

BEA-TT

*Bureau d'enquêtes sur les accidents
de transport terrestre*

*Rapport d'enquête technique
sur le naufrage
de la péniche EOLE
survenu le 3 août 2010
sur la Seine à Paris (75)*

mai 2013



**Conseil Général de l'Environnement
et du Développement Durable**

**Bureau d'Enquêtes sur les Accidents
de Transport Terrestre**

Affaire n° BEATT-2010-014

**Rapport d'enquête technique
sur le naufrage de la péniche EOLE
survenu le 3 août 2010 sur la Seine à Paris (75)**

Bordereau documentaire

Organisme commanditaire : Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE)

Organisme auteur : Bureau d'Enquêtes sur les Accidents de Transport Terrestre (BEA-TT)

Titre du document : Rapport d'enquête technique sur le naufrage de la péniche EOLE survenu le 3 août 2010 sur la Seine à Paris (75)

N° ISRN : EQ-BEAT--13-4--FR

Proposition de mots-clés : titre de navigation, jauge, port en lourd, chargement, voie d'eau, naufrage.

Avertissement

L'enquête technique faisant l'objet du présent rapport est réalisée dans le cadre des articles L. 1621-1 à 1622-2 du titre II du livre VI du code des transports et du décret n° 2004-85 du 26 janvier 2004, relatifs notamment aux enquêtes techniques après accident ou incident de transport terrestre.

Cette enquête a pour seul objet de prévenir de futurs accidents, en déterminant les circonstances et les causes de l'événement analysé et en établissant les recommandations de sécurité utiles. Elle ne vise pas à déterminer des responsabilités.

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

SOMMAIRE

GLOSSAIRE.....	9
RÉSUMÉ.....	11
1 CONSTATS IMMÉDIATS ET ENGAGEMENT DE L'ENQUÊTE.....	13
1.1 Les circonstances de l'accident	13
1.2 Le bilan humain et matériel.....	13
1.3 L'engagement et l'organisation de l'enquête.....	13
2 CONTEXTE DE L'ACCIDENT.....	15
2.1 Les conditions de navigation sur la Seine à Paris.....	15
2.1.1 Le trafic.....	15
2.1.2 L'importance du batillage.....	15
2.1.3 Les règles de navigation.....	15
2.2 Les règles applicables aux bateaux.....	16
2.2.1 Rappel des notions de déplacement et de port en lourd.....	16
2.2.2 Les règles de chargement.....	17
2.2.3 Les règles de construction.....	20
2.3 La composition des équipages.....	21
3 COMPTE RENDU DES INVESTIGATIONS EFFECTUÉES.....	23
3.1 Les conditions météorologiques.....	23
3.2 Le convoi.....	23
3.3 L'EOLE.....	23
3.3.1 Les caractéristiques.....	23
3.3.2 La conception des locaux avant.....	23
3.3.3 L'immatriculation.....	24
3.3.4 Le certificat de jaugeage.....	24
3.3.5 Le certificat communautaire.....	24
3.3.6 L'exploitation.....	26
3.4 La barge CHLOEFI.....	27
3.4.1 Les caractéristiques.....	27
3.4.2 Les modifications apportées au CHLOEFI.....	27
3.4.3 L'immatriculation.....	28
3.4.4 Le certificat de jaugeage.....	28
3.4.5 La visite à sec réalisée en 2010.....	28
3.4.6 Le certificat communautaire.....	28
3.4.7 L'exploitation.....	28
3.5 L'équipage du convoi.....	29

3.6 Les résumés des témoignages.....	29
3.6.1 Le témoignage du matelot.....	29
3.6.2 Le témoignage du conducteur.....	30
3.7 L'examen de l'épave de l'EOLE.....	31
3.7.1 Les constatations effectuées en plongée.....	31
3.7.2 Les constatations effectuées sur l'EOLE après son renflouement.....	32
3.8 L'examen de la barge CHLOEFI effectué après l'accident.....	34
3.9 L'expertise de conformité de l'EOLE réalisée après les réparations.....	34
3.10 L'analyse de la stabilité longitudinale de l'EOLE.....	35
3.11 L'analyse des conditions de chargement de la barge CHLOEFI.....	36
3.12 Cas similaire.....	37
4 LE DÉROULEMENT DE L'ACCIDENT ET DES SECOURS.....	39
4.1 Le voyage et le déroulement de l'accident.....	39
4.1.1 Le chargement et l'approche de Paris.....	39
4.1.2 Le convoi arrive sur Paris.....	39
4.1.3 L'eau entre et s'accumule sur les veules avant de l'EOLE.....	39
4.1.4 L'eau entre et envahit les compartiments avant de l'EOLE.....	40
4.1.5 L'eau entre dans la cale de l'EOLE.....	41
4.1.6 Le bateau coule par envahissement de la cale.....	41
4.2 Les secours.....	41
4.3 Les conséquences sur la navigation.....	41
4.4 Les opérations de renflouement.....	41
5 ANALYSE DES CAUSES ET FACTEURS ASSOCIÉS, ORIENTATIONS PRÉVENTIVES..	43
5.1 Le schéma des causes et des facteurs associés.....	43
5.2 La maîtrise des chargements et le respect des francs-bords et des distances de sécurité. .	44
5.3 Le positionnement des cloisons d'abordage dans les bateaux de marchandises anciens. .	45
6 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	47
6.1 Les causes de l'accident.....	47
6.2 Les recommandations.....	47
ANNEXES.....	49
Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête.....	51
Annexe 2 : Schémas de l'avant de l'EOLE.....	52
Annexe 3 : Photographies des locaux avant de l'EOLE.....	54
Annexe 4 : Analyse de la stabilité longitudinale de l'EOLE.....	55

Glossaire

- **DGITM** : Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer
- **RGPN** : Règlement Général de Police de la Navigation Intérieure
- **RPP** : Règlement Particulier de Police

Résumé

Le 3 août 2010, vers 17h20, la péniche EOLE qui voyage à couple avec la barge automotrice CHLOEFI, fait naufrage sur la Seine dans Paris, à 200 m environ en amont du pont d'Iéna. Le convoi acheminait au total 450 tonnes de graviers de Vimpelles en Seine-et-Marne à Gennevilliers dans les Hauts-de-Seine.

Aucune victime n'est à déplorer. Le matelot a réussi à se réfugier sur la barge restée à flot tandis que le conducteur de la péniche, entraîné à l'eau, a été récupéré par un bateau à passagers. En revanche, le trafic a été fortement perturbé sur la Seine jusqu'à ce que la péniche concernée ait été dégagée de l'axe du fleuve le 6 août, puis renflouée le 10 août suivant.

La cause directe du naufrage est l'invasion des compartiments situés sur l'avant de la cloison d'abordage de l'EOLE par de l'eau qui y a pénétré par des ouvertures, insuffisamment protégées, se trouvant sur les veules¹.

Deux facteurs ont joué un rôle déterminant dans cet accident :

- le chargement un peu trop élevé et l'assiette négative de la péniche concernée qui, sous l'effet d'un batillage important et d'un vent significatif soufflant de face, ont permis l'embarquement et l'accumulation d'eau sur les veules, situation qui s'amplifiait au fur et à mesure que l'eau y pénétrait et que la navigation à couple de la barge CHLOEFI accentuait ;
- l'implantation de la cloison d'abordage de la péniche qui dégagait des locaux avant volumineux, dérogeant ainsi aux prescriptions techniques applicables, sans que des mesures compensatoires appropriées permettant d'assurer la sécurité du bateau et de son équipage aient été définies comme l'exige la réglementation en vigueur.

L'analyse des circonstances et des causes de ce naufrage conduit le BEA-TT à adresser à la direction générale des infrastructures, des transports et de la mer deux recommandations portant :

- pour la première, sur la maîtrise des chargements et le respect des francs-bords et des distances de sécurité ;
- pour la seconde, sur les conditions d'application aux bateaux de marchandises anciens des prescriptions techniques relatives au positionnement des cloisons d'abordage.

Par ailleurs, le BEA-TT appelle l'attention des bateliers sur l'importance pour la sécurité des bateaux du respect des limites autorisées d'enfoncement, y compris de celles éventuellement portées sur le certificat communautaire concerné, ainsi que sur les dangers que peut présenter une assiette excessive.

1 Il s'agit des plates-formes d'évolution situées à l'avant et à l'arrière du bateau.

1 Constats immédiats et engagement de l'enquête

1.1 Les circonstances de l'accident

Le 3 août 2010, vers 17h20, la péniche EOLE qui voyage à couple avec la barge automotrice CHLOEFI, fait naufrage sur la Seine dans Paris, à 200 m environ en amont du pont d'Iéna. Le convoi acheminait au total 450 tonnes de graviers de Vimpelles en Seine-et-Marne à Gennevilliers dans les Hauts-de-Seine.

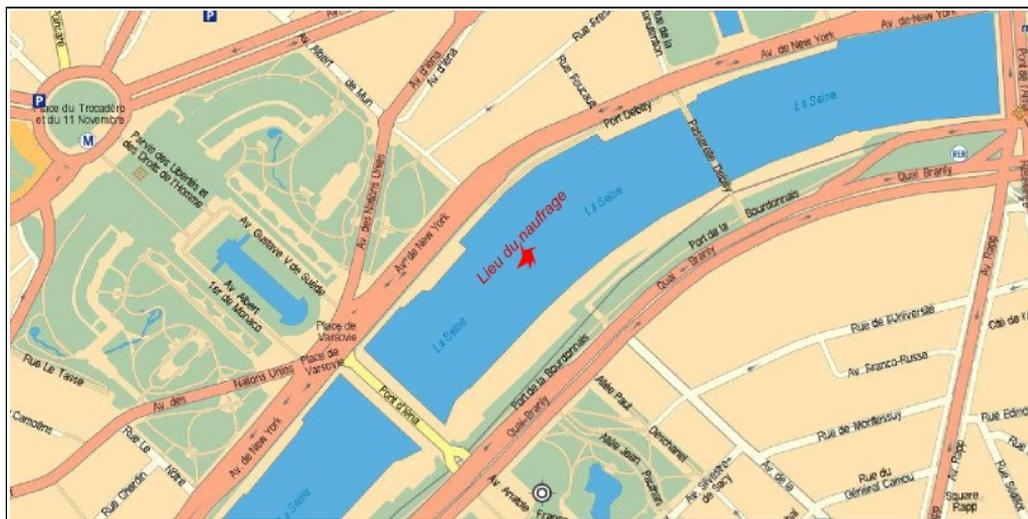


Figure 1 : Le lieu du naufrage

1.2 Le bilan humain et matériel

Aucune victime n'est à déplorer. Le matelot a réussi à se réfugier sur la barge restée à flot tandis que le conducteur de la péniche, entraîné à l'eau, a été récupéré par un bateau à passagers.

