ALARM FOR STEERING GEAR

- I. HYDRAULIC PUMP FAILURE:  
By switching - Off " S<sub>1</sub> " Switch.
- II. RUDDER CONTROL FAILURE:  
By switching - Off " F<sub>3</sub> " Circuit Breaker.
- III. HYDRAULIC PUMP OVER - LOAD:  
By disconnecting terminal connection No.1 or No.2 at " X<sub>1</sub> " terminal connection strip.
- IV. PHASE FAILURE:  
By switching - Off " F<sub>2</sub> " Circuit Breaker.
- V. HYDRAULIC LOCKING:  
In Manual Mode, by pushing solenoid valve manual activation for Port or Stbd.
- VI. LOW OIL LEVEL:  
By disconnecting terminal connection of Float Switch Sensor.

\*\*\* BY SWITCHING - OFF " Q<sub>1</sub> " MAIN SWITCH THE ALARM THE FF.:

- |                            |                   |
|----------------------------|-------------------|
| a. Hydraulic Pump Failure. | c. Hydraulic Lock |
| b. Rudder Feeder Failure.  | d. Phase Failure. |

## Procedure For Emergency Steering

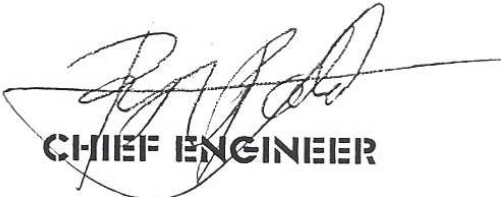
### Bridge To Steering Flat - Emergency Steering

1. Establish communication With Each Other ( Preferable. Use Walkie Talkie).
2. On Bridge Steering Stand, Shift SYSTEM Selector TO NFU (Either Side).
3. Open Motor Starter Box 1 or 2.
4. Shift Selector Knob From 1 To 2 (As Marked).
5. Steer As Per Bridge Order By Inserting Lever Pin Into Solenoid Valve.  
PORT SIDE - Push-in RED Solenoid Valve.  
STBD SIDE - Push-in GREEN Solenoid Valve.

### Steering Flat To Bridge - Back To Normal Steering

1. Open Motor Starter Box 1 Or 2.
2. Shift Selector Knob From 2 To 1.
3. On Bridge Steering Stand, Shift SYSTEM Selector To FU (Either Side).
4. Shift POSITION Selector To STAND
5. Shift MODE To HAND
6. Steer The Course As Ordered.



  
CHIEF ENGINEER

## Plans du gouvernail BECKER (Source : BECKER)

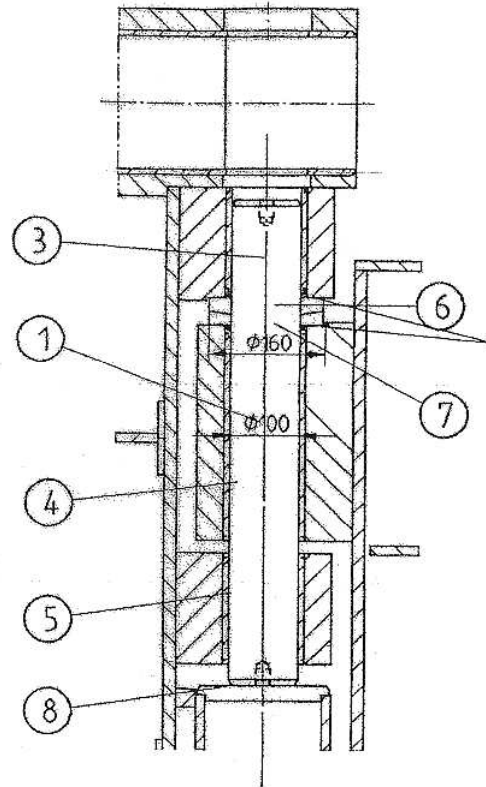
1 : Axe en bronze

3, 4 et 5 : Paliers en inox

6 et 7 : Ensemble de butée

9 : Plaque support

Volet



Safran

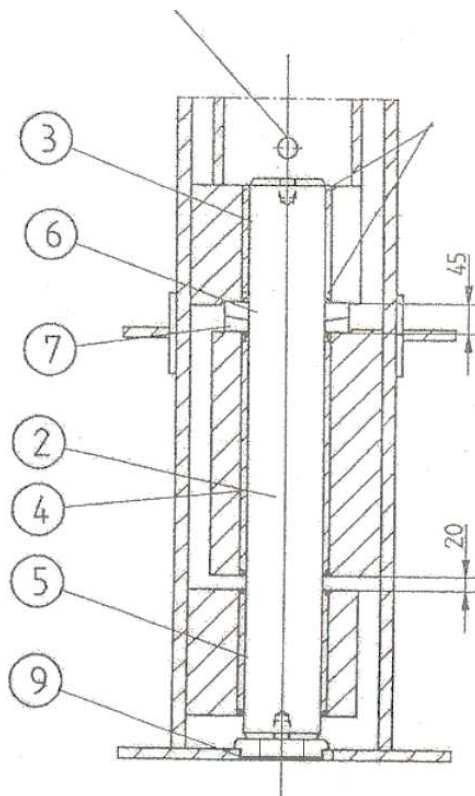
Charnière supérieure  
du volet.

2 : Axe en bronze

3, 4 et 5 : Paliers en inox

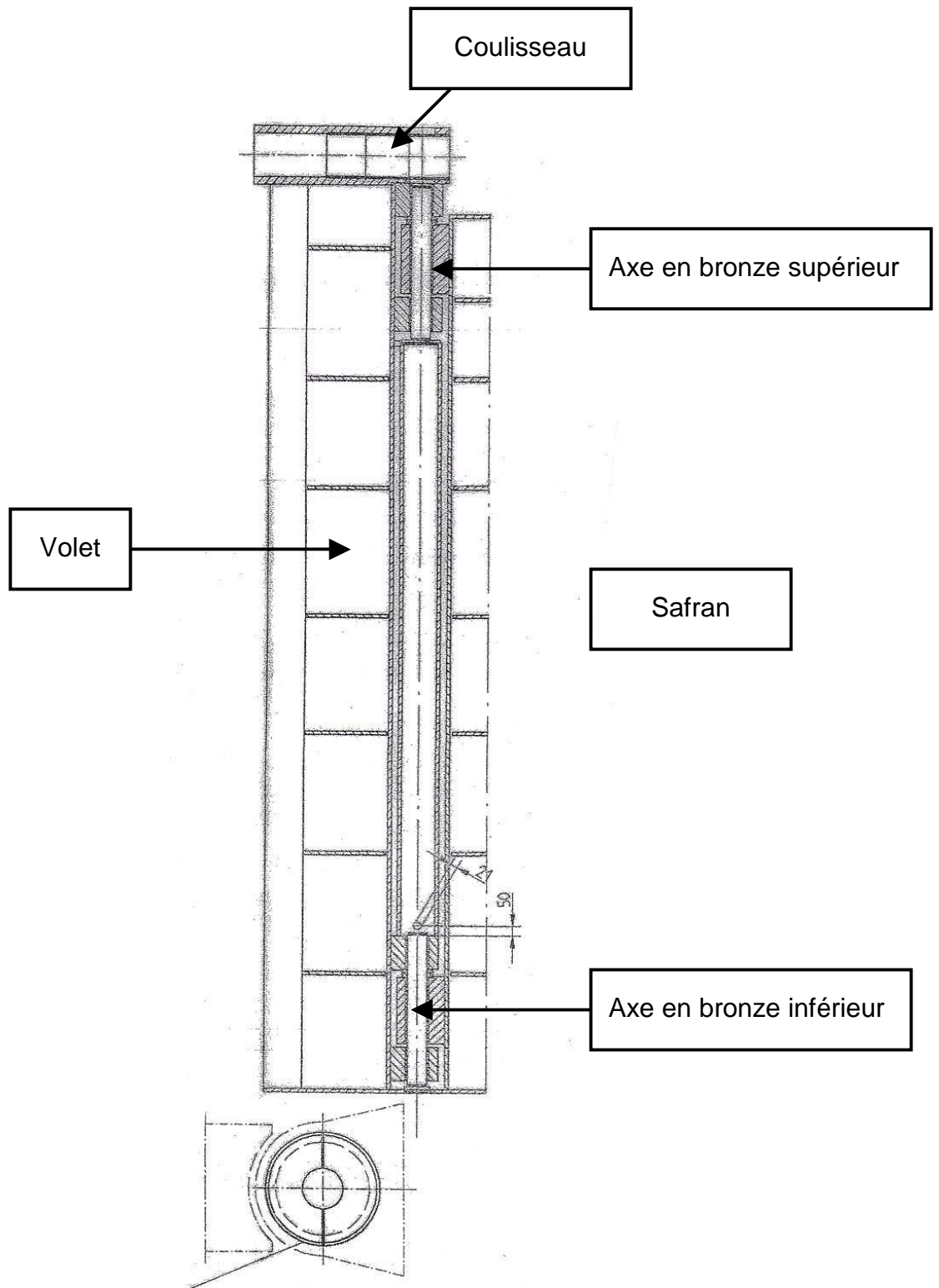
6 et 7 : Ensemble de butée

9 : Plaque support

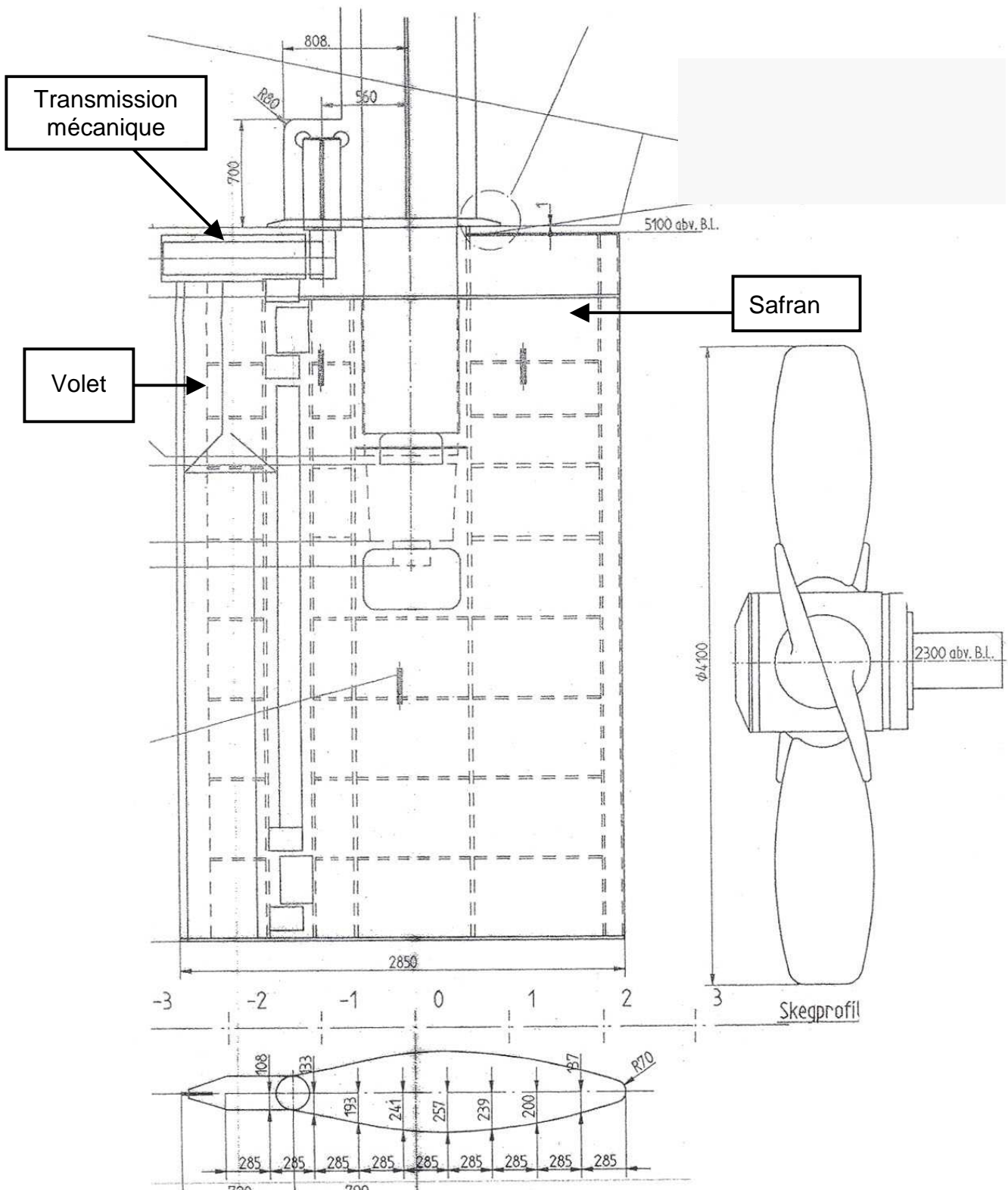


Charnière inférieure  
du volet.





Articulation du volet sur le safran.



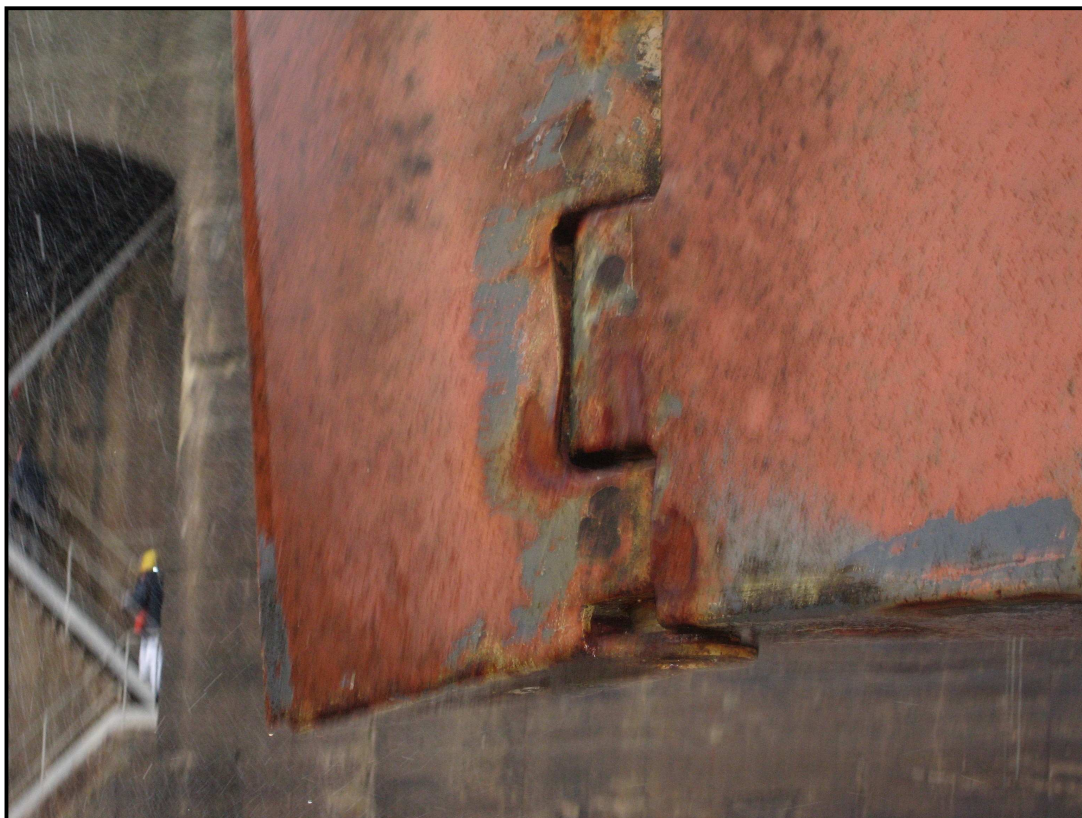
Plan d'ensemble du gouvernail avec volet articulé.



Navire en cale sèche, vue du gouvernail : le volet articulé ne tient plus que par la charnière inférieure et sa transmission mécanique.



Vue du coulisseau de la transmission mécanique du volet : l'aspect de la surface de l'axe montre que l'avarie est relativement récente. L'axe de la charnière supérieure n'est plus en place.



Vue de la charnière inférieure du volet articulé : on remarque la corrosion la déformation de l'ensemble plaque support et un morceau de l'axe inférieur.

#### Pièces diverses du safran :



Charnière de la partie inférieure du volet.



Charnière de la partie supérieure du volet.



Axe de la  
charnière  
inférieure  
cassé en  
3 pièces.

Plaque support inférieure

Élément de palier inférieur

Bagues de butée

Plaque support supérieure

Pièces diverses de l'articulation du volet



Plaque support inférieure

Plaque support supérieure



Axe supérieur.