Le trafic a été fortement perturbé sur la Seine jusqu'à ce que la péniche concernée ait été dégagée de l'axe du fleuve le 6 août, puis renflouée le 10 août suivant.

1.3 L'engagement et l'organisation de l'enquête

Compte tenu des circonstances de cet accident et avec l'accord du ministre en charge des transports, le directeur du bureau d'enquêtes sur les accidents de transport terrestre (BEA-TT) a ouvert, le 9 août 2010, une enquête technique en application du titre III de la loi n° 2002-3 du 3 janvier 2002 codifié, depuis le 28 octobre 2010, aux articles L. 1621-1 à L. 1622-2 du code des transports.

Les enquêteurs du BEA-TT se sont rendus sur les lieux du naufrage pour y recueillir les premiers éléments. Ils ont, de plus, rencontré le conducteur et le matelot de l'EOLE ainsi que des représentants de la direction générale des infrastructures, des transports et de la mer (DGITM), du service de la navigation de la Seine, du service de la navigation Rhône-Saône et de la brigade fluviale de Paris. Ils ont eu accès aux pièces de l'enquête de flagrance conduite par la brigade fluviale précitée et au rapport d'expertise établi par l'assureur des bateaux du convoi.

2 Contexte de l'accident

2.1 Les conditions de navigation sur la Seine à Paris

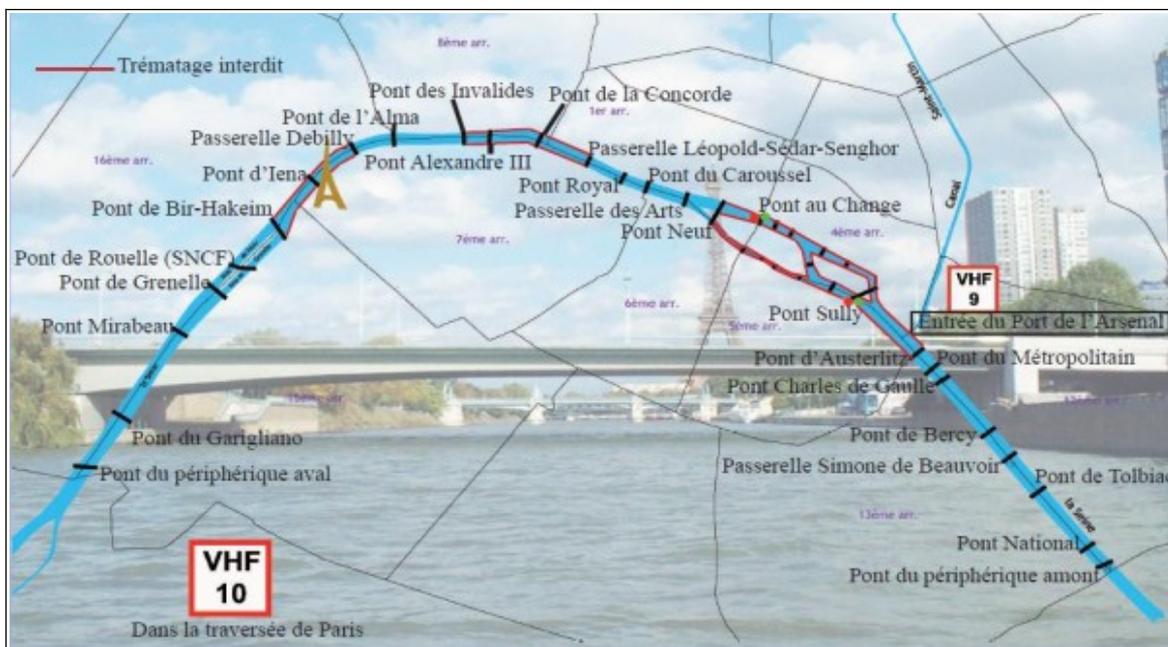


Figure 2 : La Seine à Paris

2.1.1 Le trafic

La Seine à Paris concentre un trafic fluvial important qui mêle des bateaux à passagers, des bateaux de marchandises, des bateaux de service et quelques bateaux de plaisance. En août, l'après-midi, les bateaux à passagers y effectuent de nombreuses rotations et le trafic est particulièrement dense.

La fréquence des manœuvres d'accostage, d'appareillage et de demi-tour sur ce bief est élevée. Les bateaux doivent, de plus, franchir de nombreux ponts ayant souvent des arches basses et étroites. La navigation dans la traversée de Paris demande donc une vigilance accrue.

2.1.2 L'importance du batillage

La taille des bateaux ou des convois naviguant sur le bief de Paris peut atteindre 180 mètres. Leur vitesse, bien que limitée à 12 km/h, engendre un batillage d'autant plus important que le trafic est dense.

2.1.3 Les règles de navigation

Trois textes régissent la police de la navigation sur la Seine dans le bief de Paris. Il s'agit :

- du règlement général de police de la navigation intérieure (RGPMI) tel qu'il résulte du décret n° 73-912 du 21 septembre 1973 modifié par le décret n° 77-330 du 28 mars 1977 ;

- du règlement particulier de police (RPP) de la navigation sur les canaux et cours d'eau constitués par la Haute-Seine, la Seine, l'Yonne, la Marne et l'Oise, émanant de l'arrêté du ministre de l'équipement du 20 décembre 1974 ;
- du règlement particulier de police précisant spécifiquement les deux documents précités pour ce qui concerne la navigation sur la Seine à Paris. Ce dernier règlement a été approuvé par l'arrêté n° 2008-207-5 pris le 25 juillet 2008 par le préfet de Paris.

Des avis à la batellerie établis et publiés par le service de la navigation compétent viennent, en tant que de besoin, compléter les dispositions de ces textes.

En application des trois règlements susvisés, dans la traversée de Paris sur la Seine, un bateau ou un convoi doit respecter :

- une vitesse maximale de navigation de 12 km/h par rapport à la rive ;
- lorsqu'il est avalant, une vitesse minimale de 8 km/h dans le Grand bras, entre le pont de Sully et le pont au change ;
- un alternat qui limite la circulation des bâtiments avalants dans le Grand bras à un quart d'heure par heure, très précisément entre l'heure pleine + 35 minutes et l'heure pleine + 50 minutes.

2.2 Les règles applicables aux bateaux

2.2.1 Rappel des notions de déplacement et de port en lourd

La tonne est une unité de mesure des masses. Cependant, dans la pratique, aussi bien dans le secteur maritime que dans le secteur fluvial, cette unité est utilisée pour caractériser les poids. Il est tacitement entendu qu'un « *poids d'une tonne* » représente le poids d'une masse d'une tonne.

Dans le secteur maritime, le déplacement exprime le poids du navire mesuré en tonnes dans une situation donnée.

Dans le secteur fluvial, la définition du déplacement n'est pas stabilisée et varie d'un texte réglementaire à l'autre, parfois aussi dans le même texte. On distingue le « *déplacement d'eau* » qui représente le volume immergé du bateau mesuré en m³ tandis que le « *déplacement* » est le poids total du bateau exprimé en tonnes, cargaison comprise. Toutefois, dans la pratique, le terme « *déplacement* » est la plupart du temps employé pour évoquer le volume d'eau déplacé par le bateau dans une situation donnée, mesuré en m³.

Le déplacement d'un bateau varie en fonction de son chargement entre deux valeurs limites qui correspondent :

- à la flottaison à vide, c'est-à-dire à la position que le bateau prend lorsqu'il porte seulement les impompables par les moyens ordinaires d'épuisement ;
- au plus grand enfoncement ; il s'agit du déplacement maximal que le bateau ne doit jamais dépasser quelles que soient les circonstances normales d'exploitation dans lesquelles il peut se trouver.

Le port en lourd, exprimé en tonnes, représente le poids maximal qu'il est possible de charger à bord d'un bateau sans excéder le plus grand enfoncement admissible. Le port en lourd est mentionné sur le certificat de jaugeage et sur le certificat communautaire. Sur un bateau de marchandises, il est également inscrit de chaque côté de la coque ou à un endroit visible.

2.2.2 Les règles de chargement

Le jaugeage d'un bateau

Le jaugeage d'un bateau de navigation intérieure consiste à déterminer son déplacement maximal admissible et, éventuellement, ses déplacements à des plans de flottaison donnés. Le jaugeage permet de calculer son port en lourd et, pour une situation donnée, le poids de la cargaison embarquée en fonction de l'enfoncement relevé.

Le jaugeage des bateaux est effectué, au sein des services de l'État, par des bureaux de jaugeage en respectant les dispositions de la convention internationale de Genève² ratifiée par la France et traduite en droit national par le décret n° 76-359 du 15 avril 1976.

Le certificat de jaugeage

Les bateaux sont jaugés jusqu'au niveau de leur plus grand enfoncement. La réalisation de cette opération est attestée par la délivrance d'un certificat de jaugeage, obligatoire à bord des bateaux de marchandises.

La durée de validité d'un tel certificat est de 15 ans. Ce document comporte, dans sa rubrique référencée 33, un tableau indiquant le volume d'eau déplacé en fonction de l'enfoncement du bateau concerné. La relation entre ces deux valeurs est purement géométrique.

Ainsi, pour obtenir le déplacement exprimé en m³ d'un bateau dans une situation donnée, il suffit de se reporter dans la rubrique 33 de son certificat de jaugeage au niveau de l'enfoncement qu'il atteint dans cette situation. À l'inverse, cette rubrique permet de déterminer l'enfoncement d'un bateau à partir de son déplacement, telle que cette notion est définie dans le chapitre 2.2.1 du présent rapport.

Le certificat de jaugeage indique, de plus, le port en lourd du bateau concerné. Cette mention ne vaut aucunement autorisation de le charger en toutes circonstances jusqu'à la valeur de ce port en lourd. En effet, la charge maximale susceptible d'être embarquée dépend fondamentalement des conditions dans lesquelles ce bateau est exploité.

Les zones de navigation

Les voies navigables intérieures sont classées en cinq zones : 1, 2, 3, 4 et R. La zone R correspond aux cours d'eau où s'applique la convention révisée pour la navigation du Rhin. La zone 1 est celle dans laquelle un bateau est susceptible de rencontrer les conditions de navigation les plus difficiles tandis que la zone 4 est constituée des voies navigables où les conditions de navigation sont les plus favorables, telles que les canaux.

La zone de navigation dans laquelle un bateau évolue, influe sur le poids maximal de la cargaison qu'il peut transporter. De fait, à chaque zone de navigation correspond un plan de plus grand enfoncement situé à l'enfoncement maximal auquel le bâtiment est autorisé à y naviguer. Ce plan est repéré par les marques d'enfoncement que sa coque doit porter de manière bien visible et indélébile.

Les bateaux de marchandises doivent ainsi comporter, tant à bâbord qu'à tribord, trois marques situées à l'avant, au milieu et à l'arrière de la coque. Toutefois, lorsque la

2 Il s'agit de la convention internationale de Genève du 15 février 1966 relative au jaugeage des bateaux de navigation intérieure.

longueur du bateau est inférieure à 40 mètres, seulement deux paires de marques, à l'avant et à l'arrière, sont requises.

À titre d'exemple, la figure 3 ci-dessous reprend le schéma des marques d'enfoncement imposées par la réglementation actuellement en vigueur.

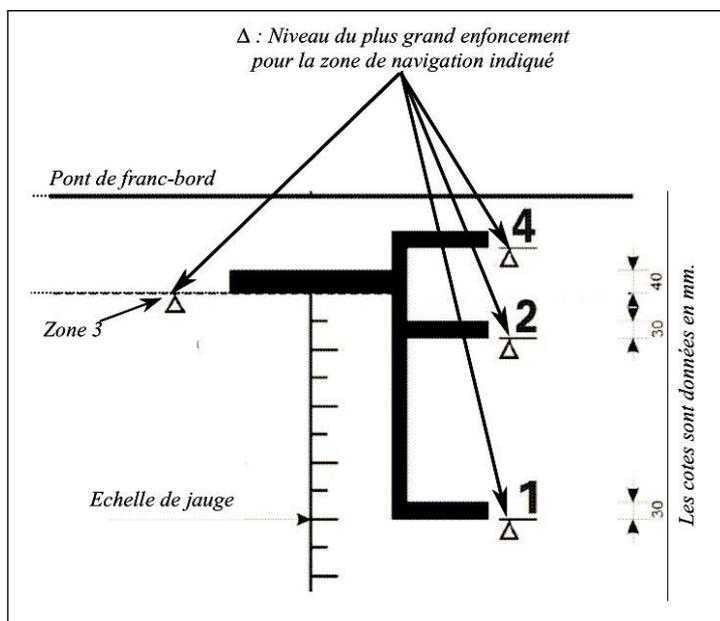


Figure 3 : Schéma de marques d'enfoncement

La marque d'enfoncement correspondant à la zone 3 a une longueur de 30 cm. L'échelle de jauge, ou échelle de tirants d'eau, est graduée tous les 10 cm et peinte de deux couleurs alternées. Les marques d'enfoncement peuvent prendre une forme simplifiée si le bateau ne fréquente pas certaines zones de navigation.

Au moment où l'accident analysé dans le présent rapport s'est produit, la Seine était classée en zone 4, dans le bief de Paris. Cette situation a été modifiée par l'arrêté du ministre chargé des transports du 16 décembre 2010 relatif au classement par zones des eaux intérieures. La Seine à Paris relève dorénavant de la zone 3.

La distance de sécurité

La distance de sécurité désigne la distance entre le plan du plus grand enfoncement et le plan parallèle passant par le point le plus bas au-dessus duquel le bateau n'est plus considéré comme étanche.

Les prescriptions techniques en vigueur³ en 2006, lorsqu'il a été procédé à la dernière visite de contrôle de l'EOLE, précisait qu'en zone 4, la distance de sécurité devait être au moins de 0,30 m pour les écoutilles des cales étanches aux embruns et aux intempéries, et de 0,50 m par rapport aux cales non couvertes. Pour les autres ouvertures ne pouvant pas être fermées d'une façon étanche aux embruns et aux intempéries, elle devait être au minimum de 0,20 m.

3 Il s'agit des prescriptions fixées par la directive européenne 82/714/CEE, par le décret n° 88-228 du 7 mars 1988 relatif au service des bateaux de navigation intérieure destinés au transport de marchandises et par l'arrêté du 17 mars 1988 fixant les conditions de délivrance des certificats communautaires et des certificats de bateau des bâtiments précités.

Le franc-bord

Le franc-bord désigne la distance entre le plan du plus grand enfoncement et le plan parallèle passant par le point le plus bas du plat-bord⁴, ou, à défaut de plat-bord, par le point le plus bas de l'arrête supérieure du bordé⁵.

En 2006, au moment où la dernière visite de contrôle de l'EOLE a été effectuée, les prescriptions techniques applicables imposaient en zone 4 que le franc-bord, qui ne peut pas être négatif, soit suffisant pour que les distances de sécurité des différentes ouvertures non étanches soient respectées.

Les mêmes prescriptions disposaient que, pour les autres zones de navigation, la détermination du franc-bord tient compte de la présence et de la forme des superstructures du bateau ainsi que du rampage⁶.

Le respect du franc-bord et de la distance de sécurité

Les marques d'enfoncement que les bateaux naviguant sur les eaux intérieures doivent porter, doivent être positionnées de manière à respecter simultanément les prescriptions relatives au franc-bord et les distances minimales de sécurité des différentes ouvertures non étanches.

En sus des exigences fixées dans ces domaines par la réglementation de portée nationale, au moment où l'accident considéré est survenu, les règlements particuliers de certains cours d'eau pouvaient imposer des contraintes d'enfoncement supplémentaires. Il en était notamment ainsi de l'arrêté du 2 juillet 2008 du préfet de Paris fixant le règlement particulier de police de la navigation sur la rivière Seine à Paris qui demandait que les bateaux de marchandises empruntant ce bief présentent un franc-bord minimum de 0,15 m en chargement ordinaire et de 0,30 m en chargement en comble.

Par ailleurs, les dispositions réglementaires actuellement en vigueur prévoient que lorsque le plus grand enfoncement pour la zone 3, dont la Seine relève dorénavant, est déterminé en considérant que les cales peuvent être fermées de manière étanche aux embruns et aux intempéries, et lorsque la distance entre ce plan du plus grand enfoncement et l'arête supérieure des hiloires est inférieure à 0,50 m, l'enfoncement maximum admissible pour la navigation avec les cales non couvertes doit tenir compte d'une distance de sécurité de 0,50 m. Ces mêmes dispositions imposent que le certificat communautaire en fasse état en portant une mention ainsi libellée : « *Lorsque les écoutes des cales sont totalement ou partiellement ouvertes, le bateau ne peut être chargé que jusqu'àmm sous les marques d'enfoncement pour la zone 3.* »

4 Il s'agit de la partie plane longeant les hiloires qui permet de circuler autour de la cale entre les veules avant et arrière. Le schéma constituant l'annexe 2 du présent rapport situe le plat-bord, les hiloires et les veules d'un bateau.

5 Il s'agit de l'ensemble des tôles recouvrant les membrures d'un bateau.

6 Le rampage est la courbure longitudinale du bateau, l'avant et l'arrière étant relevés. Le rampage est l'équivalent fluvial de la tonture pour les bâtiments maritimes.

2.2.3 Les règles de construction

Les prescriptions techniques applicables

Au moment où l'accident considéré s'est produit, les prescriptions techniques applicables aux bateaux naviguant sur les eaux intérieures étaient fixées par l'arrêté du 30 décembre 2008⁷ éponyme qui prévoit, en particulier, que les titres de navigation délivrés avant son entrée en vigueur dans le cadre de l'arrêté précédent du 17 mars 1988⁸, demeurent valides.

Par ailleurs, l'arrêté précité du 17 mars 1988, complété de ses annexes, distingue pour son application aux bateaux en service avant son entrée en vigueur, trois catégories de prescriptions techniques :

- celles devant être immédiatement mises en œuvre ;
- celles qui devaient obligatoirement être prises en compte et appliquées dans un délai de cinq ans ;
- celles auxquelles il peut être dérogé dans la mesure où la sécurité du bateau et de l'équipage est assurée d'une autre manière appropriée.

L'arrêté du 30 décembre 2008 dont les prescriptions techniques se substituent à celles de l'arrêté du 17 mars 1988 précité, retient également, dans des conditions similaires, la possibilité de déroger à certaines des dispositions qu'il édicte. Ces deux textes, l'arrêté du 17 mars 1988 et celui du 30 décembre 2008, prévoient en particulier que ce régime dérogatoire puisse être appliqué au positionnement longitudinal, sur les bateaux anciens tels que l'EOLE, de la cloison d'abordage destinée à séparer les compartiments avant de la cale.

Le titre de navigation

Pour être admis à naviguer sur les eaux intérieures, tout bateau de marchandises ou à passagers doit disposer d'un titre de navigation.

Ce document est délivré par le préfet compétent à l'issue d'une procédure qui repose notamment sur l'examen du rapport d'une visite de conformité que le propriétaire du bateau concerné doit faire effectuer par un organisme de contrôle, société de classification ou expert, à l'appui de sa demande.

Sur la base du dossier, incluant le rapport précité, qui lui est présenté, le préfet charge, par l'intermédiaire de son service instructeur, une commission de visite de lui donner un avis sur la délivrance ou le renouvellement du titre de navigation sollicité. Cette commission effectue une visite à flot ou à sec du bateau concerné.

Pour les bateaux de marchandises présentant une longueur supérieure à 20 mètres, ce titre de navigation est constitué par le certificat communautaire prévu par la directive 2006/87/CE du parlement européen et du Conseil du 12 décembre 2006.

7 Il s'agit de l'arrêté du 30 décembre 2008 relatif aux prescriptions techniques de sécurité applicables aux bateaux de marchandises, aux bateaux à passagers et aux engins flottants naviguant ou stationnant sur les eaux intérieures.

8 Il s'agit de l'arrêté du 17 mars 1988 relatif aux conditions de délivrance des certificats communautaires et des certificats de bateau pour les bateaux de navigation intérieure destinés au transport de marchandises.

Sa durée de validité est de cinq ans. Il mentionne le port en lourd du bateau intéressé tel qu'il ressort de son certificat de jaugeage.

2.3 La composition des équipages

Les règles relatives à la composition des équipages et à la conduite des bateaux en navigation intérieure sont fixées par le décret n° 91-731 éponyme du 23 juillet 1991⁹ qui impose, notamment, que les équipages des bateaux de marchandises comprennent au moins un conducteur et un matelot susceptible de participer aux manœuvres.

Ce décret prévoit également que le conducteur d'un bateau de commerce en navigation intérieure doit être muni d'un certificat de capacité dont les conditions d'obtention sont notamment fixées par un arrêté daté du 19 décembre 2003¹⁰.

De plus, le décret considéré dispose qu'une personne peut tenir la barre d'un bateau de commerce sans être titulaire du certificat de capacité précité, à la triple condition qu'elle soit âgée de plus de quinze ans, qu'elle soit assistée du conducteur du bateau concerné et qu'elle détienne un livret de service ou un livret de formation tels que décrits dans ce même décret.

9 Il s'agit du décret n° 91-731 du 23 juillet 1991 relatif à l'équipage et à la conduite des bateaux circulant ou stationnant sur les eaux intérieures.