Passage de l'axe en bronze à travers la plaque support supérieure.



Plaque support inférieure. Zone de corrosion / érosion au contact avec l'axe.



Coupe plaque support supérieure.



Élément de tôle support supérieur.





Axe inférieur. Surface de contact avec la tôle support.



Axe inférieur. Extrémité supérieure.

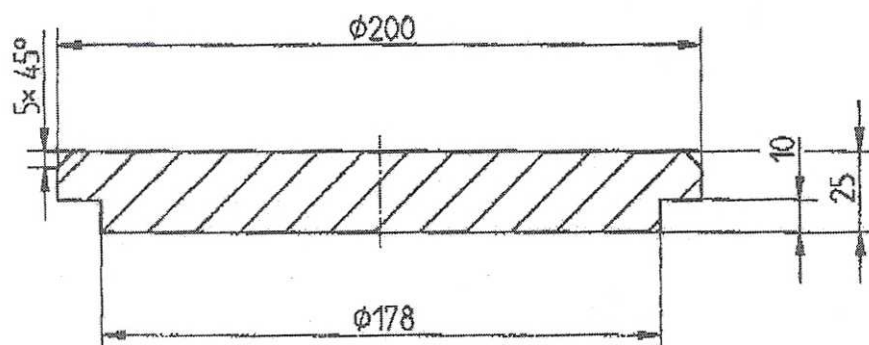


Extrémité inférieure de l'axe supérieur. Surface de contact avec la tôle support.

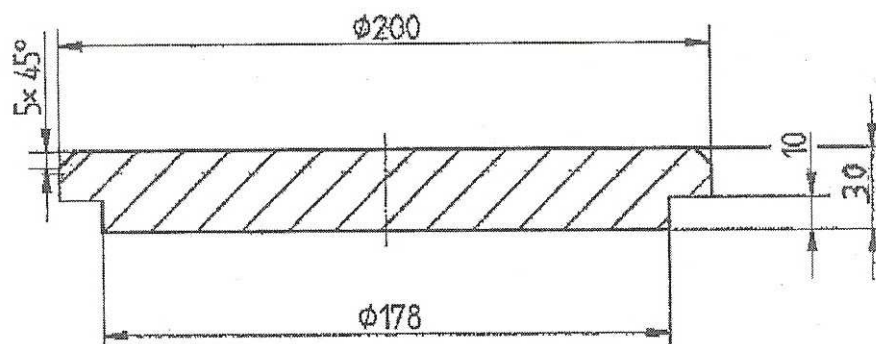


Extrémité supérieure de l'axe supérieur.

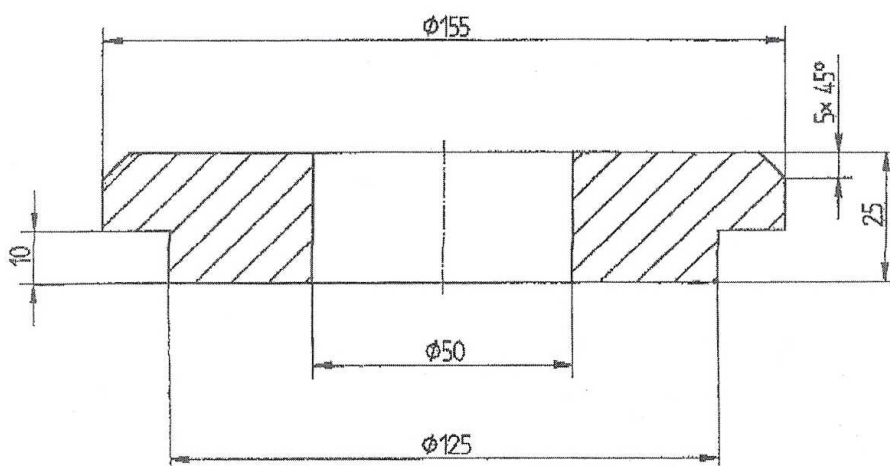
## SIGMAGAS



Gouvernail Becker  
Plaque support supérieure épaisseur 25 mm



Gouvernail Becker  
Plaque support supérieure épaisseur 30 mm  
(nouveau modèle)



Gouvernail Becker  
Plaque support inférieure épaisseur 25 mm

**Trajectographies des navires**

## Trajectographies

Sur les trajectographies fournies par le Port Autonome de Nantes - Saint-Nazaire, l'image radar est restituée sous la forme d'un plot en vidéo brute avec une fréquence de rafraîchissement de 6 secondes, donnée par la vitesse de rotation de l'antenne.

Sur ce plot est superposé le symbole de suivi de piste fourni par l'AIS des deux navires (dont le rafraîchissement, fonction de la vitesse, est de 12 secondes) et corrélé dans le système VTS au rythme du rafraîchissement radar.

L'AIS, qui comprend le GPS et la VHF, donne le cap et la vitesse du navire, ainsi qu'une image de sa silhouette et non pas sous la forme symbolique de l'AIS, à savoir un triangle isocèle, une indication de route et une de changement de cap en l'occurrence. Sur l'image AIS, on relève la position de l'antenne, installée dans ce cas à l'arrière du navire.

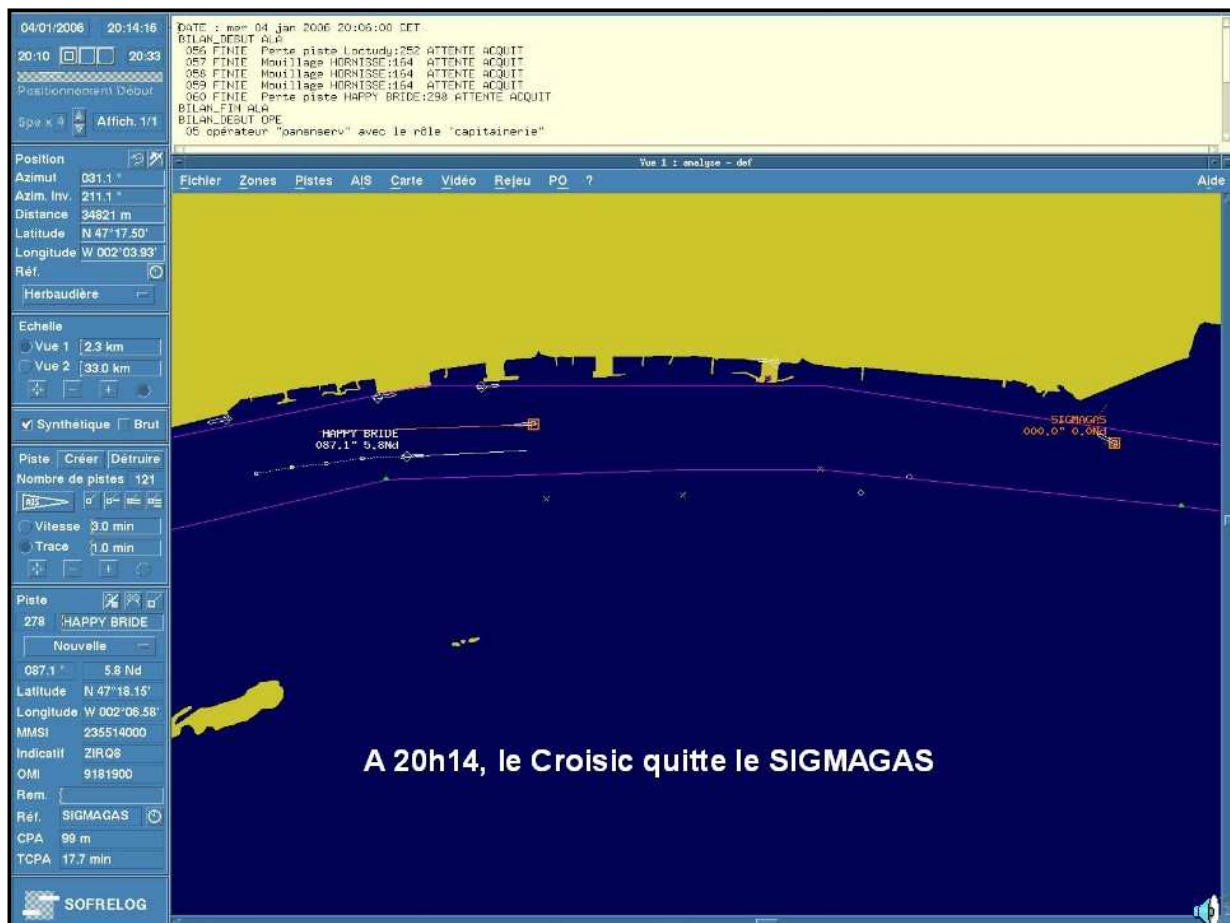
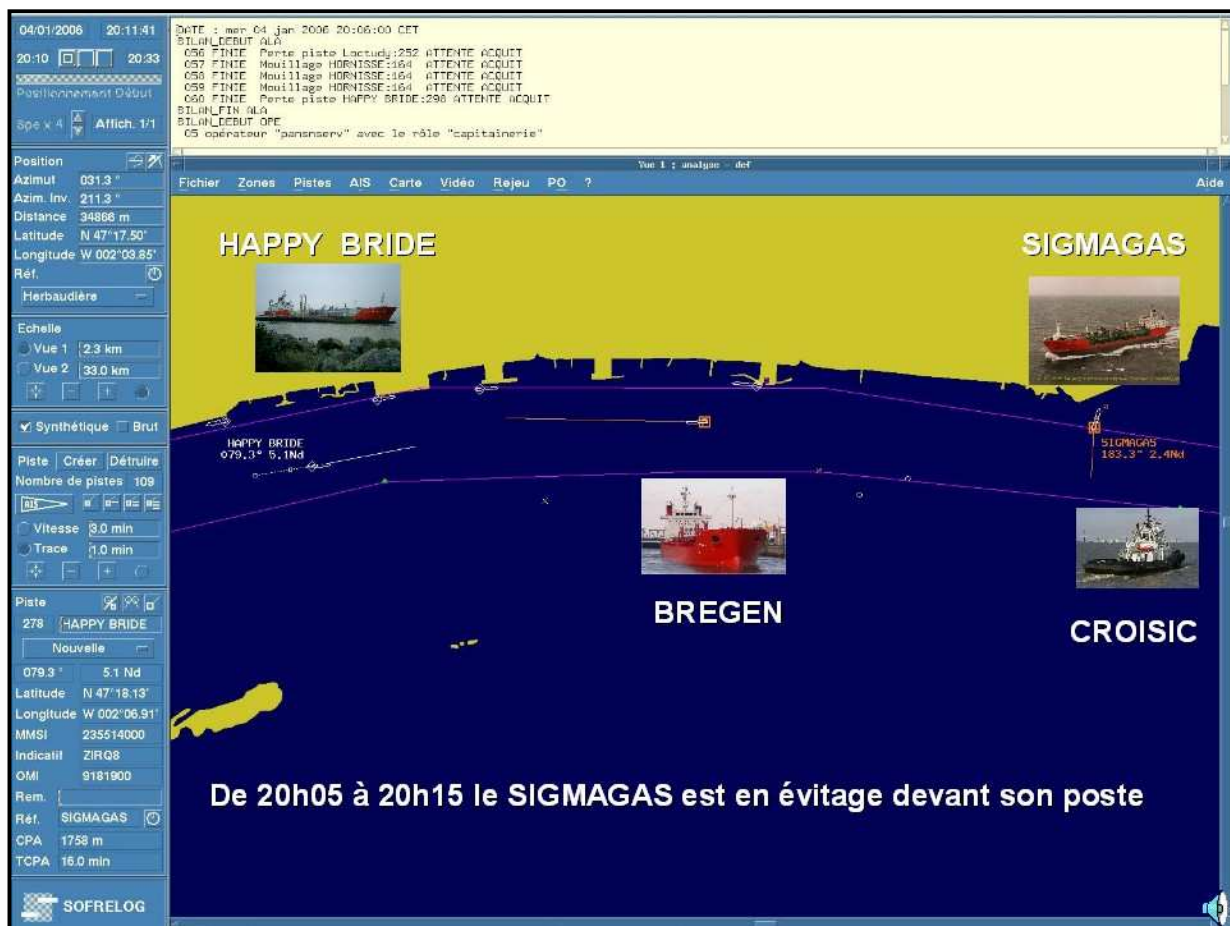
La précision de l'image donne aussi une indication du rapport de taille entre les deux navires correspondant à la réalité (le *HAPPY BRIDE* est légèrement inférieur en longueur au *SIGMAGAS*) et la localisation du point du choc (sur l'avant bâbord du *HAPPY BRIDE*).

Sur la trajectographie, figure le vecteur poursuite de l'AIS.

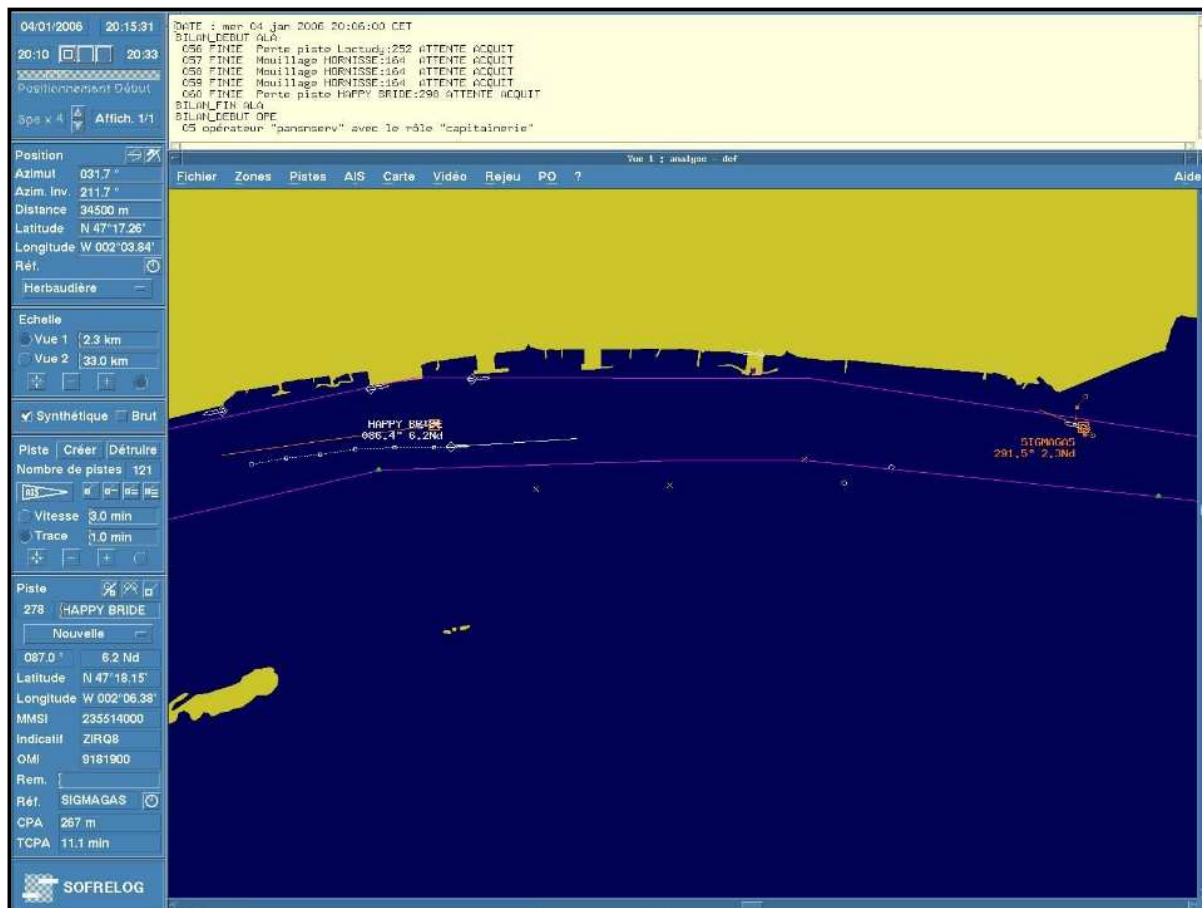
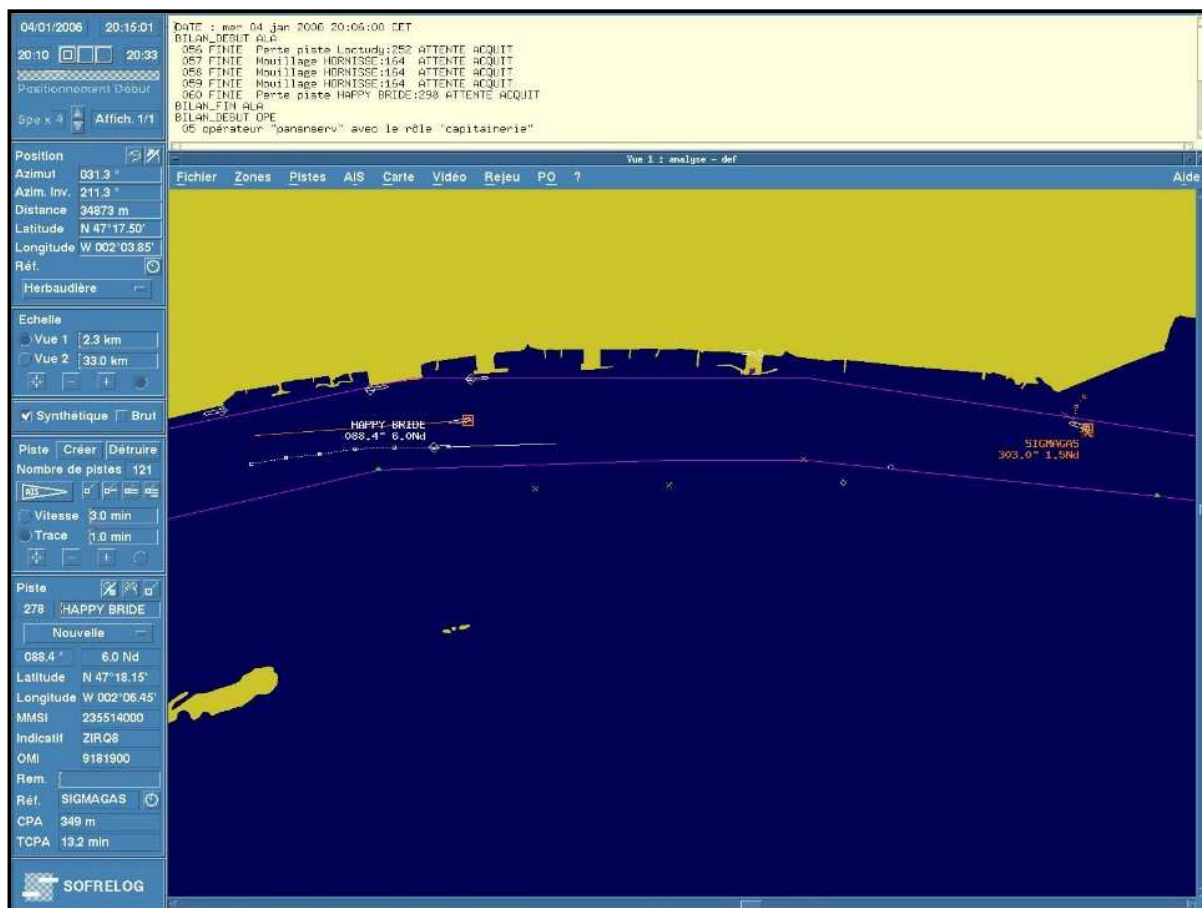
**Trajectographies - Port de Saint-Nazaire**

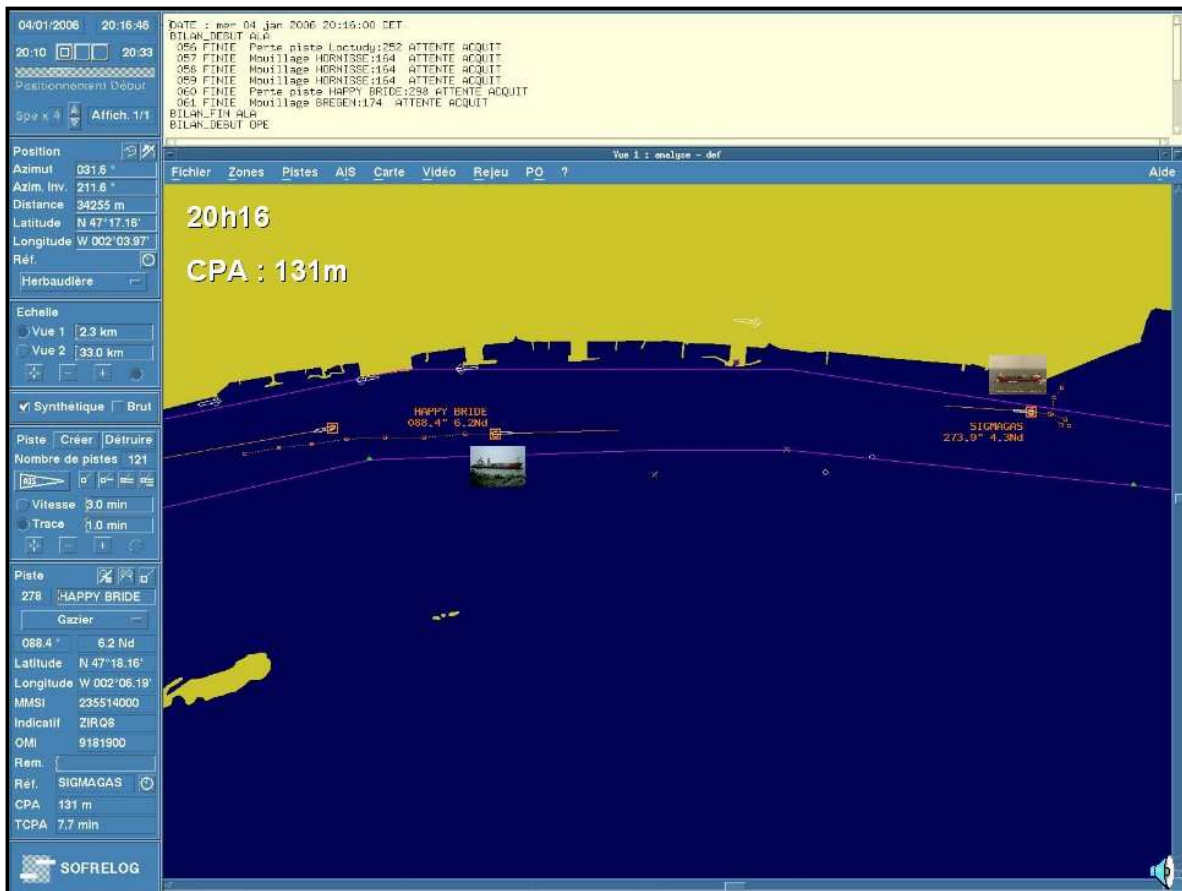
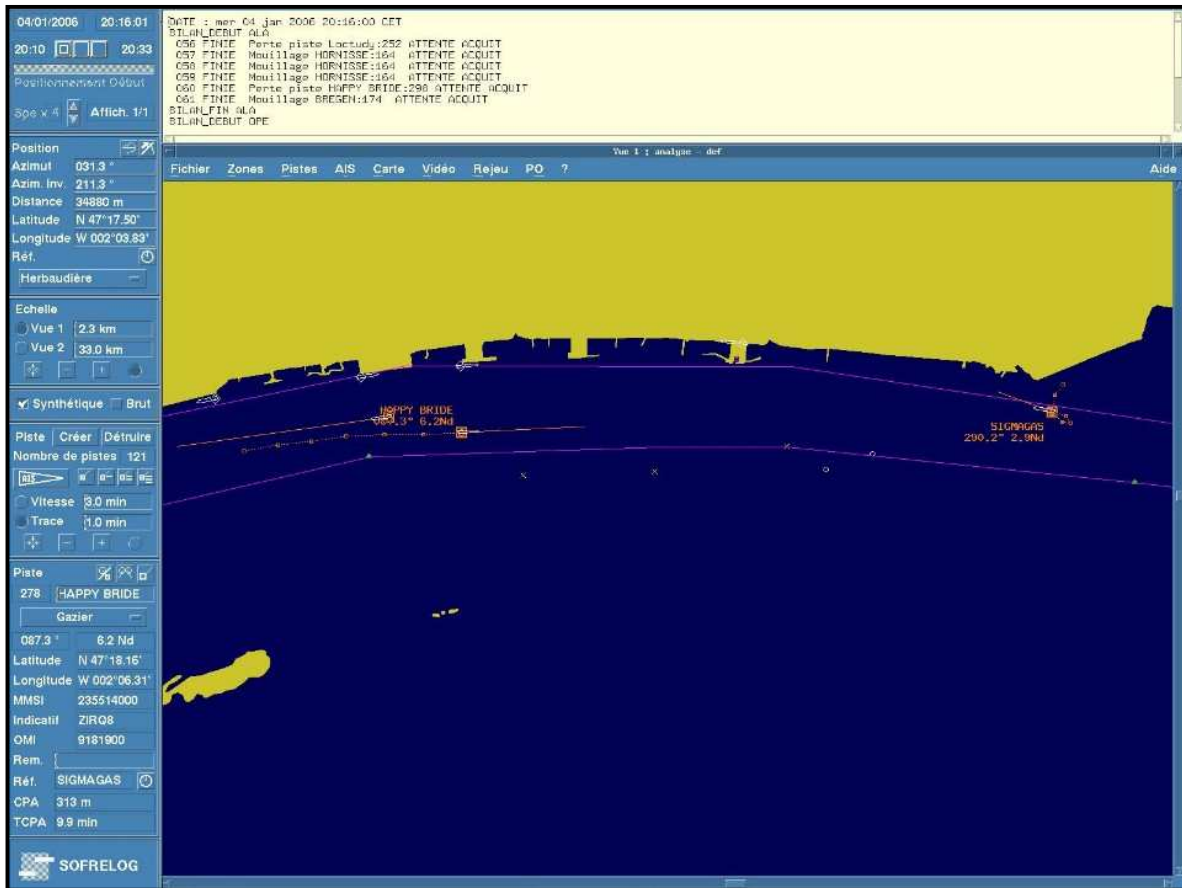
(Photographies : Port de Saint-Nazaire)

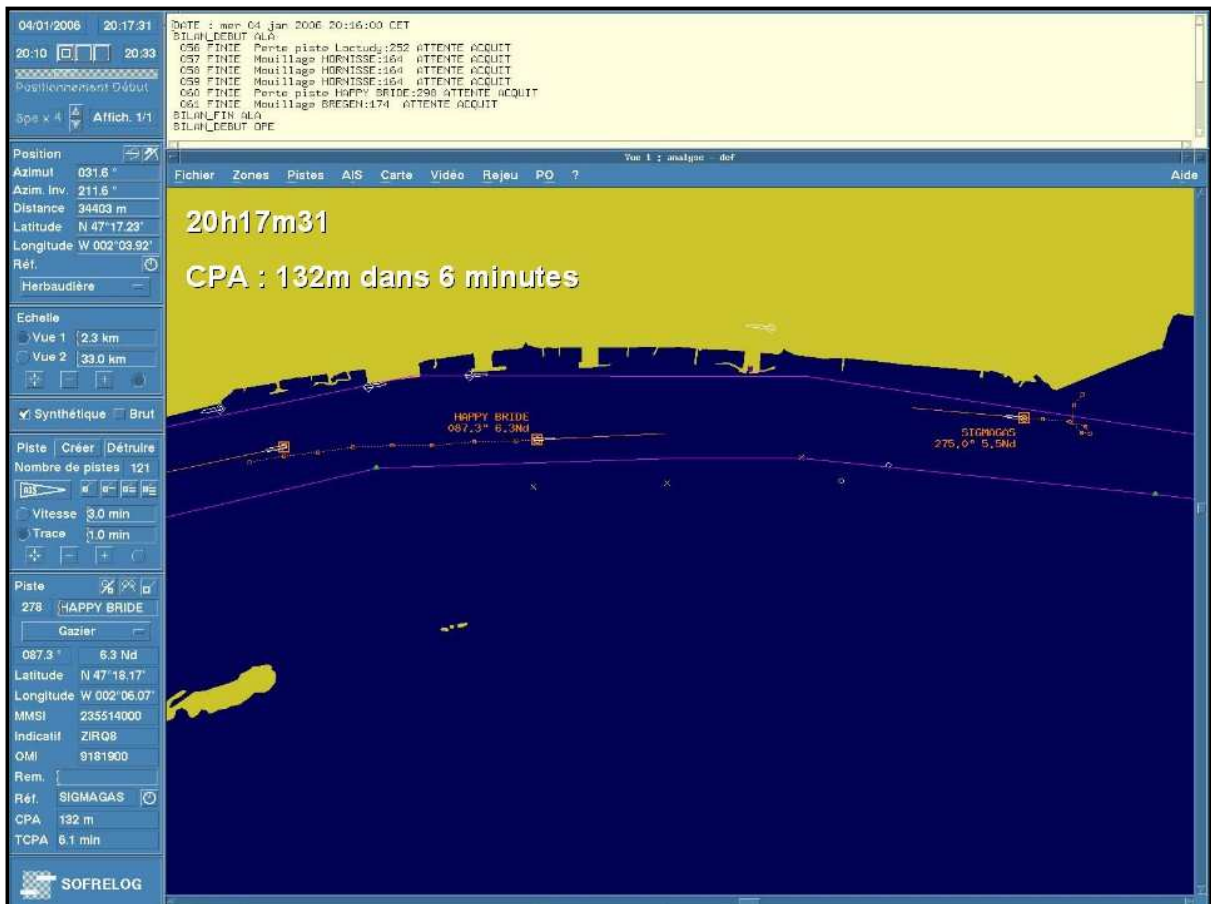
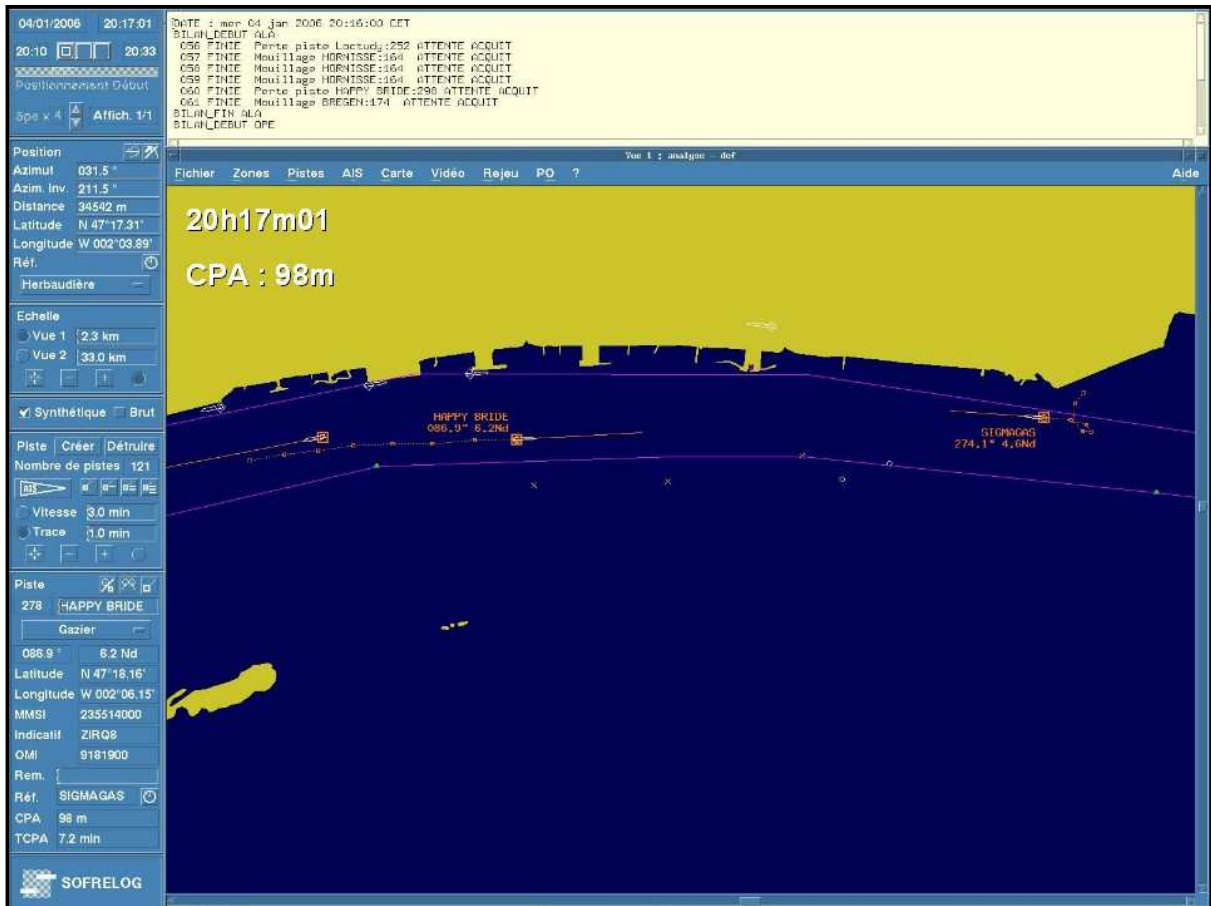