10 Il s'agit de l'arrêté du 19 décembre 2003 relatif à l'équipage et à la conduite des bateaux de navigation intérieure.

3 Compte rendu des investigations effectuées

3.1 Les conditions météorologiques

Le 3 août 2010, dans l'après-midi, les relevés de la station météorologique de Paris-Montsouris font état d'un vent de secteur Ouest soufflant en rafales dont la vitesse peut atteindre 26 km/h.

Le convoi accidenté était donc confronté à un vent de face qui, sans être très fort, augmentait le batillage. Rabattu vers les veules, ce batillage pouvait dépasser 20 cm de hauteur.

3.2 Le convoi

Assurant le transport de 450 tonnes de graviers, le convoi concerné était constitué d'une péniche, l'EOLE, et, amarrée à son bâbord, d'une barge automotrice, le CHLOEFI. La rigidité de l'ensemble était assurée par des brêlages¹¹ disposés sur des bollards à l'avant et à l'arrière des deux bateaux concernés. 335 des 450 tonnes de graviers transportées étaient chargées sur la péniche EOLE.

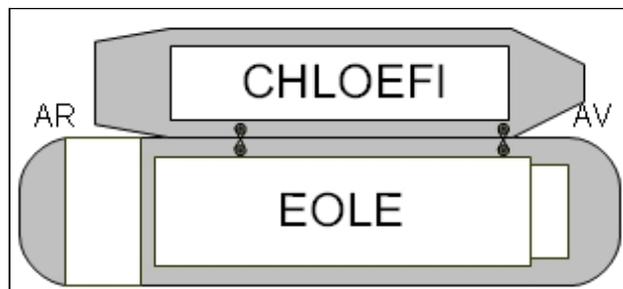


Figure 4 : Le convoi formé par l'EOLE et le CHLOEFI

3.3 L'EOLE

3.3.1 Les caractéristiques

L'EOLE est une péniche au gabarit Freycinet, construite en 1959 par les chantiers BRAUN HAWELLER SAAR en Allemagne. Long de 38,72 mètres pour 5,05 mètres de large, ce bateau dispose d'une puissance propulsive de 265 kW fournie par un moteur Volvo.

3.3.2 La conception des locaux avant

L'avant de l'EOLE est composé de trois compartiments¹² : un local technique, un logement pour le matelot et le puits aux chaînes.

Le local technique, aménagé au-dessus d'une partie de la cale, est accessible par des portes latérales situées au-dessus des veules à bâbord du roof avant. Ce local abrite le groupe électrogène ainsi que divers matériels nécessaires à l'exploitation de la péniche.

11 Le brêlage est une technique d'arrimage à l'aide de cordes.

12 Le schéma figurant en annexe 2 et les photos de l'annexe 3 fournissent une vue générale de l'avant de l'EOLE. Les photos ont été prises après son renflouement. Le schéma a été établi sans disposer de plans précis de ce bateau.

Une ouverture pratiquée dans la cloison avant de ce local permet au matelot d'accéder à son logement, « *le poite* », par une porte qui n'est pas étanche. Une claire-voie est ouverte au-dessus de cette entrée de manière à faciliter l'accès à ce logement et à lui donner de l'éclairage.

La partie avant du poite est recouverte d'un vaigrage¹³ empêchant d'effectuer un contrôle non destructif de la cloison correspondante. Rien ne permet d'affirmer que cette cloison, derrière laquelle se trouve le puits aux chaînes, monte jusqu'au pont.

Le puits aux chaînes est placé à l'extrême avant de la péniche, juste sous le guindeau, de manière à recevoir les chaînes d'ancre. Une bouche d'aération ainsi que deux orifices, munis d'un surbau¹⁴, de descente des chaînes vers ce puits sont aménagés sur les veules.

3.3.3 L'immatriculation

L'EOLE était immatriculé à Nancy sous le numéro NY03778F.

Depuis le 20 mai 2003, il appartenait au gérant de l'entreprise TRANSFLUVEURO qui l'exploitait et qui était, le jour de l'accident, le conducteur du convoi concerné.

Au moment de cet accident, la mutation de propriété de cette péniche intervenue en 2003 n'avait toujours pas été portée à la connaissance des services compétents de l'État. De fait, l'acte de vente correspondant ne leur a été transmis que le 10 mai 2011. Il s'agit là d'une pratique fréquente qui rend difficile le suivi des bateaux.

3.3.4 Le certificat de jaugeage

Au moment de l'accident, l'EOLE disposait d'un certificat de jaugeage, en cours de validité, délivré le 22 avril 1996 pour une durée de 15 ans.

Ce document fait état d'un port en lourd de 367,334 tonnes pour un enfoncement de 2,47 m dégageant un franc-bord de 0,10 m.

Il indique également que, tant à bâbord qu'à tribord, des marques d'enfoncement sont portées à l'avant, au milieu et à l'arrière de la coque de cette péniche. Il précise, à cet égard, que les marques correspondant au plus grand enfoncement admissible sont, à l'avant et au milieu du bateau, respectivement situées à 0,23 m et à 0,10 m sous le plat-bord.

L'EOLE présente donc un rampage, permettant d'évacuer l'eau susceptible d'être embarquée sur les veules, d'une hauteur de 0,13 m.

3.3.5 Le certificat communautaire

Au moment de son naufrage, l'EOLE disposait également d'un certificat communautaire en cours de validité, qui venait à expiration le 28 février 2011.

13 Le vaigrage est un ensemble de bordages disposé le long de la face intérieure de membrures.

14 Le surbau est l'élément surélevé aménagé à la base d'une ouverture afin d'empêcher l'eau, balayant le plat-bord, de pénétrer dans les parties inférieures des compartiments.

Ce certificat avait été délivré le 26 novembre 2007 suite à une visite à sec du bateau concerné effectuée, à l'initiative de son propriétaire, le 6 février 2006 par un expert.

Le rapport de cette visite note, en particulier, que tout en étant en bon état général, la coque de l'EOLE présentait une corrosion électrolytique parfois sévère ainsi que des déformations du bordé. Il y est également fait mention de traces d'un choc à l'avant au niveau du plan de flottaison à vide. Dans ses conclusions, ce rapport préconisait la réalisation d'un certain nombre de travaux qui ont effectivement été effectués ainsi que l'expert précité l'a attesté le 12 novembre 2007 dans le cadre de l'instruction du certificat communautaire considéré.

Cette instruction a, de plus, été conduite sur la base des prescriptions techniques fixées par l'arrêté du 17 mars 1988 relatif aux conditions de délivrance des certificats communautaires et des certificats de bateau pour les bateaux de navigation intérieure destinés au transport de marchandises.

Ce texte dispose, notamment, que la cloison d'abordage de ces bateaux doit être implantée à une distance de leur proue comprise entre $0,04 \text{ LF}$ et $0,04 \text{ LF} + 2 \text{ m}$ où LF est la longueur de la flottaison, mesurée en mètres, de la péniche concernée.

Pour un bateau présentant, comme l'EOLE, une longueur de flottaison égale à 38,72 mètres, la cloison d'abordage doit normalement être située entre 1,55 mètre et 3,55 mètres de l'avant de sa coque.

Tel n'est toutefois pas le cas pour l'EOLE qui a été construit en 1959 bien avant que ces prescriptions ne soient fixées. De fait, la distance entre sa cloison d'abordage et sa proue atteint, sur une partie de sa hauteur, 4,50 mètres. Ce bateau présente donc des locaux avant volumineux dont l'envahissement par l'eau peut affecter sa stabilité.

Ainsi qu'il a été indiqué dans le chapitre 2.2.3 du présent rapport, l'arrêté du 17 mars 1988 prévoit pour les bateaux en service, la possibilité de déroger aux dispositions considérées « *dans la mesure où la sécurité du bateau et de l'équipage est assurée d'une autre manière appropriée* ».

Les enquêteurs techniques du BEA-TT n'ont pas, à cet égard, relevé dans le rapport de visite du 6 février 2006 d'analyse ou de recommandation portant sur la sécurité de l'EOLE et de son équipage en cas d'envahissement de ses locaux avant.

Ils n'ont pas, non plus, identifié de prescription particulière en ce domaine dans le certificat communautaire délivré le 26 novembre 2007.

Par ailleurs, ce certificat porte sur la navigation sur le bas Rhône, en zone 4, et fait mention d'un port en lourd de 323 tonnes pour un franc-bord minimal de 0,10 m.

Ces données ne sont pas cohérentes avec les éléments figurant dans le certificat de jaugeage du bateau considéré qui retient un port en lourd de 367,334 tonnes et dont la rubrique référencée 33 fait ressortir un franc-bord d'un peu plus de 0,30 m pour un chargement de 323 tonnes.

Les raisons de cette divergence n'ont pas pu être déterminées. Tout au plus, les enquêteurs techniques du BEA-TT ont-ils observé que la référence à un chargement de 323 tonnes apparaissait dans un ancien certificat de visite délivré le 20 janvier 1999 par la commission de Thionville autorisant l'EOLE à naviguer sur le Rhin entre Bâle en Suisse et la mer.

3.4 La barge CHLOEFI

3.4.1 Les caractéristiques

Le bateau CHLOEFI, immatriculé LY1459F, est une barge automotrice possédant une propulsion lui permettant d'effectuer des petits déplacements lorsqu'elle n'est pas utilisée en convoi. Elle ne dispose ni de locaux d'habitation ni de timonerie.



Figure 6 : L'étrave du CHLOEFI

Cette barge a été construite en 1965 par les chantiers MOHR ET FEDERHAFF à Mannheim en Allemagne. Elle est longue de 31,98 m pour une largeur de 4,70 m.

3.4.2 Les modifications apportées au CHLOEFI



Figure 7 : Les inscriptions figurant sur la coque du CHLOEFI

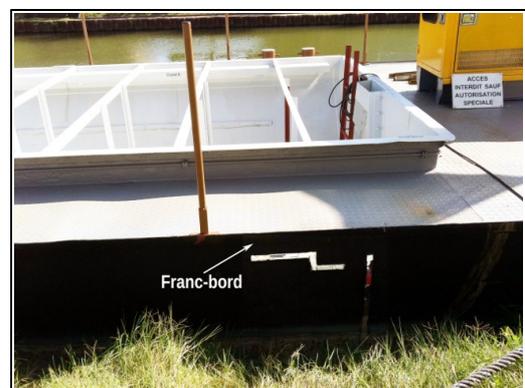


Figure 8 : Les marques d'enfoncement du CHLOEFI

Le CHLOEFI est une ancienne barge à clapets qui était utilisée pour des travaux de dragage. Lorsqu'elle l'a acquise, la société TRANSFLUVEURO y a réalisé elle-même des travaux afin, notamment, d'obstruer les clapets situés au fond de la cale. Suite à ces travaux, de nouvelles marques de franc-bord ont été portées sur sa coque.