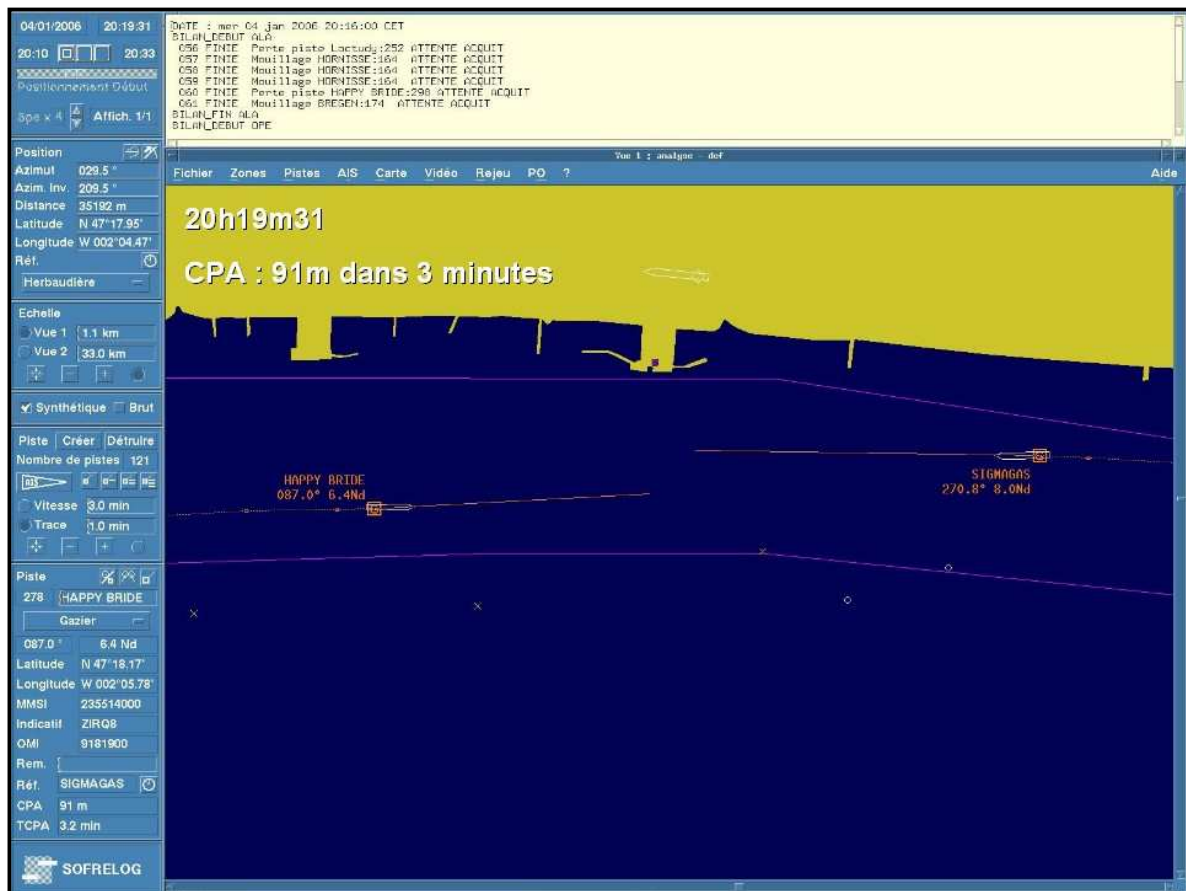
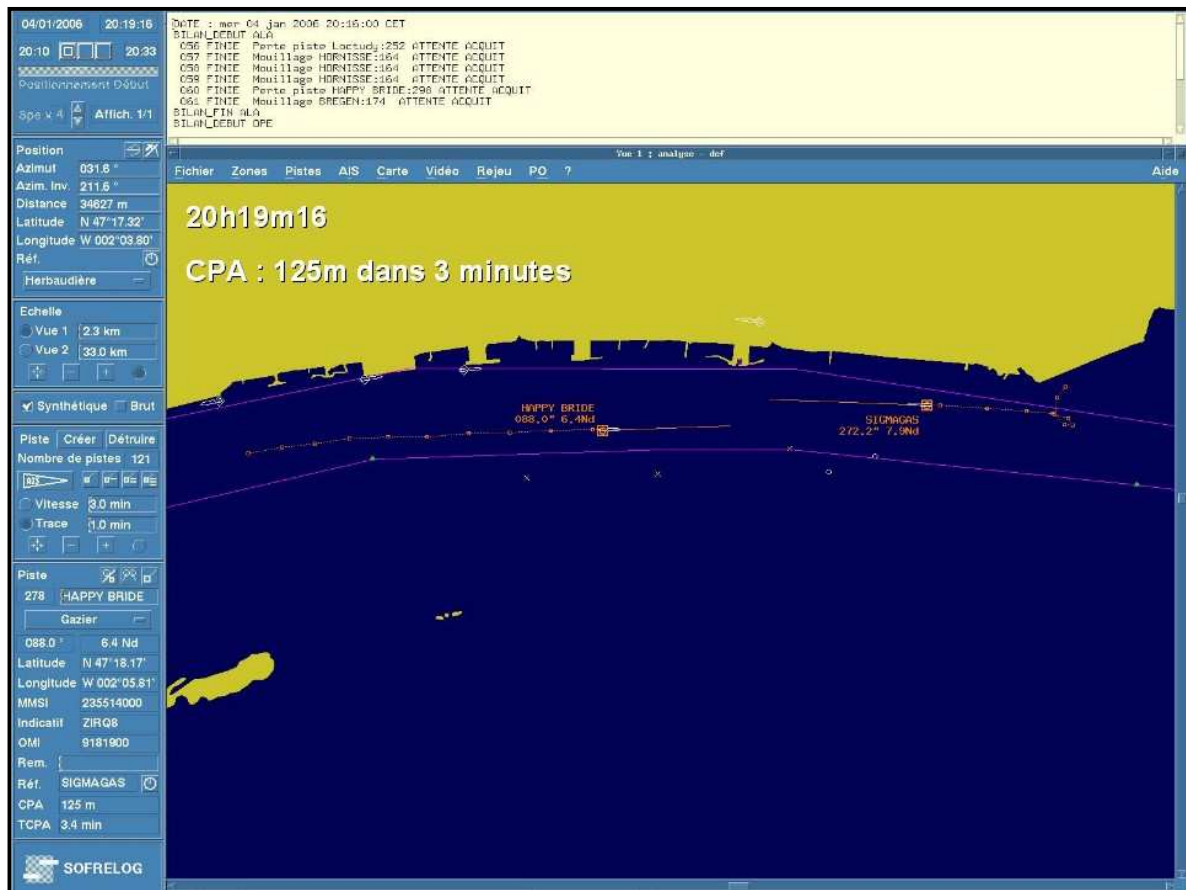


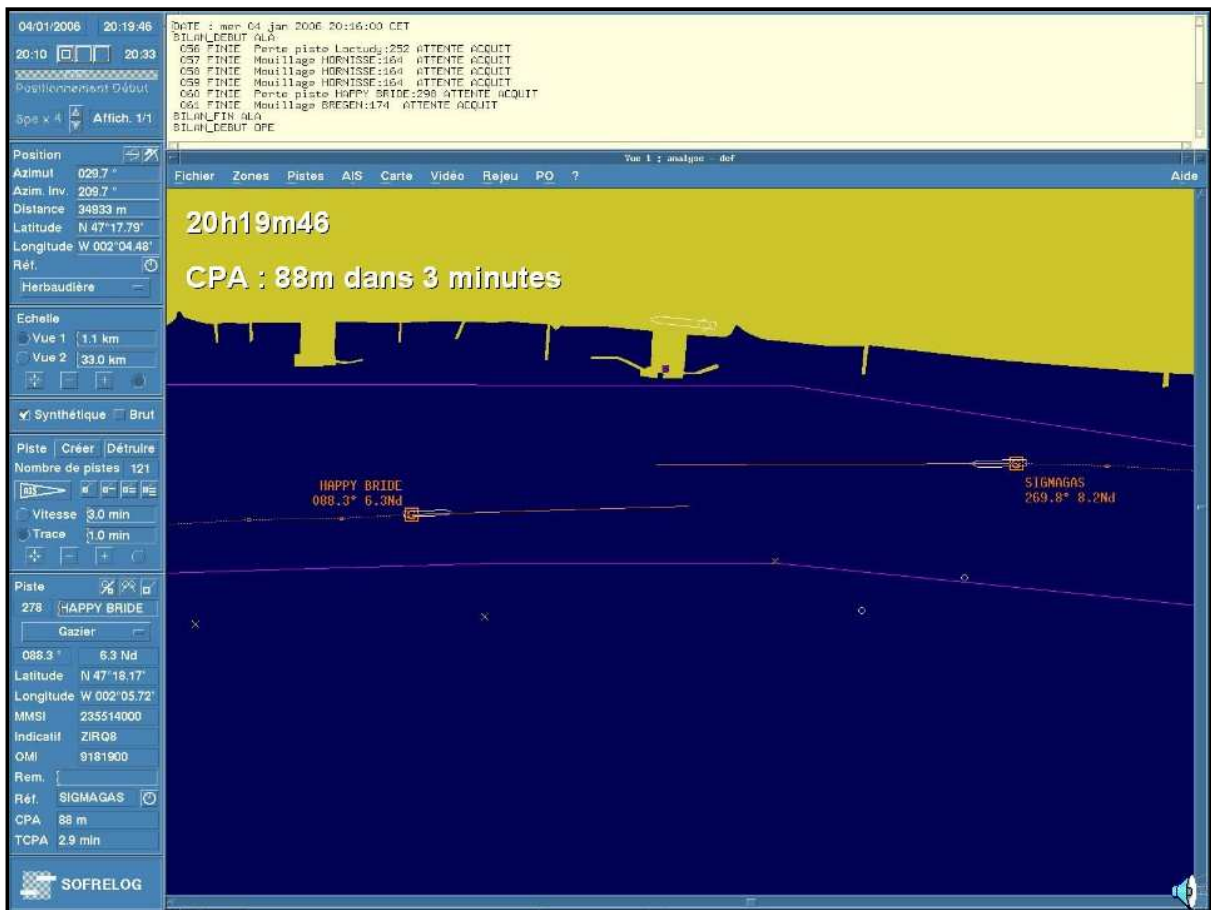


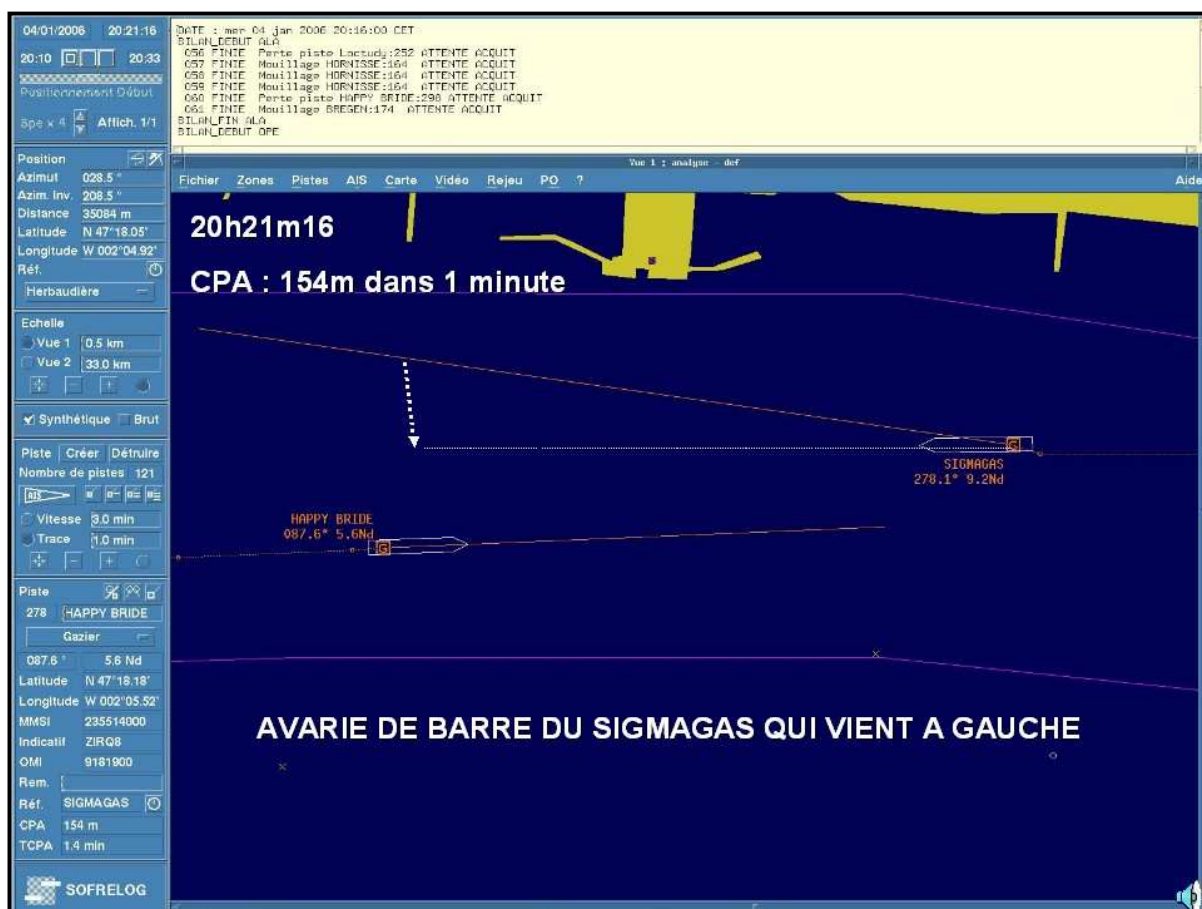
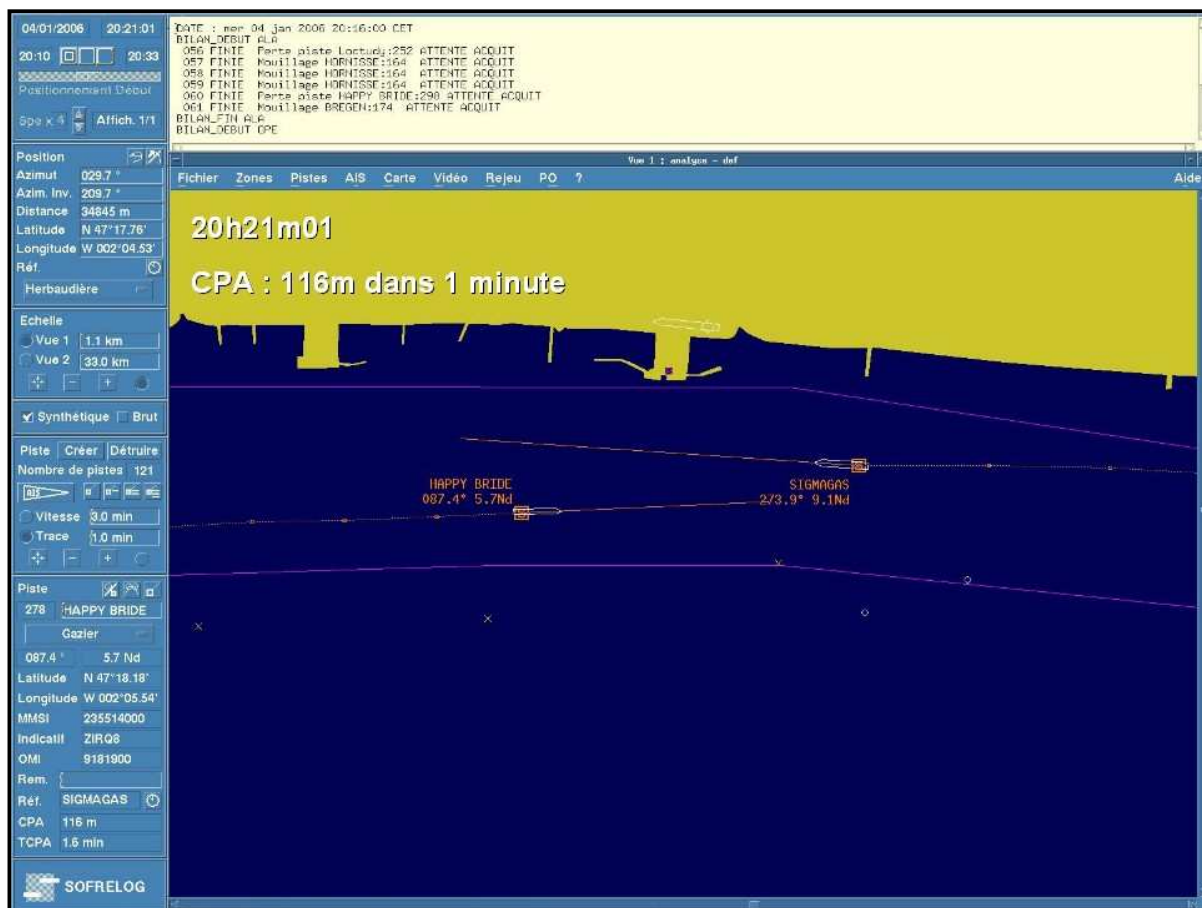