Par ailleurs, ainsi que le montre la figure 7 ci-dessus, il a été fait mention sur cette coque d'une puissance propulsive de 142 CV, soit 104 kW, et d'un chargement maximum admissible de 130 tonnes.

3.4.3 L'immatriculation

Au moment où l'accident s'est produit, cette barge appartenait à la société TRANSFLUVEURO. Toutefois, tout comme pour l'EOLE, sa dernière mutation de propriété n'avait pas été portée à la connaissance des services compétents de l'État et elle était toujours immatriculée au nom de son précédent propriétaire.

3.4.4 Le certificat de jaugeage

Le dernier document de jaugeage afférent au CHLOEFI date du 25 septembre 1966. Il fait état d'un chargement maximal admissible de 87,57 tonnes.

Ce document, délivré avant que les dispositions de la convention internationale de Genève relative au jaugeage des bateaux de navigation intérieure n'entre en vigueur, n'était plus valide.

De fait, cette barge ne dispose d'aucun certificat, établi conformément à la convention précitée et au décret n° 75-359 pris pour son application le 15 avril 1976, permettant d'attester que son port en lourd est de 130 tonnes et que les marques d'enfoncement apparaissant sur sa coque sont valables.

3.4.5 La visite à sec réalisée en 2010

Une visite à sec du CHLOEFI a été réalisée par un expert le 30 juin 2010 afin de mettre à jour sa situation administrative. Une attestation de visite avec sondage par ultrasons a été établie le 20 juillet 2010, accompagnée d'une liste de prescriptions de travaux.

Cette attestation mentionne un port en lourd de 130 tonnes.

Une autre attestation du même expert, datée également du 20 juillet 2010, certifie que, suite à la visite à sec précitée et à une visite à flot effectuée le 19 juillet 2010, la barge considérée répond aux prescriptions techniques de sécurité en vigueur telles qu'elles sont fixées par l'arrêté du 30 décembre 2008¹⁵.

3.4.6 Le certificat communautaire

La société TRANSFLUVEURO a formulé une demande de titre de navigation concernant cette barge auprès du service de la navigation Rhône-Saône. Elle est parvenue à ce service le 30 juillet 2010. Le 3 août, jour de l'accident, le CHLOEFI ne disposait de fait pas de titre de navigation en cours de validité.

3.4.7 L'exploitation

Le CHLOEFI effectuait les 2 et 3 août 2010 son premier voyage, tel qu'il avait été modifié par la société TRANSFLUVEURO. Il transportait 115 tonnes de graviers.

15 Il s'agit de l'arrêté du 30 décembre 2008 relatif aux prescriptions techniques de sécurité applicables aux bateaux de marchandises, aux bateaux à passagers et aux engins flottants naviguant ou stationnant sur les eaux intérieures.

3.5 L'équipage du convoi

Le conducteur du convoi considéré était le gérant de la société TRANSFLUVEURO. Il possède un certificat de capacité obtenu en 2007, valide pour la section parcourue et pour la catégorie des bâtiments concernés.

Le matelot qui l'accompagnait, était un employé administratif de cette entreprise, qui effectuait son premier voyage à bord d'un bateau. Il n'avait pas de compétence en navigation intérieure et ne suivait pas de formation dans ce domaine. Il était présent à bord pour dépanner en attendant l'arrivée d'un matelot expérimenté qui devait embarquer le vendredi suivant.

L'équipage tel qu'il était composé, répondait aux obligations réglementaires. Le matelot qui ne détenait ni certificat de capacité ni titre de formation, ne pouvait toutefois pas prendre la barre.

Les dépistages d'alcoolémie auxquels ce conducteur et ce matelot ont été respectivement soumis se sont révélés négatifs.

3.6 Les résumés des témoignages

Les résumés des témoignages présentés ci-après sont établis par les enquêteurs techniques sur la base des déclarations orales ou écrites dont ils ont eu connaissance. Ils ne retiennent que les éléments qui paraissent utiles pour éclairer la compréhension et l'analyse des événements et pour formuler des recommandations. Il peut exister des divergences entre les différents témoignages recueillis ou entre ceux-ci et des constats ou analyses présentés par ailleurs.

3.6.1 *Le témoignage du matelot*

Le matelot déclare être employé par la société de transport TRANSFLUVEURO depuis le mois de mai 2010. Le directeur de cette entreprise lui a demandé de l'assister pour effectuer le transport considéré, car aucun matelot n'était disponible.

Ils devaient acheminer du gravier des Sablières de Brévannes à Vimpelles jusqu'à Gennevilliers au moyen d'un convoi composé de deux bateaux à couple. 335 tonnes ont été chargées à bord de l'EOLE et 115 tonnes à bord de la barge CHLOEFI. Le matelot souligne que les bons de chargement qu'il a vus correspondaient aux tonnages effectivement embarqués.

Il pense, en outre, que les chargements réalisés respectaient les valeurs maximales permises pour ces deux bateaux, à savoir 367 tonnes pour l'EOLE et environ 135 tonnes pour le CHLOEFI, et que l'EOLE était autorisé à naviguer avec une barge à couple.

Il indique que tant l'EOLE que le CHLOEFI ont été chargés à Brévannes dans la matinée du 2 août 2010 et que le convoi en est parti ce même jour en début d'après-midi. Ce convoi s'est arrêté pour la nuit vers 20 heures. Le voyage a été poursuivi le lendemain 3 août à partir de 5 h 30. Tout se passait bien. Le convoi est arrivé sur Paris aux environs de 15h30. Il a franchi le Grand bras. Le matelot précise qu'à l'approche de la Tour Eiffel, il est monté sur le CHLOEFI afin de prendre quelques photographies. En reposant son appareil dans la marquise de l'EOLE, il s'est aperçu qu'il y avait beaucoup d'eau au-dessus du plat-bord de cette péniche. Il en a informé le conducteur qui lui a demandé d'aller évaluer la situation.

Le matelot s'est rendu vers l'avant du CHLOEFI et a constaté qu'une dizaine de centimètres d'eau recouvrait le pont de l'EOLE. Il est aussitôt retourné auprès du conducteur pour lui demander de s'arrêter. Ce dernier a cherché un endroit pour stationner, mais l'avant de l'EOLE a commencé à s'enfoncer entraînant le CHLOEFI avec lui. Les cordes de brélage ont alors cassé, libérant la barge.

Le conducteur et le matelot étaient équipés de leur gilet de sauvetage. Le matelot resté sur le CHLOEFI a vu l'EOLE couler, son conducteur étant dans la timonerie au poste de pilotage.

Le matelot précise qu'il a ensuite aperçu un bateau à passagers qui lançait une bouée couronne au conducteur qui avait réussi à sortir de la timonerie dont les parties vitrées avaient cédé sous la pression de l'eau.

Le matelot souligne ne pas comprendre ce qui s'est produit : tout lui paraissait en règle sur le bateau. Il indique qu'aucune machine autre que le moteur de l'EOLE et celui du CHLOEFI, ne fonctionnait. Le moteur de la barge était juste embrayé pour aider l'EOLE qui, chargé, navigue entre 8 et 9 km/h.

Le matelot déclare qu'embarqué depuis plusieurs jours, il a dormi dans le poite de l'EOLE, notamment lors de la nuit du 2 au 3 août, et qu'il n'a remarqué aucune entrée d'eau ni aucune humidité.

3.6.2 Le témoignage du conducteur

Le conducteur déclare être propriétaire de la péniche qu'il loue à la société TRANSFLU-VEURO dont il est le gérant depuis 2006.

Il indique être titulaire d'un permis de navigation fluviale autorisant la conduite de bâtiments présentant une longueur supérieure à celle de l'EOLE ainsi que de l'attestation de capacité professionnelle pour la navigation intérieure.

Il précise qu'il effectue des transports à l'international depuis 4 ans. Pour le voyage des 2 et 3 août 2010, il a fait appel à un matelot inexpérimenté dans l'attente d'un matelot sous contrat qui devait le rejoindre le vendredi 6 août. Pour des raisons financières, il ne peut se permettre de refuser un chargement.

Il confirme la composition du convoi ainsi que les données relatives au voyage et au chargement. La barge était amarrée à bâbord. Les chargements maximaux que l'EOLE et le CHLOEFI peuvent transporter sont, selon lui, de 367 tonnes et de 130 tonnes. Il affirme que l'EOLE est autorisé à naviguer avec une barge à couple.

Il indique qu'il est arrivé sur Paris le mardi 3 août 2010 vers 16h00 après avoir franchi l'écluse de Port-à-l'Anglais, qu'il naviguait à 7 km/h et qu'il a augmenté sa vitesse à 8 km/h pour pouvoir passer à temps l'alternat du Grand bras.

Il explique qu'il connaît bien son bateau. Compte tenu du trafic important sur la Seine et d'un vent d'Ouest soufflant en rafales, il a rencontré des vagues importantes. Des embruns remontaient jusqu'à la timonerie de l'EOLE et il devait utiliser les essuies-glaces quasiment en permanence. Il estime que l'EOLE pouvait ainsi embarquer jusqu'à 500 litres d'eau à chaque vague.

Il s'est rendu compte près du pont d'Iéna que la barge commençait à s'enfoncer par l'avant. Le matelot lui a confirmé, à ce moment là, que le plat-bord avant de l'EOLE était recouvert par 10 cm d'eau. Il a réduit au maximum la puissance du moteur de son bateau tandis que son matelot réglait le moteur de la barge.

L'enfoncement du convoi devenant de plus en plus prononcé, il a ordonné au matelot de récupérer les gilets de sauvetage.

Il certifie avoir tenté de rejoindre la rive droite pour stationner. Le matelot est revenu avec les gilets de sauvetage qu'ils ont alors enfilés. Le conducteur confirme que le matelot est resté sur la barge et qu'il est, pour sa part, rentré dans la marquise de l'EOLE pour arrêter complètement le moteur. L'EOLE a sombré par l'avant au même moment. Les attaches du brélage d'accouplement ont cédé. Il s'est retrouvé sous l'eau.

Il explique ce naufrage par l'importance du batillage qui a provoqué des entrées d'eau par les orifices du puits aux chaînes et a entraîné, ensuite, l'ouverture de la petite claire-voie qui donne sur le logement du matelot et sur le local technique où se trouve le groupe électrogène. Pour lui, ce sont ces compartiments qui se sont d'abord remplis d'eau.

Il précise que l'eau a pu également s'infiltrer sous les portes latérales donnant accès au logement du matelot.

Il souligne, en outre, que l'eau a pu pénétrer sur les veules par les écubiers¹⁶.

Le conducteur déclare n'avoir rien heurté qui aurait pu provoquer une voie d'eau.