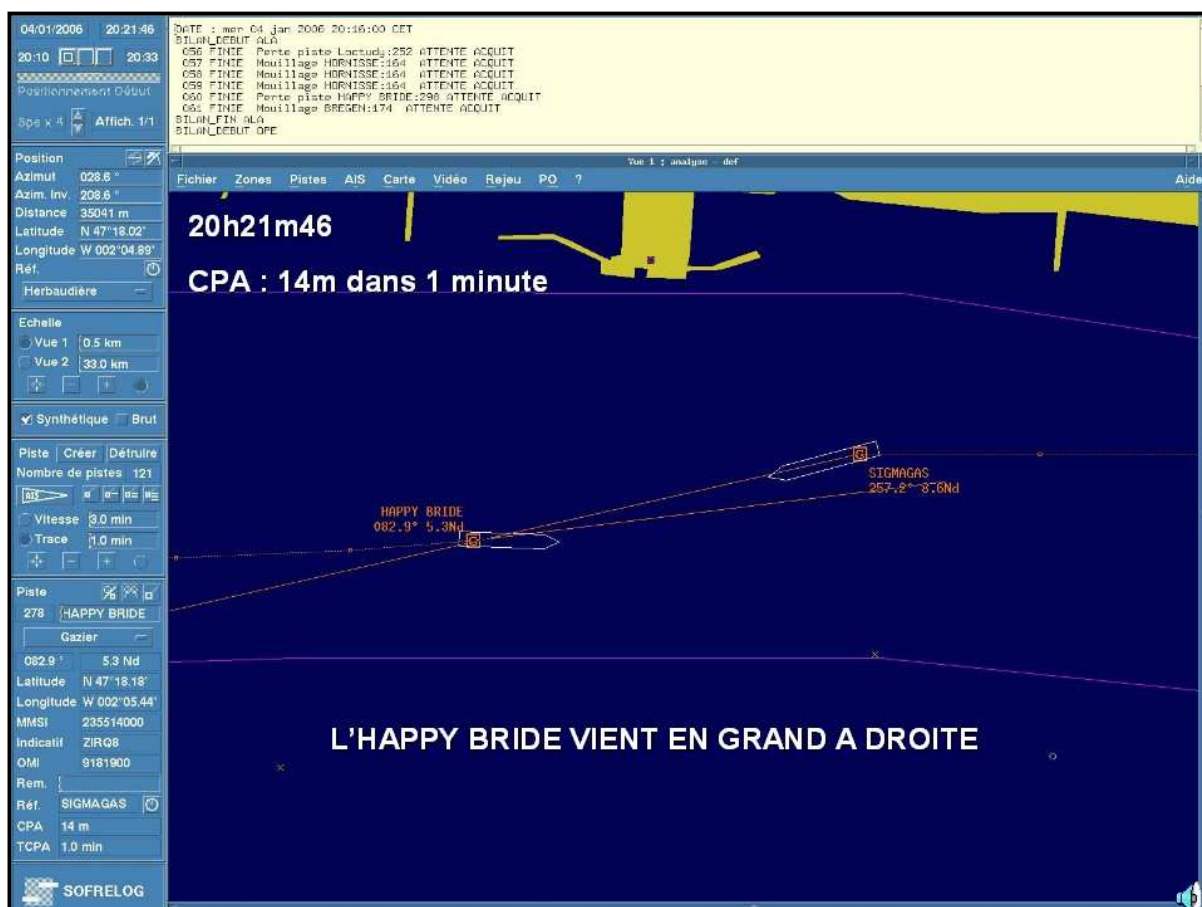
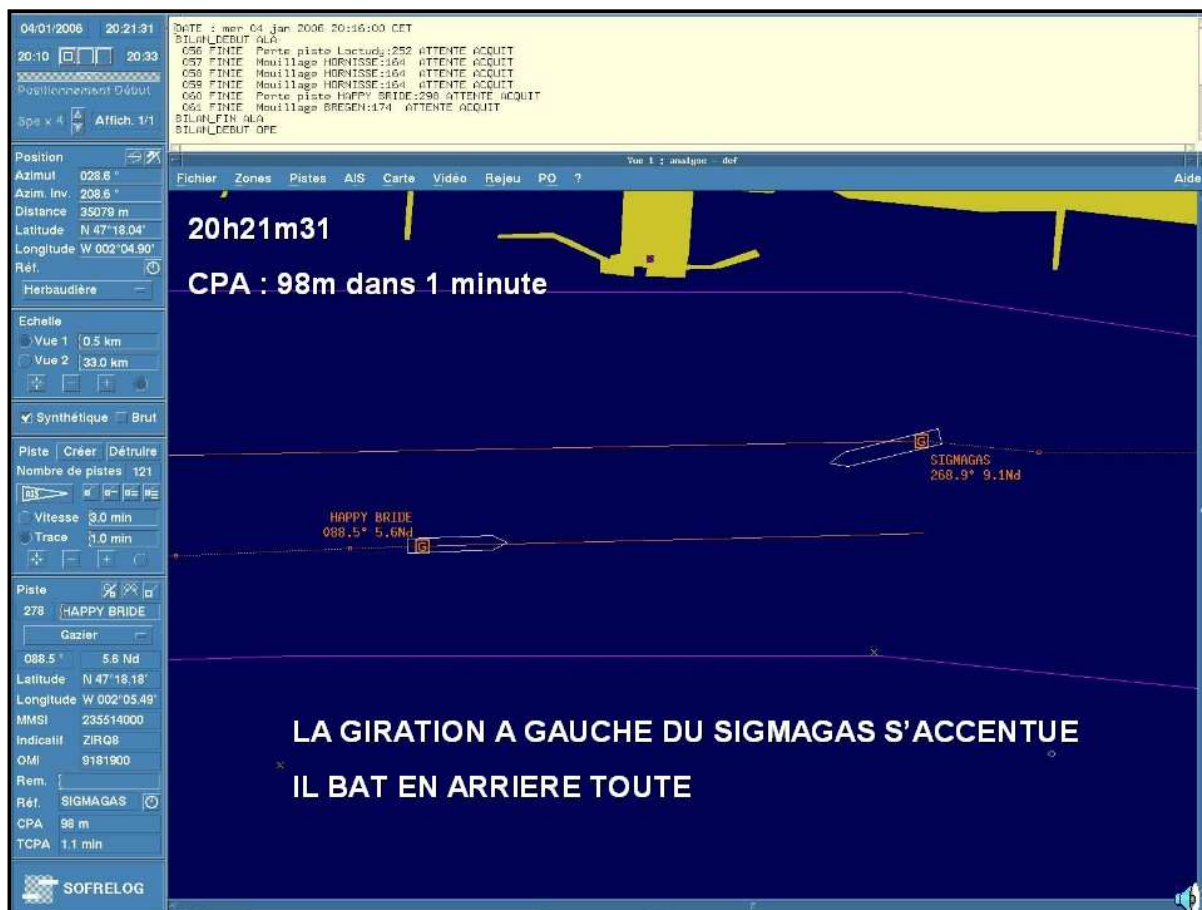


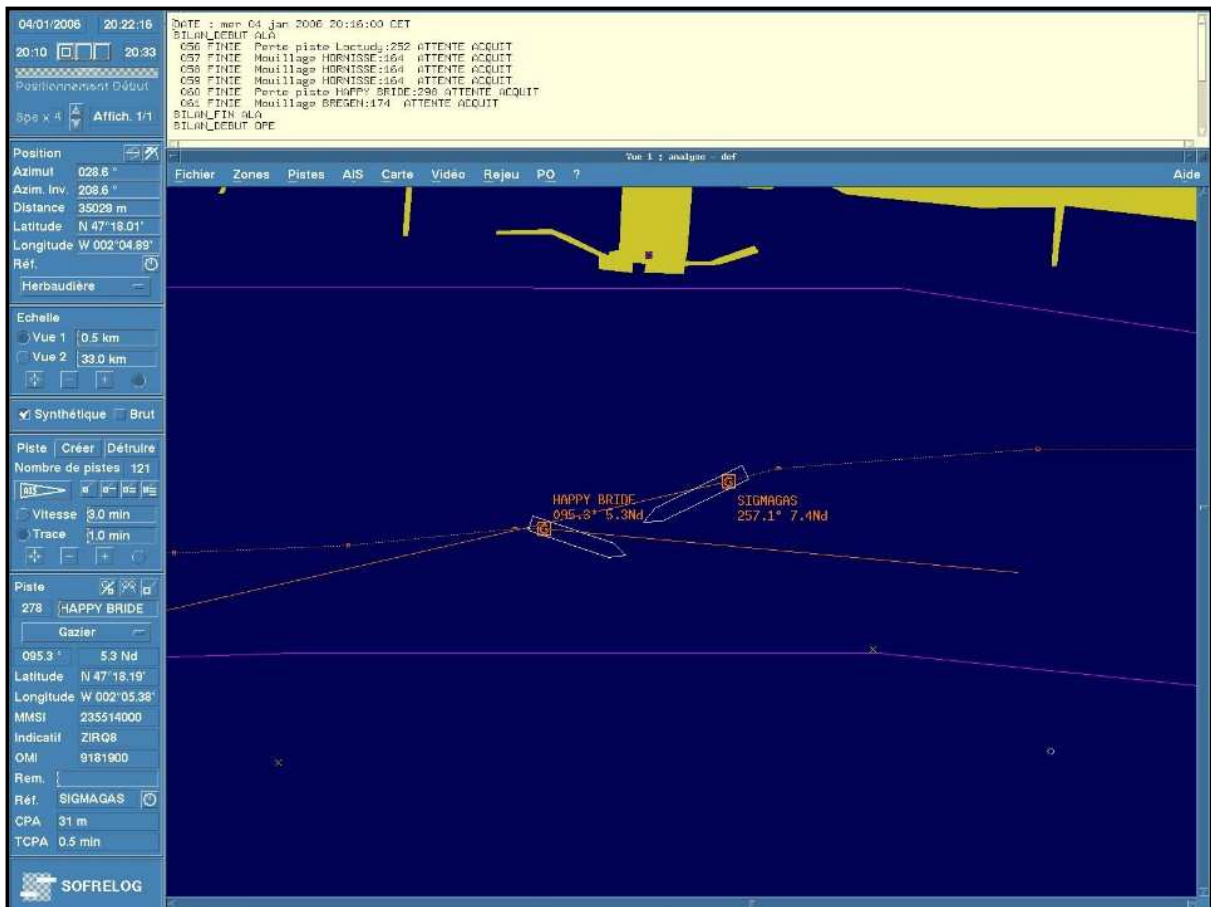




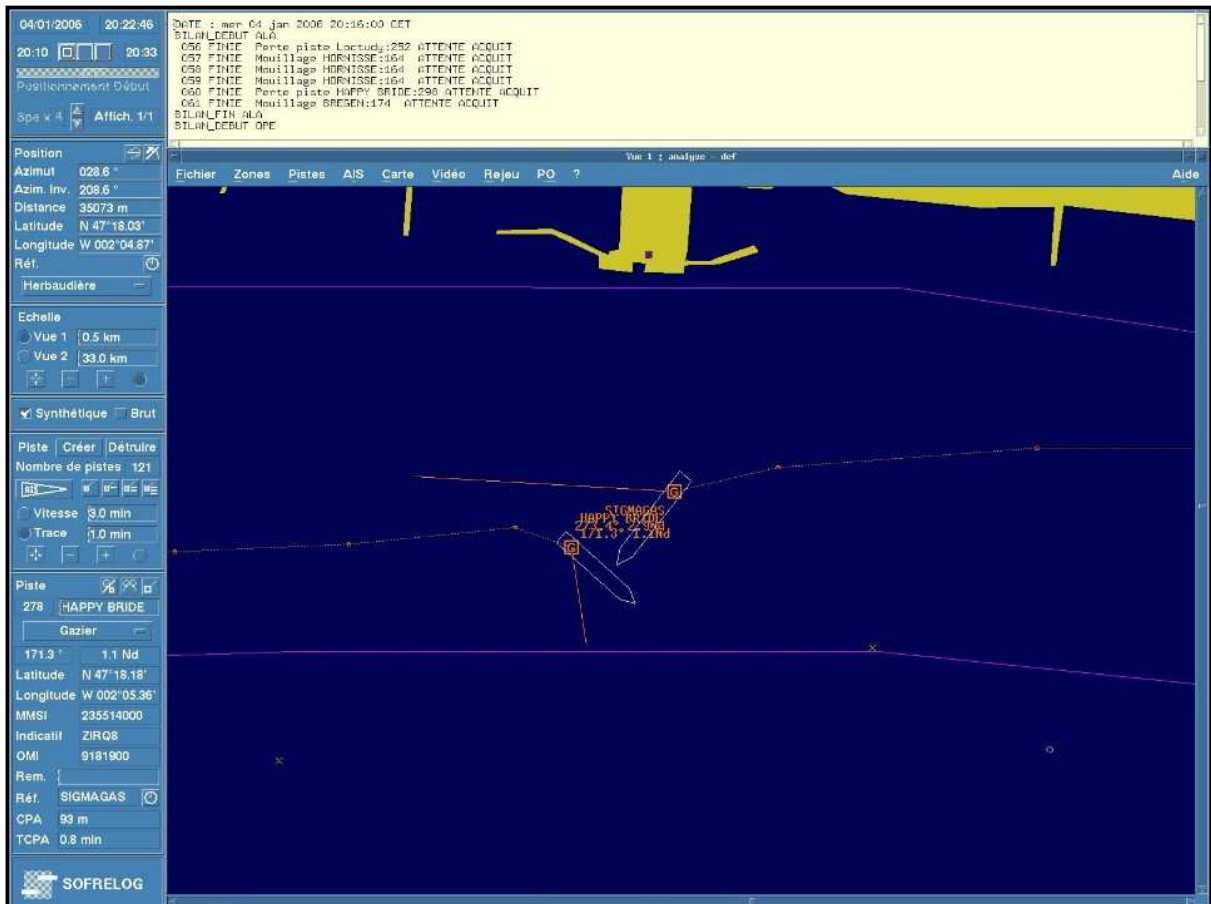
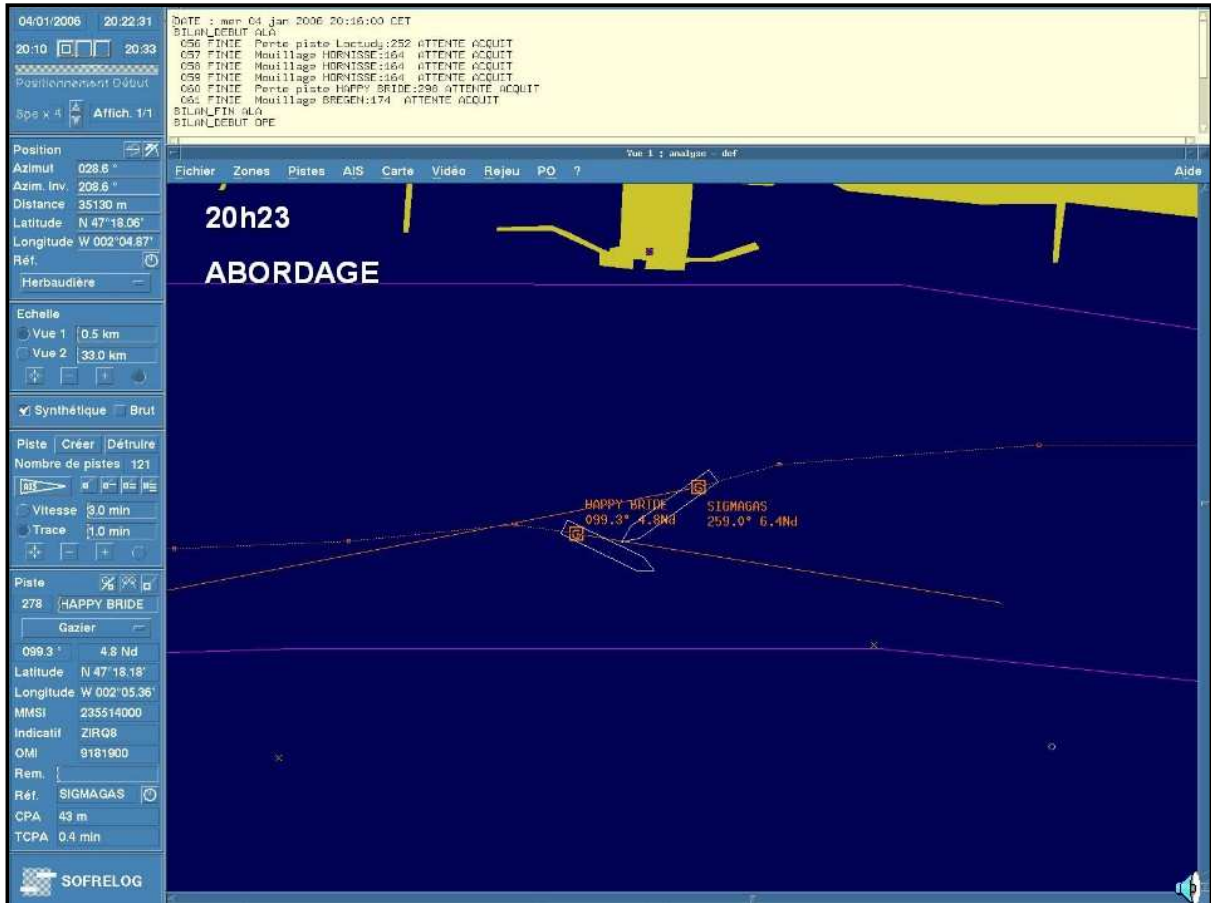