Il pense que l'EOLE est autorisé à transporter jusqu'à 367 tonnes de marchandises ainsi que l'indique son certificat de jaugeage.

Le conducteur indique que l'assiette de l'EOLE était négative, ce qui en améliorait la manœuvrabilité.

Il assure, enfin, qu'il avait sollicité la délivrance d'un titre de navigation pour la barge CHLOEFI, mais qu'il ne l'avait pas encore reçu au moment de l'accident.

3.7 L'examen de l'épave de l'EOLE

3.7.1 Les constatations effectuées en plongée

Le 4 août 2010, une investigation subaquatique a été réalisée par des plongeurs de la brigade fluviale de Paris sur l'épave de l'EOLE. La visibilité était inférieure à 0,50 m.

La péniche se trouvait posée sur le fond de façon uniforme, cap à l'aval, l'avant se trouvant légèrement orienté vers la rive droite. La timonerie était fortement endommagée, ses portes arrachées et ses vitres cassées.

La coque était parsemée de nombreuses traces de frottement, mais aucune voie d'eau n'a été observée.

Les plongeurs ont constaté que les portes d'accès au local technique avant n'étaient pas verrouillées. Ils ont remarqué qu'il en était de même de l'ouverture de la claire-voie située

¹⁶ Il s'agit de trous tubulaires ménagés dans la coque au niveau de l'étrave, à l'avant et à l'arrière, dans lesquels passent la chaîne d'ancre.

à l'avant du bateau concerné. Elle n'était, de plus, pas protégée par une plaque métallique.

3.7.2 Les constatations effectuées sur l'EOLE après son renflouement

L'examen détaillé de l'EOLE auquel il a été procédé après son renflouement, a montré que ses locaux avant et arrière ainsi que sa timonerie étaient fortement endommagés. Il a également fait ressortir que sa coque présentait de nombreuses traces de frottement et d'usure.

En revanche, aucune voie d'eau importante n'a été détectée permettant d'imputer le naufrage à une brèche apparue sous la flottaison.

Des fissures laissant suinter de l'eau qui avait rempli le puits aux chaînes, ont été observées sur l'étrave, à l'extrême tribord avant, ainsi que le montrent les deux photographies ci-dessous.



Figure 9 : À sec, une fuite était visible au niveau du puits aux chaînes de l'EOLE en dessous de son plan de flottaison chargé

Cet examen a, par ailleurs, confirmé que sur les veules avant, les portes latérales d'accès aux locaux n'étaient pas pourvues de fermeture étanche et que la hauteur de leur surbau était très faible, de l'ordre de 5 centimètres.



Vue depuis l'extérieur



Vue depuis l'intérieur

Figure 10 : Vue des portes latérales d'accès aux locaux avant de l'EOLE

En outre, des fissures et des déchirures ont été constatées dans la cloison séparant la cale des compartiments avant. La figure 11 ci-après les visualisent.



Figure 11 : Les fissures et déchirures constatées dans la cloison séparant les locaux techniques de la cale de l'EOLE

3.8 L'examen de la barge CHLOEFI effectué après l'accident

Après le naufrage de l'EOLE, la stabilité de la barge CHLOEFI inquiétait. Par mesure de sécurité, elle a été partiellement déchargée sur l'avant.

De l'eau a pu alors être observée dans le fond de sa cale.

La présence d'eau a également été constatée dans les compartiments avant de cette barge.

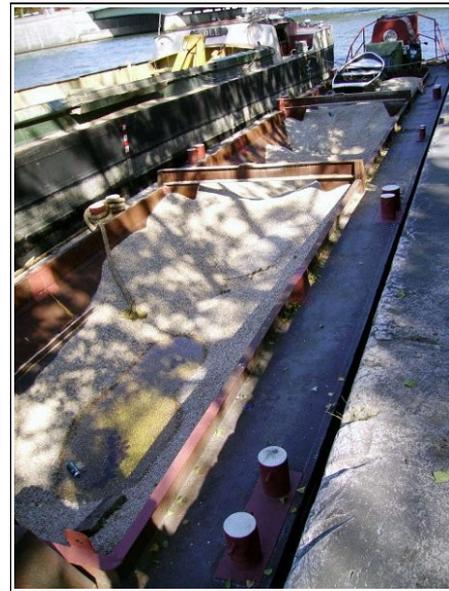


Figure 12 : La présence d'eau dans la cale du CHLOEFI



Figure 13 : La présence d'eau dans le peak avant du CHLOEFI

3.9 L'expertise de conformité de l'EOLE réalisée après les réparations

Après le naufrage, l'EOLE a fait l'objet de réparations. Il a, de plus, été rebaptisé le SQUALO et vendu à un nouveau propriétaire.

Dans le cadre de la demande d'attribution d'un nouveau certificat communautaire, cette péniche a été examinée par un expert qui a conclu qu'elle « *n'a subi aucune modification ou réparation depuis sa dernière visite relative au renouvellement de son titre de navigation, remettant en cause sa solidité, sa stabilité ou sa manœuvrabilité.* »

3.10 L'analyse de la stabilité longitudinale de l'EOLE

Le BEA-TT a procédé à une évaluation de l'enfoncement et du franc-bord présentés par l'EOLE chargé de 335 tonnes de graviers ainsi que de l'impact sur sa stabilité de l'envahissement par de l'eau de tout ou partie de ses locaux avant. Cette analyse, dont les conclusions sont détaillées dans l'annexe 4 au présent rapport, a été réalisée à partir des données figurant dans le certificat de jaugeage de cette péniche, daté du 22 avril 1996. Certaines simplifications ont été opérées, tout en conservant une précision suffisante pour apprécier la situation.

Il en ressort que :

- lorsqu'il est chargé de 335 tonnes, l'EOLE présente un tirant d'eau avoisinant 2,297 mètres et dégage un franc-bord égal à 0,273 mètre. Ces estimations ne prennent cependant pas en compte les approvisionnements, le combustible et autres matériels qui devaient être présents à bord de cette péniche au moment de l'accident. Elles ne tiennent, non plus, pas compte d'un éventuel alourdissement de ce bateau depuis 1996, date de son certificat de jaugeage. Il est donc probable que lors du voyage qu'il effectuait les 2 et 3 août 2010, l'EOLE présentait un franc-bord inférieur de quelques centimètres au 0,273 mètre calculé ;
- l'embarquement d'une tonne d'eau sur l'avant entraîne un enfoncement supplémentaire de cette péniche de 0,5 cm au milieu de sa coque et de 2 cm sur l'avant ;
- l'envahissement de ses locaux avant provoque les enfoncements supplémentaires détaillés dans le tableau ci-après.

Locaux envahis	Volume en m ³	Enfoncement supplémentaire en cm	
		Au milieu de la coque	À l'avant
Puits aux chaînes	6 m ³	3,2 cm	12,1 cm
Ensemble des locaux avant	37 m ³	20 cm	75 cm

Au moment du naufrage, les cales de l'EOLE n'étaient pas fermées. Ainsi qu'il l'a été indiqué dans le chapitre 2.2.2 de ce rapport, compte tenu du batillage important pouvant être rencontré sur la Seine dans la traversée de Paris, le règlement particulier de police de la navigation sur ce bief alors en vigueur, c'est-à-dire avant que la Seine ne soit classée en zone 3, imposait aux bateaux de marchandises y circulant de dégager un franc-bord minimum de 0,30 mètre en chargement en comble. Avec un franc-bord inférieur à 0,27 mètre, l'EOLE était donc un peu trop chargé au regard des conditions de navigation dans la traversée de Paris. Cette situation était, de plus, aggravée par une assiette négative alors qu'un vent significatif soufflant de face rabattait les vagues sur cette péniche.

Par ailleurs, l'envahissement du seul puits aux chaînes n'apparaît pas de nature à affecter la stabilité de l'EOLE dont le plat-bord demeure totalement hors de l'eau lorsqu'il en est ainsi. Un tel envahissement accentue, toutefois, son assiette négative favorisant l'embarquement et l'accumulation d'eau sur ses veules avant.

Lorsque l'intégralité des locaux avant est envahie, ces veules disparaissent entièrement sous la surface de flottaison. Cette position n'est pas stable dès lors que l'eau peut pénétrer dans les cales.

3.11 L'analyse des conditions de chargement de la barge CHLOEFI

Ainsi qu'en témoigne la figure 14 ci-dessous, les marques fixant le plus grand enfoncement que la barge CHLOEFI peut a priori atteindre en toute sécurité, dégagent un franc-bord d'environ 0,10 mètre ainsi qu'une distance de sécurité de 0,30 mètre par rapport au sommet de l'hiloire¹⁷ de sa cale.

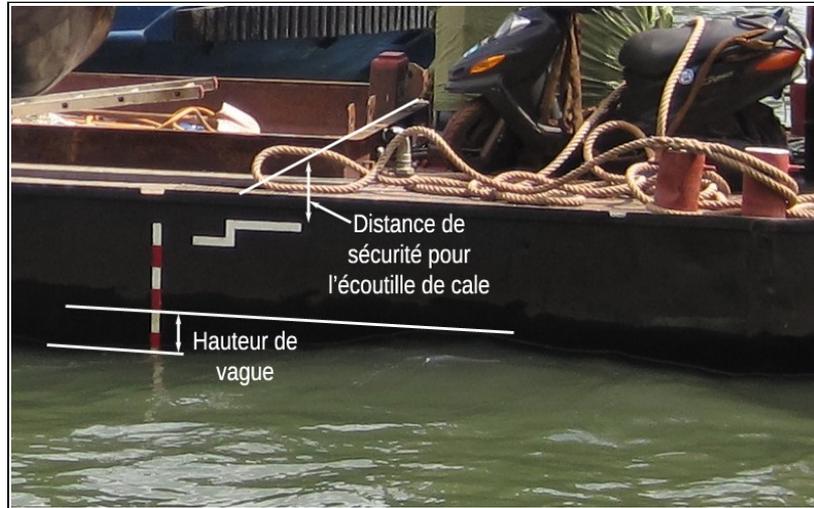


Figure 14 : Vue de la barge CHLOEFI partiellement déchargée consécutivement à l'accident

Par ailleurs, il ressort des inscriptions figurant sur la coque de cette barge que la charge maximale qu'elle est autorisée à transporter est limitée à 130 tonnes. Il s'agit certainement de son port en lourd, c'est-à-dire du poids maximal qu'elle peut embarquer sans que son tirant d'eau excède son plus grand enfoncement admissible.

De plus, sa surface de flottaison se présente pratiquement comme un rectangle de 30 mètres de long pour 4,70 mètres de large. Il en résulte qu'un enfoncement sous l'eau du CHLOEFI d'un centimètre de profondeur correspond à une charge de 1,41 tonne.