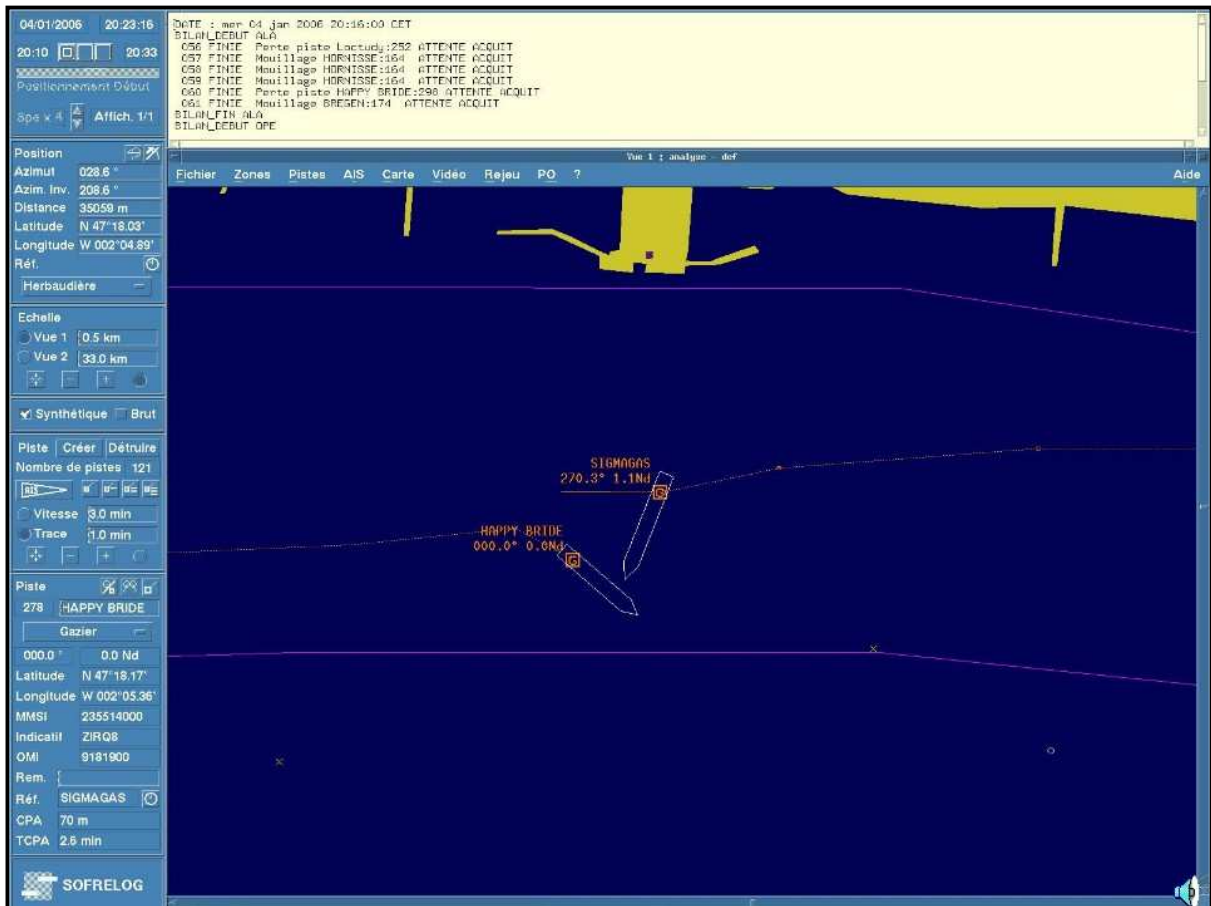
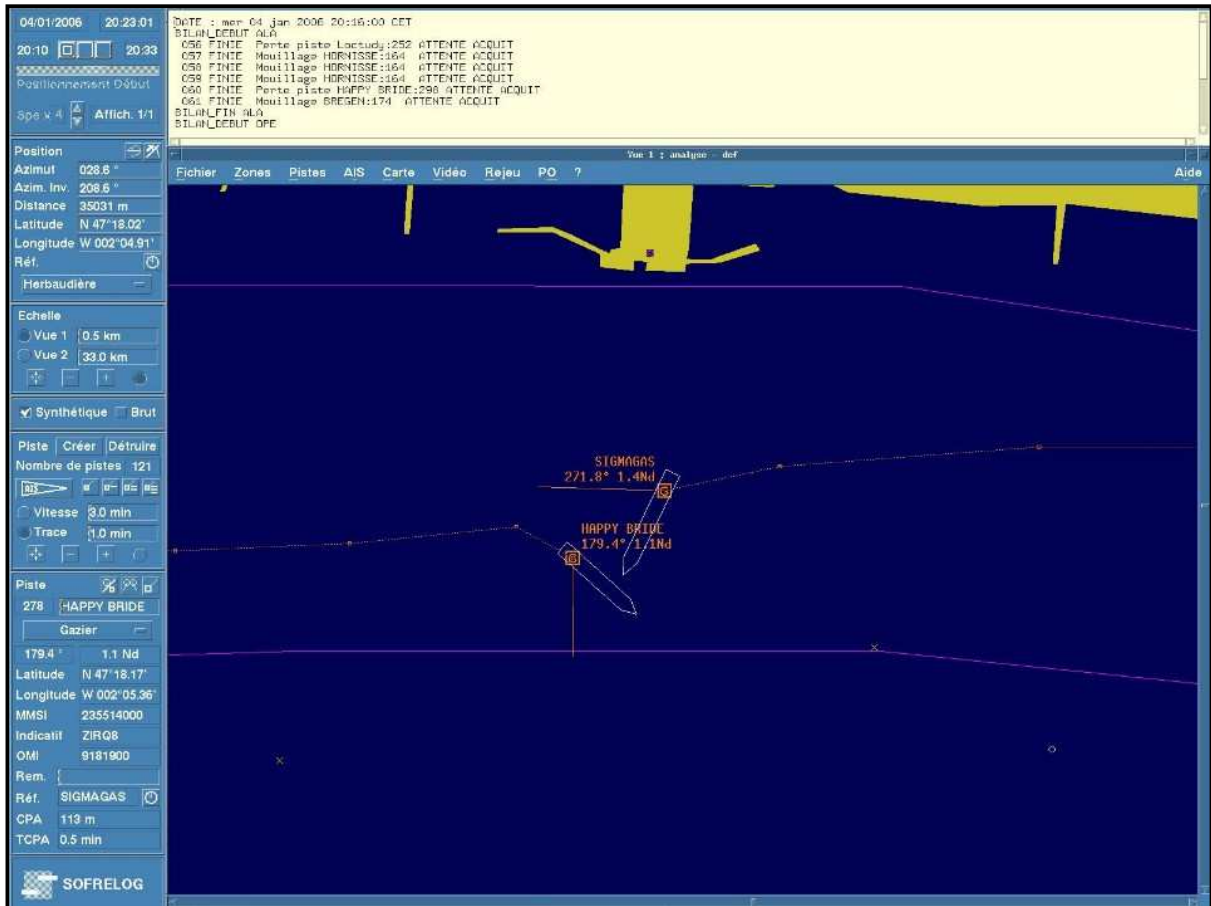
















Etendue de la pollution sur l'estuaire de la Loire.

## **Annexe E.2**

### **Enregistrement ECDIS du SIGMAGAS et enregistrement de cap du *HAPPY BRIDE***

## Enregistrement ECDIS du SIGMAGAS

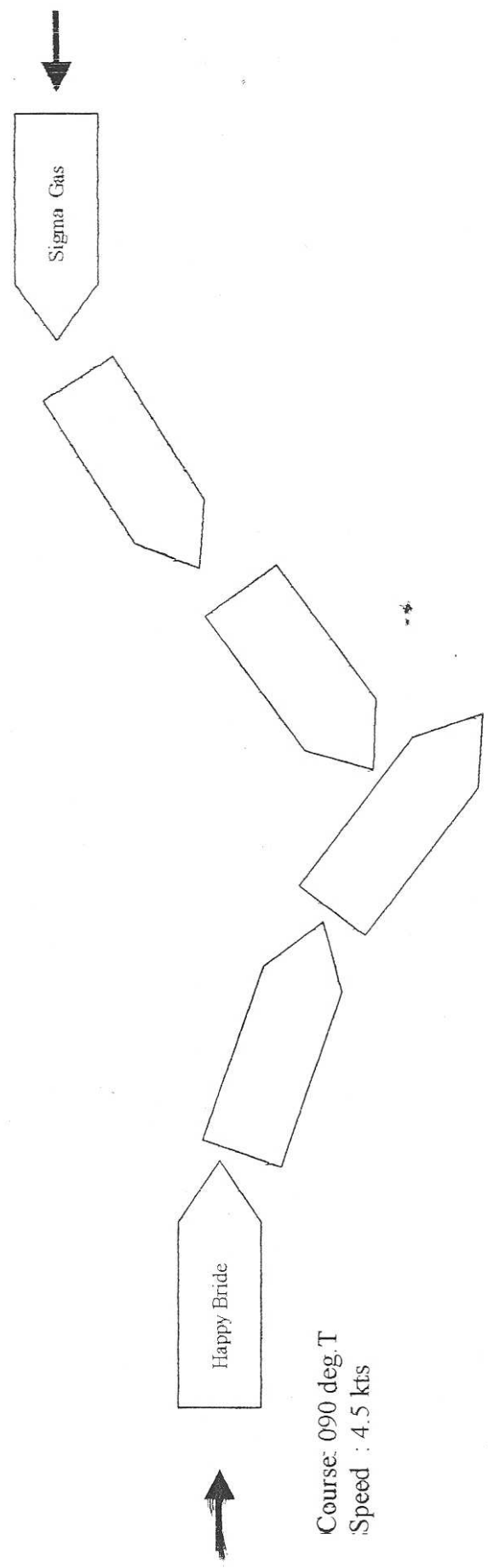
Cet enregistrement retranscrit les mouvements du navire seul, depuis son appareillage jusqu'à l'abordage. Aucun autre élément extérieur n'est visible, notamment les navires qui évoluent dans la zone. Les informations données sont : la date, l'heure (TU), la position en latitude et longitude, le cap suivi, la vitesse d'évolution, le courant entre autres.

De l'analyse de cet enregistrement, on constate :

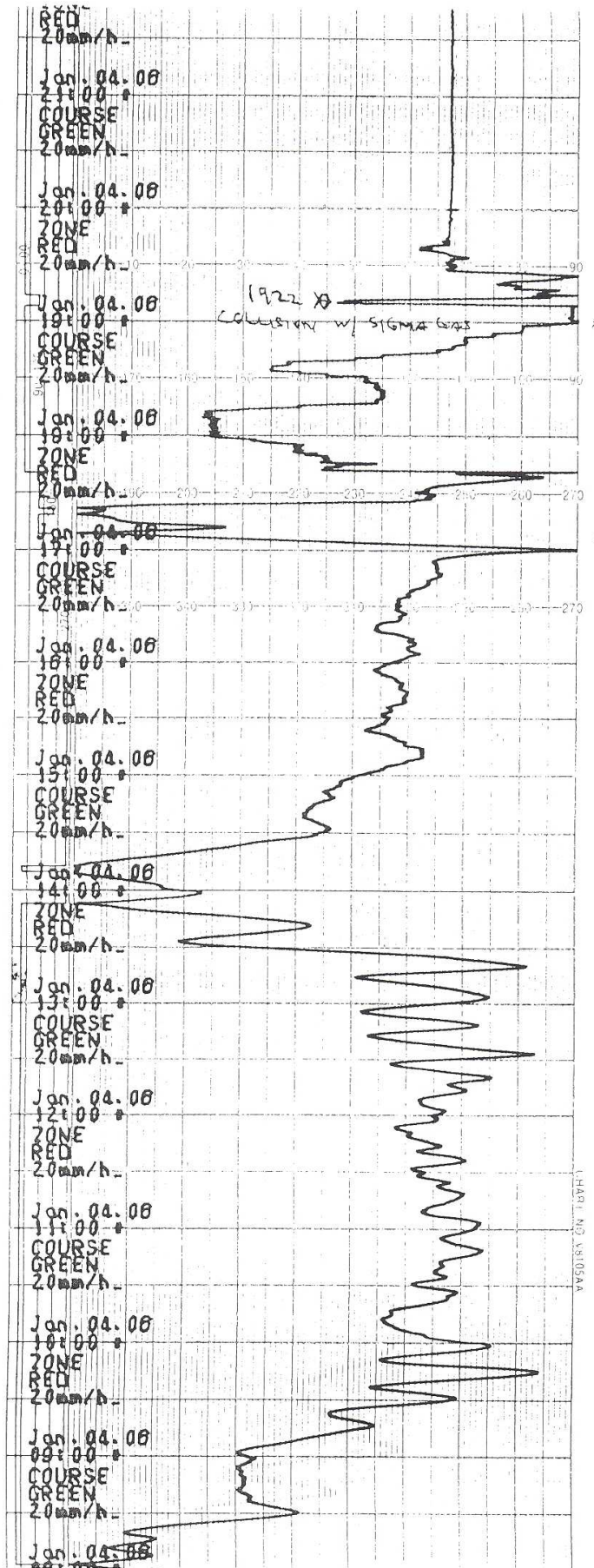
- que l'appareillage est noté à 19h05'15 (20h05'15 locale),
- que le navire vient franchement sur bâbord à 19h22 (20h22 locale) pour prendre un cap au 252°8,
- que la collision s'est produite à 19h23 (20h23 locale) à la position 47°18'208 N, 002°05'286 W,
- que durant son évolution, le navire atteindra une vitesse maximale de 9,2 nœuds.

COLLISION INCIDENT WITH SIGMA GAS

04 JAN 2006 2022 LT

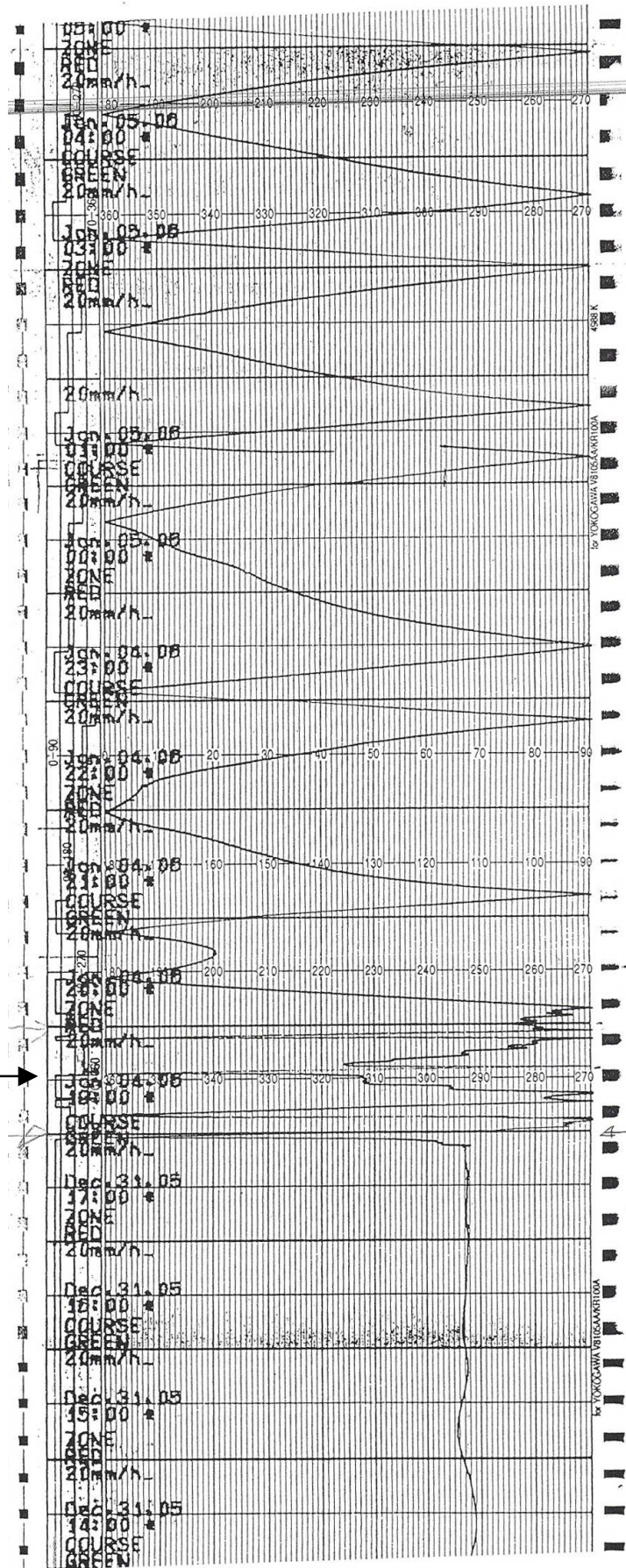


FOR INFORMATION ONLY



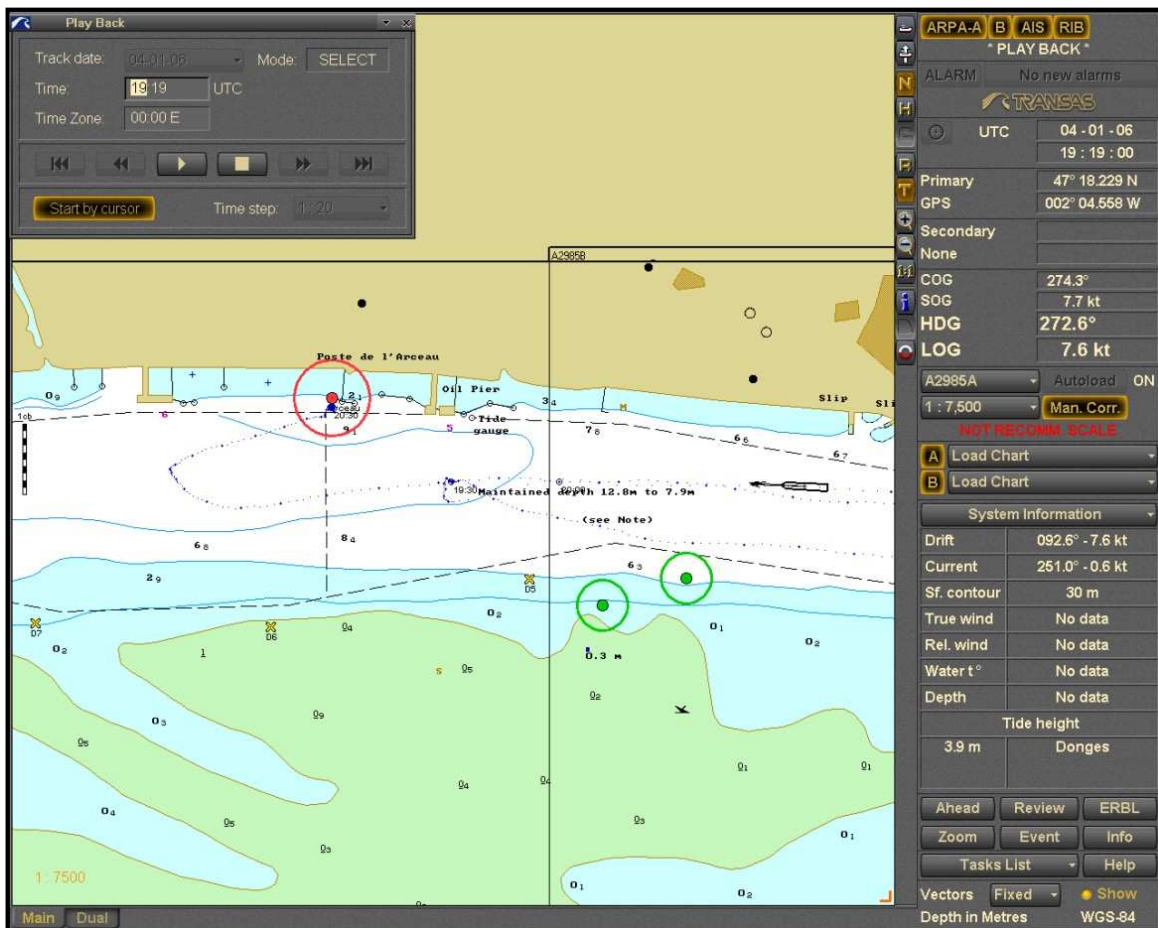
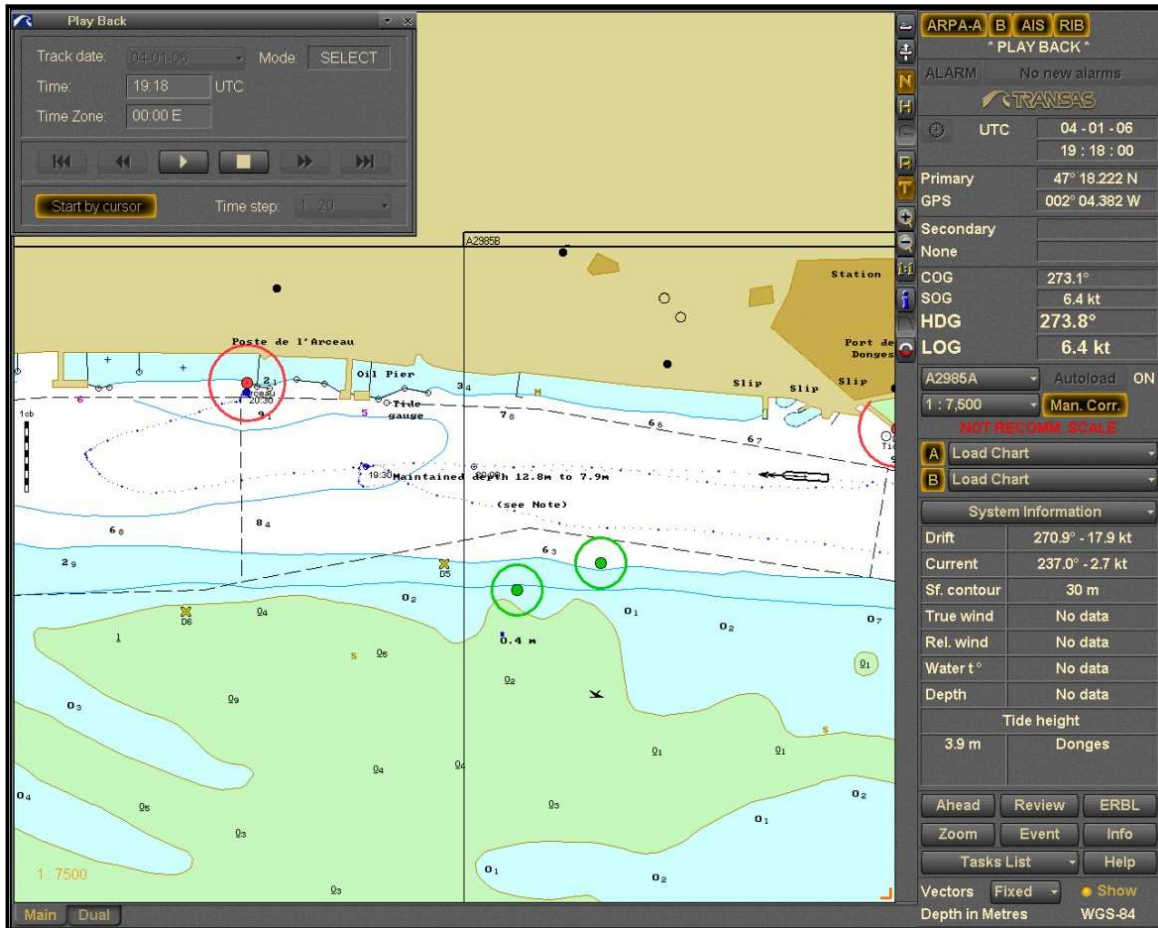
Enregistreur de cap du *HAPPY BRIDE*.

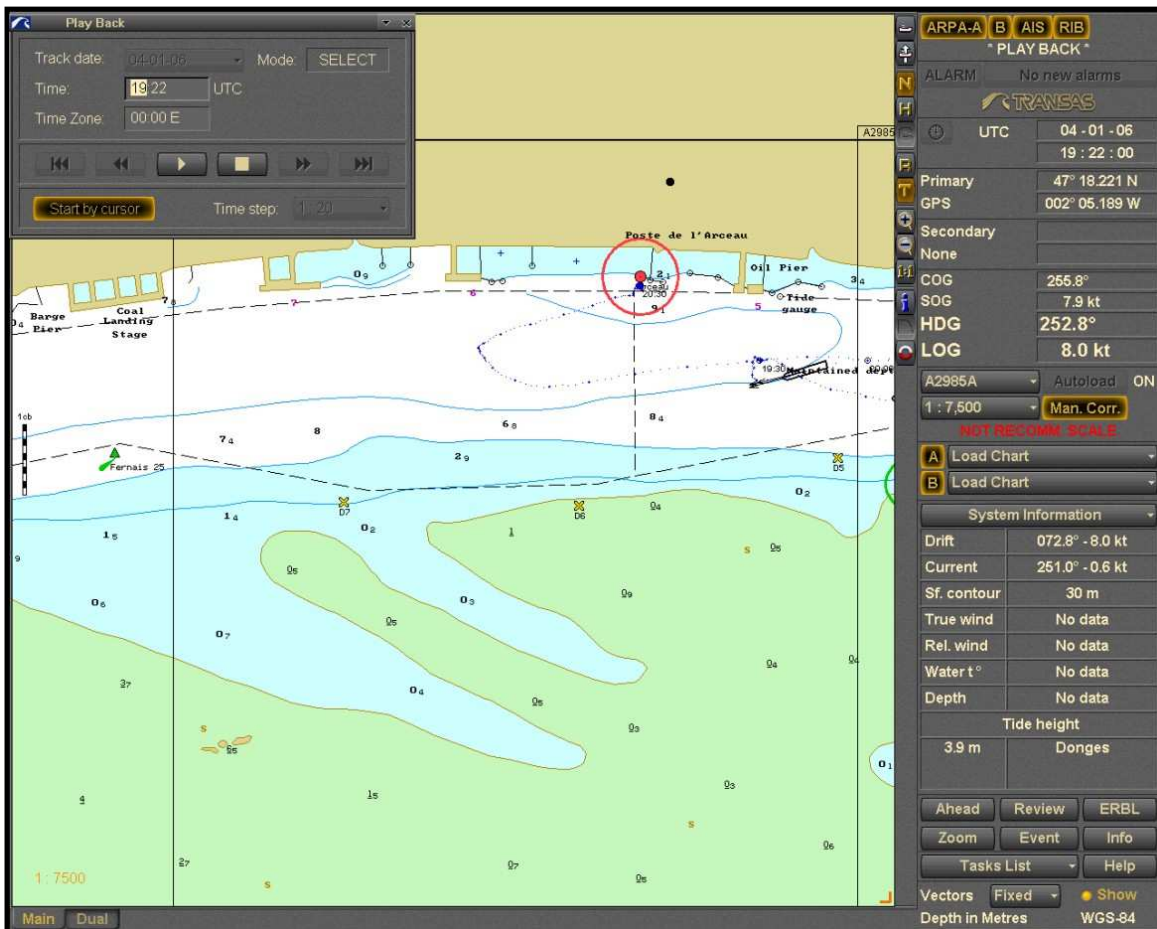
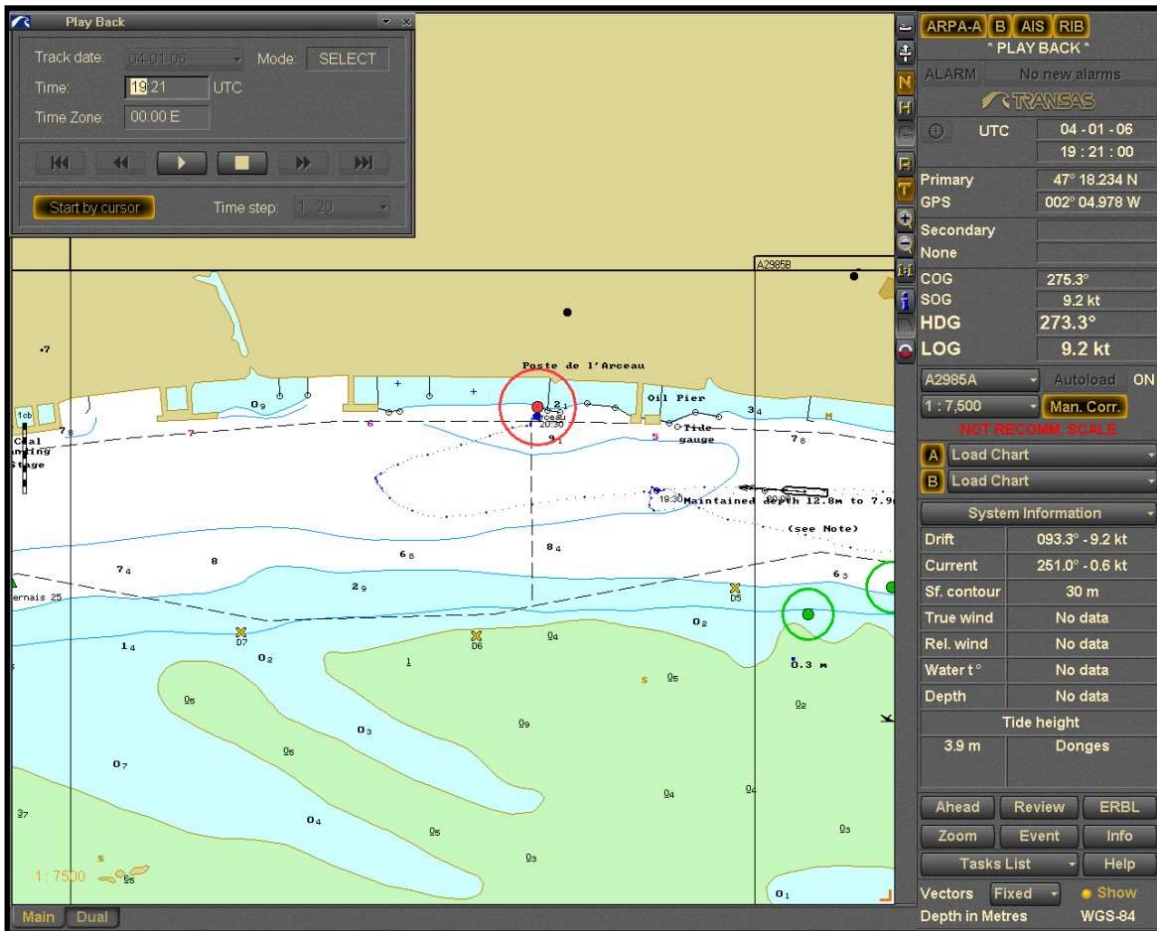