Les 2 et 3 août 2010, lors du voyage qu'elle effectuait à couple avec l'EOLE, la barge CHLOEFI acheminait 115 tonnes de graviers, soit une cargaison d'un poids inférieur de 15 tonnes à la charge maximale indiquée sur sa coque.

Ainsi, lors de ce voyage, son plan de flottaison devait approximativement se trouver 11 centimètres en dessous de sa marque de plus grand enfoncement, dégagant un franc-bord de 0,21 mètre et une distance de sécurité de l'ordre de 0,41 mètre.

Ce franc-bord était donc, a priori, inférieur à celui requis par le règlement particulier de police de la navigation sur la rivière Seine à Paris pour les bateaux de marchandises empruntant ce bief cales ouvertes.

En outre, la distance de sécurité précitée ne respectait pas les prescriptions techniques imposées en la matière tant par l'arrêté du 17 mars 1988 que par celui du 30 novembre 2008. Ces deux textes exigent, en effet, que les bateaux de marchandises naviguant avec des cales non couvertes présentent une distance de sécurité minimale de 0,50 mètre.

17 L'hiloire de cale ou le denbord est la bordure verticale entourant l'écouille de cale afin de la protéger des entrées d'eau.

Ces estimations qui ont été établies à partir des seules informations figurant sur la coque du CHLOEFI faute de documents de bord pertinents, doivent toutefois être considérées avec une certaine précaution.

Nonobstant, tout comme l'EOLE, la barge CHLOEFI devait certainement être un peu trop chargée au regard des règles de sécurité.

Tout laisse également à penser que cette barge présentait une assiette négative, comme l'EOLE. Cette assiette n'a pas été contrôlée immédiatement après l'accident analysé dans le présent rapport. Toutefois, ainsi que le montre la figure 15 ci-après, sa position longitudinale était quasiment horizontale après qu'elle a été partiellement et uniquement déchargée dans sa partie avant, permettant de supposer que lors du voyage des 2 et 3 août 2010, cette position marquait un enfoncement sur l'avant.



Figure 15 : L'assiette présentée par la barge CHLOEFI après son déchargement partiel

3.12 Cas similaire

Le 7 décembre 2011 à La-Frette-sur-Seine dans le Val-d'Oise, le COLUCHE, une péniche de type Freycinet qui transportait 330 tonnes de phosphate pour un port en lourd maximum en zone 3 de 352 tonnes, a coulé sans raison évidente.

L'assiette de ce bateau était probablement négative. Sa remise à flot a montré qu'il n'y avait pas de voie d'eau dans ses compartiments avant. Il semble que de l'eau se soit infiltrée dans un double fond et ait augmenté ainsi le poids de la péniche concernée de quelques tonnes, suffisantes pour immerger ses marques d'enfoncement à l'avant et déclencher le processus d'envahissement.

L'eau a ensuite envahi ses locaux avant de grand volume par les ouvertures situées au-dessus des veules, provoquant une forte variation d'assiette. L'eau a enfin pénétré dans la cale par-dessus son hiloire.

4 Le déroulement de l'accident et des secours

4.1 Le voyage et le déroulement de l'accident

4.1.1 Le chargement et l'approche de Paris

Le convoi, constitué de la péniche EOLE et de la barge CHLOEFI, doit transporter 450 tonnes de graviers de Vimpelles en Seine-et-Marne à Gennevilliers dans les Hauts-de-Seine. Cette cargaison est chargée dans la matinée du 2 août 2010 aux sablières de Brevannes. Le conducteur, estimant pouvoir embarquer jusqu'à 367 tonnes de marchandises sur l'EOLE ainsi que son certificat de jaugeage semble l'indiquer, décide de charger 335 tonnes à bord de ce bateau et 115 tonnes à bord du CHLOEFI.

Il choisit également de donner une assiette négative à ces deux bâtiments afin d'améliorer la manœuvrabilité de l'ensemble. Cette pratique est courante.

Le convoi quitte le poste de chargement le 2 août 2010 vers midi et se dirige vers l'écluse de Marolles, d'où il sort à 13h52.

Le voyage de Vimpelles à Gennevilliers comporte le franchissement de 10 écluses. Les cahiers des éclusiers permettent de retracer le déplacement du convoi considéré entre Vimpelles et le lieu du naufrage.

Dans l'après-midi du 2 août 2010, il franchit les écluses de Varennes-sur-Seine, Champagne-sur-Seine et la Cave avant de s'arrêter pour la nuit. Le lendemain matin, il traverse les écluses des Vives-Eaux, de Coudray, d'Evry, d'Ablon et, enfin, celle de Port-à-l'Anglais qu'il quitte vers 15h50.

Le conducteur fait procéder régulièrement par son matelot à des visites des veules et des compartiments avant jusqu'à l'écluse de Port-à-l'Anglais. Aucune entrée d'eau n'est observée.

Sur ce parcours, le convoi a avancé à une vitesse moyenne de 8 km/h, inférieure aux 18 km/h autorisés.

4.1.2 Le convoi arrive sur Paris

Le convoi quitte l'écluse de Port-à-l'Anglais le 3 août à 15h50. Un alternat régit la navigation à Paris dans le Grand bras, entre le pont Sully et le pont au change. Il y limite la navigation des bateaux avalants à un quart d'heure par heure, très précisément entre l'heure pleine + 35 minutes et l'heure pleine + 50 minutes. Le conducteur du convoi constitué par l'EOLE et le CHLOEFI souhaite pouvoir franchir le Grand bras entre 16h35 et 16h50. Il lui faut pour cela parcourir les 9 kilomètres séparant l'écluse de Port-à-l'Anglais du pont au change en moins d'une heure. Il augmente la vitesse de son convoi.

4.1.3 L'eau entre et s'accumule sur les veules avant de l'EOLE

Le 3 août 2010, le trafic sur la Seine dans la traversée de Paris est élevé. Il crée un batillage important.

De plus, un vent d'ouest soufflant en rafales dont la vitesse peut atteindre 26 km/h, rabat les embruns sur les veules avant de l'EOLE.

Cette péniche ainsi que la barge CHLOEFI qui lui est amarrée à bâbord, sont, toutes les deux, un peu trop chargées au regard des règles de navigation applicables sur le bief de Paris.

Elles présentent également, toutes les deux, une assiette négative. Celle de l'EOLE a pu être accentuée au cours du voyage tant par des infiltrations d'eau dans son puits aux chaînes à travers des fissures détectées sur sa coque que par la consommation du carburant contenu dans des soutes situées à l'arrière.

La barge CHLOEFI à couple contribue à l'enfoncement de l'EOLE sur l'avant. Elle entraîne, en outre, une gîte de cette péniche sur bâbord.

L'allure du convoi a été augmentée pour lui permettre de franchir l'alternat du Grand bras avant 16h50.

Sous l'effet de ces différents facteurs, l'eau pénètre sur les veules avant de l'EOLE par-dessus les pavois¹⁸. Il est également possible qu'elle entre par les écubiers dont les protections n'ont peut-être pas résisté à la pression résultant du batillage, du clapot dû au vent et de la vitesse du bateau concerné.

Aucun dispositif ne permet d'évacuer cette eau qui s'accumule sur les veules avant, plutôt du côté bâbord compte tenu de la gîte provoquée par la barge CHLOEFI.

Le poids de l'eau embarquée augmente l'inclinaison de l'EOLE sur l'avant et dégrade un peu plus sa stabilité longitudinale. Chaque nouvelle tonne d'eau immerge l'avant de l'EOLE de deux centimètres supplémentaires.

4.1.4 L'eau entre et envahit les compartiments avant de l'EOLE

En absence d'ouverture dans les locaux avant, l'accumulation d'eau sur les veules est désagréable, mais n'est pas particulièrement dangereuse.

Malheureusement, les portes latérales d'accès aux locaux avant de l'EOLE ne sont pas pourvues de fermetures étanches. Elles sont munies d'un surbau dont l'objet est d'empêcher l'eau balayant le pont de pénétrer dans les parties inférieures, mais dont la hauteur est très faible, de l'ordre de 5 cm.

Ces portes sont, de plus, situées à bâbord, c'est-à-dire du côté où l'EOLE gîte.

L'eau s'accumule sur le pont. Elle passe par ces portes et commence à envahir les parties inférieures que constituent le local technique et le poite.

L'eau peut également pénétrer dans le puits aux chaînes par les orifices de descente des chaînes.

L'assiette négative de l'EOLE continue d'augmenter au fur et à mesure de cet envahissement.

L'eau atteint le haut de l'hiloire de la claire-voie. Celle-ci n'est pas fermée. L'envahissement des locaux avant s'accélère brusquement lorsque l'eau commence à entrer par cette ouverture.

18 Le pavois est le prolongement du bordé au-dessus du pont destiné, notamment, à éviter les remontées d'eau.

Les locaux avant de l'EOLE sont rapidement noyés. Leur envahissement entraîne un enfoncement supplémentaire de l'avant du bateau d'approximativement 75 cm. Les veules sont alors complètement immergées sous le plan de flottaison.

4.1.5 L'eau entre dans la cale de l'EOLE

Les cloisons séparant les locaux avant de l'EOLE et sa cale présentent des fissures. Quand ces locaux se remplissent, l'eau s'infiltré dans la cale. L'enfoncement de l'avant du bateau s'en trouve augmenté.

La vitesse du bateau, dont les veules avant sont immergées, le pousse à enfourner.

4.1.6 Le bateau coule par envahissement de la cale

Le batillage important peut maintenant franchir l'hiloire de la cale. Le naufrage rapide de l'EOLE ne peut plus être évité. Il coule.

4.2 Les secours

Le matelot est à bord du CHLOEFI au moment du naufrage. Les cordes de brélage cèdent. La barge CHLOEFI se trouve libérée. Elle se maintient à flot et le matelot en contrôle la propulsion et la gouverne.

Le conducteur, resté dans la timonerie de l'EOLE, est entraîné dans l'eau avec ce bateau. Il est équipé d'un gilet de sauvetage. Il réussit à sortir de la timonerie dont les parties vitrées ont cédé sous la pression de l'eau. Il est recueilli par un bateau à passagers de la compagnie des BATEAUX PARISIENS, puis pris en charge par la vedette HELIOS de la brigade fluviale.

La barge CHLOEFI est amarrée en toute sécurité, à couple du bâtiment « MAKAI », en rive droite au niveau du quai Debilly.

Il n'y a pas de victimes.

4.3 Les conséquences sur la navigation

Le bateau EOLE se trouve dans l'axe de la Seine, créant un danger pour la navigation. Celle-ci est totalement interrompue jusqu'à 21 heures, ce 3 août 2010. Un avis à la batellerie la limite ensuite aux bateaux de moins de 80 mètres sous réserve, pour ceux dont la longueur est supérieure à 50 mètres, d'être équipés d'un propulseur d'étrave.