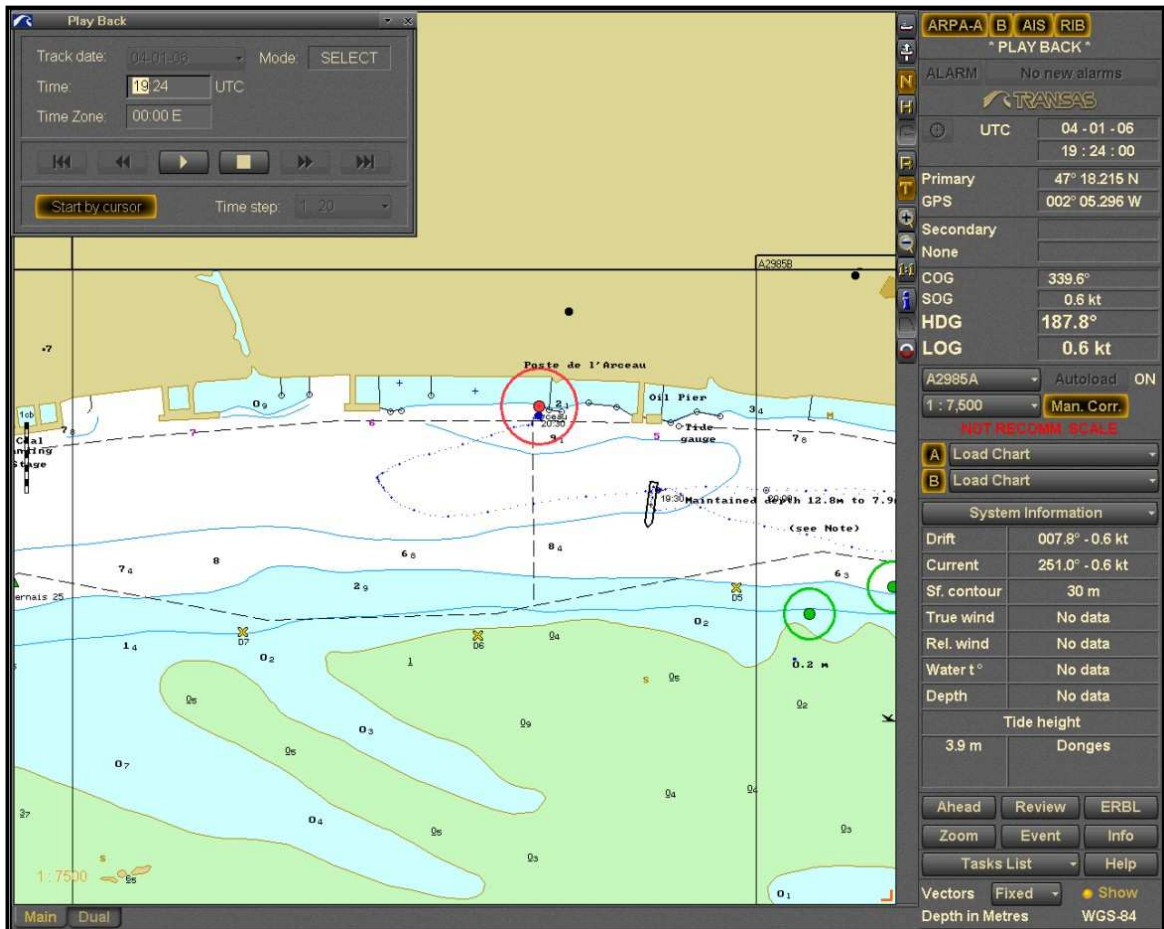
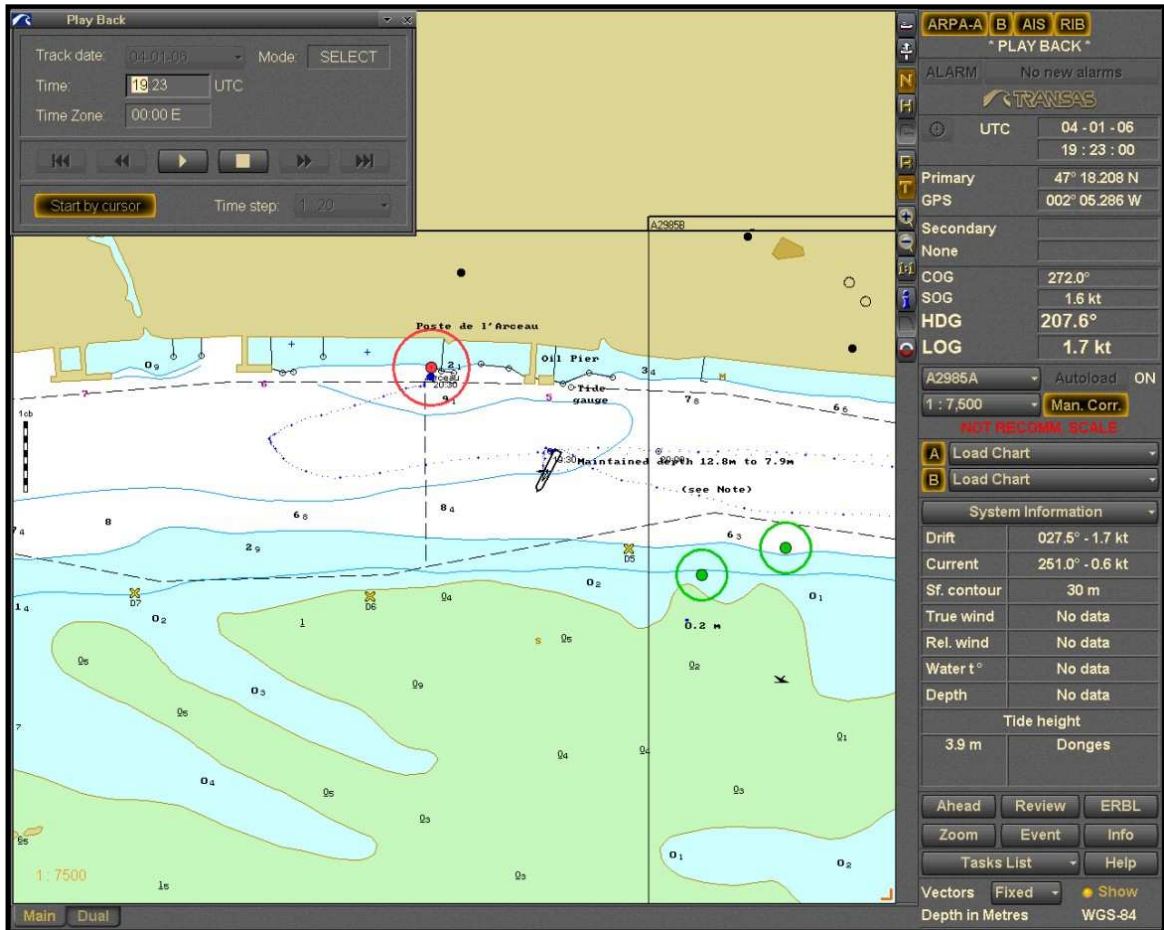


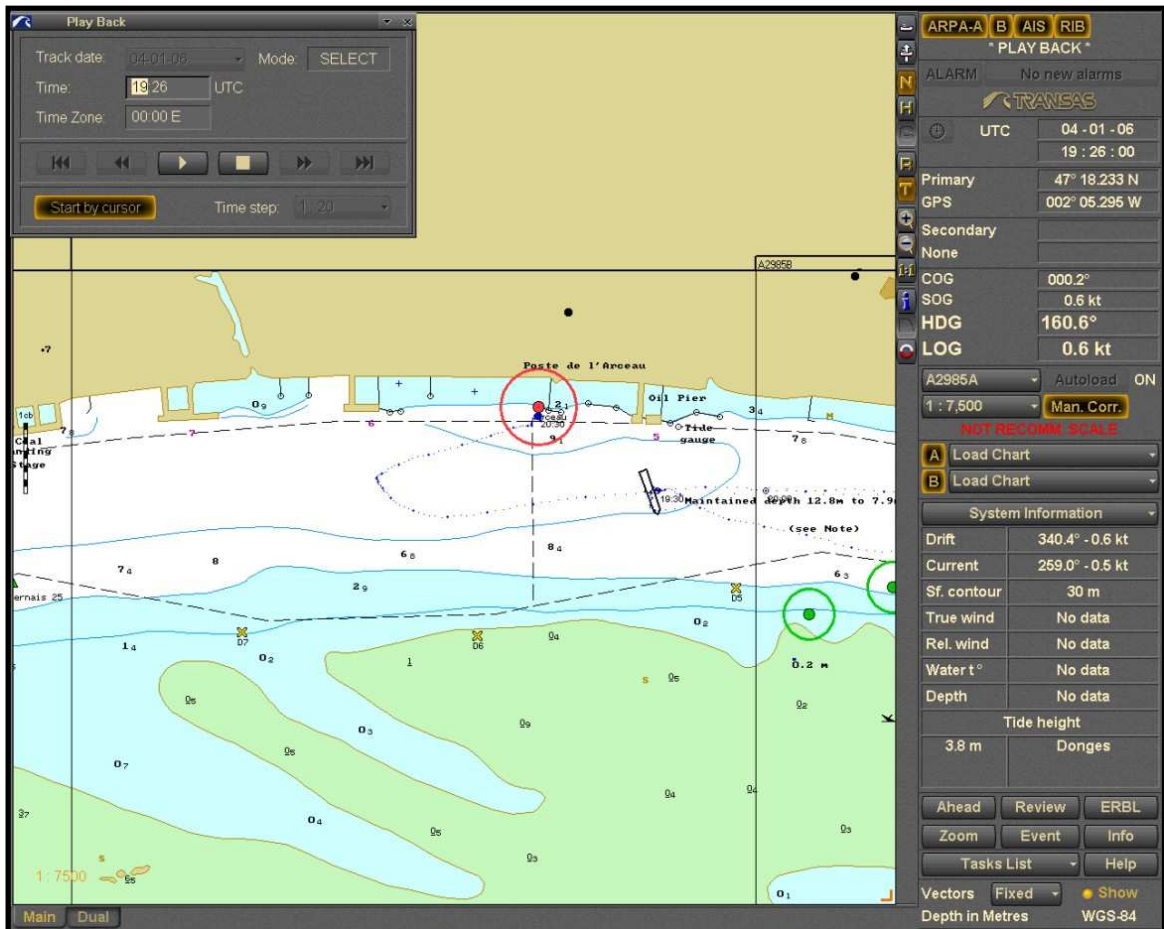
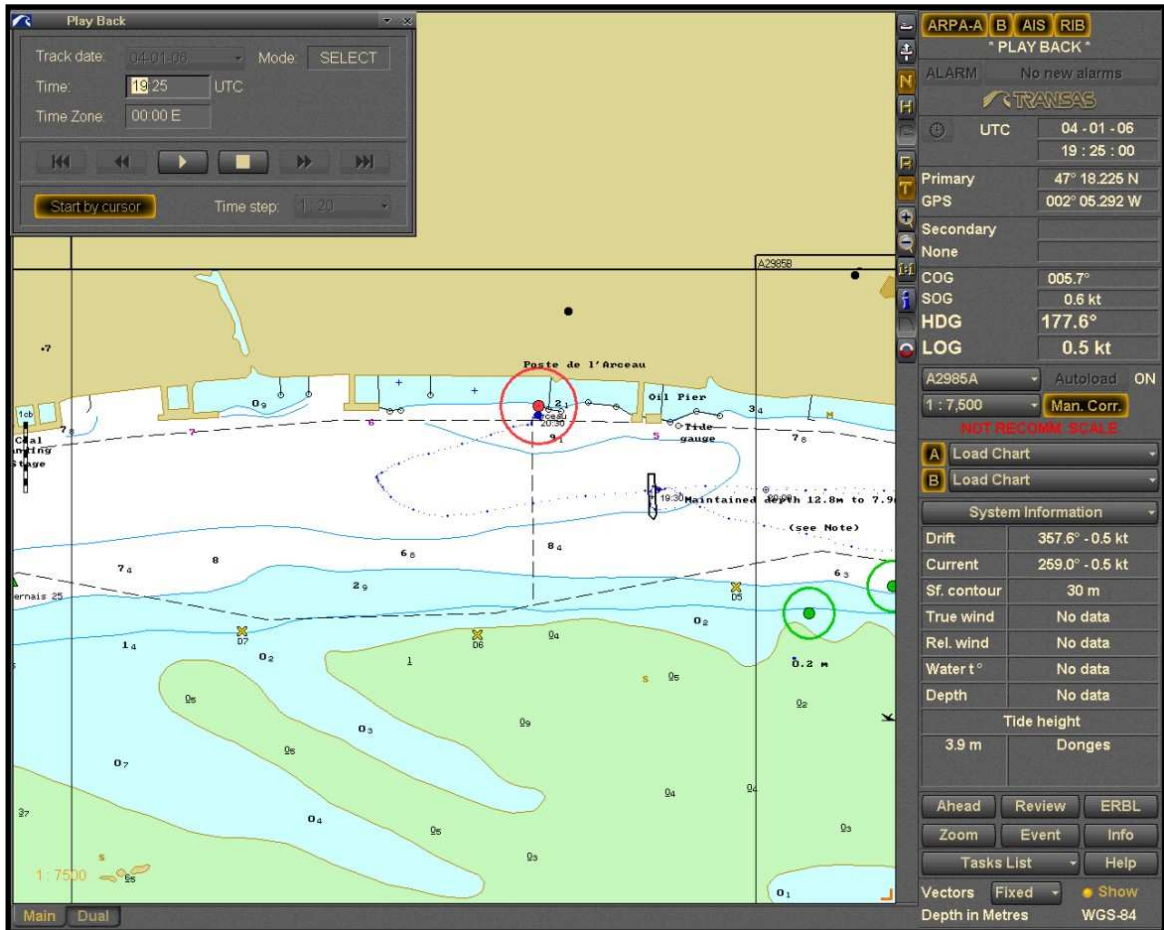
Collision avec le  
HAPPY BRIDE

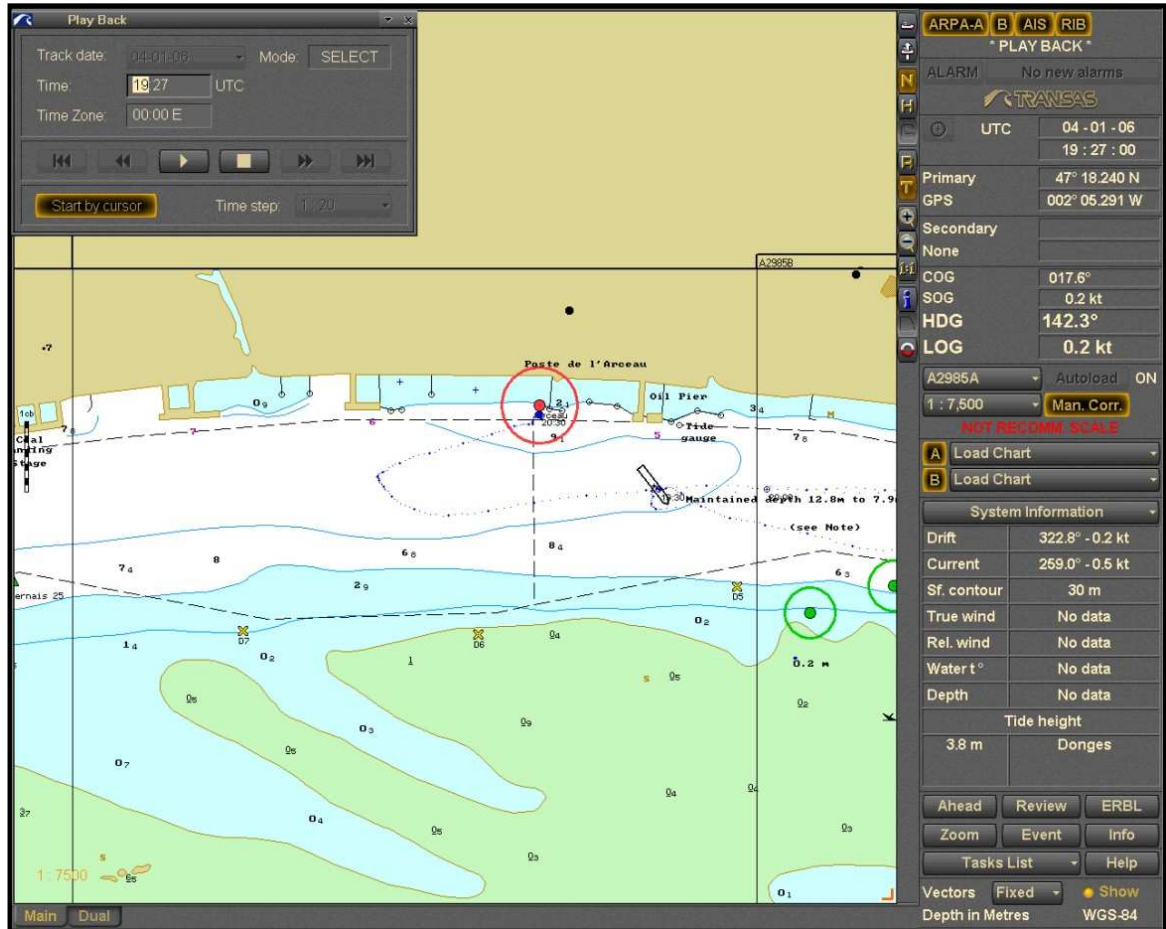
Enregistreur de cap du SIGMAGAS.





















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

## Bureau d'enquêtes sur les événements de mer

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