4.4 Les opérations de renflouement

Les opérations de déchargement d'une partie de la cargaison de l'EOLE commencent le 4 août 2010. Elles se poursuivront jusqu'au lendemain, 15 heures.



Figure 16 : Le balisage de l'épave de l'EOLE



Figure 17 : Le déchargement de l'EOLE

Le 5 août, des plongeurs professionnels interviennent sur l'épave de cette péniche. Sa partie avant est étanchée, puis vidée. Cette opération ne suffit cependant pas à la renflouer.

Un dock flottant est donc présenté, ballasts pleins, devant la partie avant de l'EOLE à laquelle il est arrimé. Il est ensuite déballasté. L'avant de l'EOLE décolle du fond de la Seine.

Parallèlement, un bateau lesté de graviers est arrimé à la partie arrière de l'EOLE. Le gravier y est déplacé pour alléger l'extrémité de ce bateau solidaire de l'EOLE. L'arrière de cette péniche décolle alors du fond de la Seine.



Figure 18 : La vidange des locaux avant de l'EOLE, puis la traction vers le dock flottant



Le 6 août au soir, l'épave est approchée à quelques mètres du quai Debilly. La circulation sur la Seine est dès lors totalement rétablie.

Il faudra encore deux jours, les 9 et 10 août 2010, pour remettre à flot l'EOLE à l'aide du dock flottant susvisé.

5 Analyse des causes et facteurs associés, orientations préventives

5.1 Le schéma des causes et des facteurs associés

Les investigations conduites permettent d'établir le schéma ci-après qui synthétise le déroulement de l'accident et en identifie les causes et les facteurs associés.

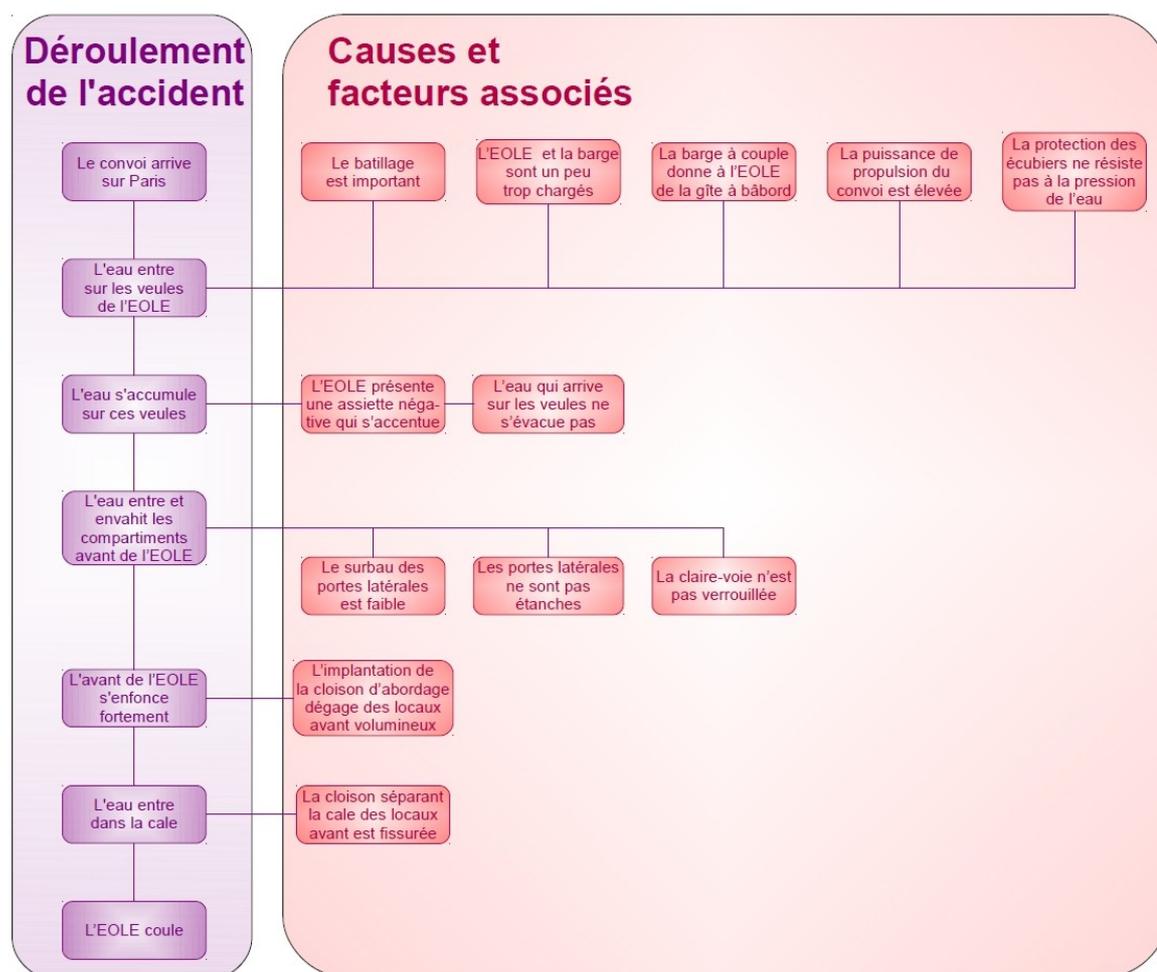


Figure 19 : Schéma des causes et des facteurs associés

Cette analyse conduit à rechercher des orientations préventives dans les deux domaines suivants :

- la maîtrise des chargements et le respect des franc-bords et des distances de sécurité ;
- les conditions d'application aux bateaux de marchandises anciens des prescriptions techniques relatives au positionnement des cloisons d'abordage.

5.2 La maîtrise des chargements et le respect des francs-bords et des distances de sécurité

Avec une cargaison constituée de 335 tonnes de graviers, l'EOLE était un peu trop chargé au regard des conditions de navigation pouvant être rencontrées sur la Seine dans la traversée de Paris.

De plus, afin d'en améliorer la manœuvrabilité, son conducteur lui avait donné une assiette négative que la barge qu'il tractait, à couple, accentuait. Cette barge engendrait, de surcroît, une gîte de l'EOLE sur bâbord.

Il a suffi d'un batillage important et d'un vent fort qui, sans être exceptionnel, soufflait de face en rafales, pour que l'eau pénètre et s'accumule sur les veules de la péniche considérée. Cette situation s'amplifiait à chaque nouvelle vague significative.

Ce naufrage montre donc toute l'importance que revêt, pour la sécurité des bateaux fluviaux de marchandises, le respect par les bateliers des francs-bords et des distances de sécurité devant être dégagés en fonction des zones de navigation empruntées et du type de transport, cales ouvertes ou cales fermées, effectué.

À cet égard, les marques d'enfoncement portées sur les coques des bateaux constituent des dispositifs directs, clairs et simples permettant de s'en assurer.

Ces marques étant, en outre, positionnées, sur chacun des côtés de la coque, au moins à deux emplacements différents, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière, permettent également de contrôler l'assiette du bateau concerné.

Par ailleurs, en abrogeant les contraintes d'enfoncement spécifiques que les règlements particuliers de police de certains cours d'eau pouvaient imposer, l'arrêté du 16 décembre 2010 qui a modifié le classement, par zones de navigation, des eaux intérieures, a redonné aux marques d'enfoncement susvisées toute leur valeur opérationnelle.

Enfin, il convient de noter que la réglementation maintenant en vigueur exige que lorsque les marques d'enfoncement portées sur la coque d'un bateau de marchandises ont été déterminées en considérant que ses cales étaient fermées par des dispositifs étanches aux embruns et aux intempéries, son certificat communautaire mentionne explicitement l'enfoncement maximal qu'il ne doit pas dépasser lorsqu'il navigue avec les écoutes de ses cales totalement ou partiellement ouvertes.

À la lumière de ces éléments, le BEA-TT adresse à la direction générale des infrastructures, des transports et de la mer (DGITM) la recommandation suivante :

Recommandation R1 (Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer) :

Inviter les préfets compétents à renforcer, lors des visites périodiques des bateaux de marchandises effectuées par une commission de visite, le contrôle de l'existence et de la conformité des marques d'enfoncement devant être portées sur leur coque de manière visible et indélébile.

De plus, le BEA-TT appelle l'attention des bateliers sur l'importance pour la sécurité des bateaux du respect des limites autorisées d'enfoncement, y compris de celles éventuellement portées sur le certificat communautaire concerné, ainsi que sur les dangers que peut présenter une assiette excessive.

5.3 Le positionnement des cloisons d'abordage dans les bateaux de marchandises anciens

La cloison d'abordage de l'EOLE se trouve, sur une partie de sa hauteur, à quelque 4,50 mètres de l'avant de sa coque.

Ce bateau présente donc des locaux avant conséquents dont le volume s'élève à 37 m³, en y incluant le puits aux chaînes. L'analyse détaillée dans l'annexe 4 au présent rapport montre que l'envahissement de ces locaux par de l'eau peut affecter sa stabilité.

De fait, le positionnement de cette cloison d'abordage ne respecte pas les prescriptions techniques nominales réglementairement applicables en la matière. En effet, sur la base de ces prescriptions, la cloison d'abordage d'un bateau qui, comme l'EOLE, présente une longueur de flottaison égale à 38,72 mètres, doit normalement être implantée entre 1,55 mètre et 3,55 mètres de sa proue.

Nonobstant, les textes concernés prévoient pour les bateaux anciens, tel que l'EOLE, la possibilité de déroger aux dispositions susvisées sous réserve que des mesures compensatoires appropriées permettent d'assurer la sécurité du bateau intéressé et de son équipage.

Dans le cas présent, aucune mesure de cette nature n'avait été proposée par l'expert qui avait procédé à la visite de l'EOLE préalablement à la délivrance du certificat communautaire en cours de validité qu'il détenait au moment de son naufrage, ni imposée par le service qui avait délivré ce certificat.

Le BEA-TT formule donc la recommandation ci-après, adressée à la direction générale des infrastructures, des transports et de la mer.

Recommandation R2 (Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer) :

Veiller à la stricte application, par les services instructeurs des demandes de titre de navigation, des conditions réglementaires de dérogation aux prescriptions techniques relatives à l'implantation des cloisons d'abordage sur les bateaux de marchandises anciens. Dans ce cadre, leur demander de vérifier qu'en cas de dérogation, des mesures compensatoires appropriées permettent d'assurer la sécurité du bateau concerné et de son équipage.

6 Conclusions et recommandations

6.1 Les causes de l'accident

La cause directe du naufrage est l'envahissement des compartiments situés sur l'avant de la cloison d'abordage de l'EOLE par de l'eau qui y a pénétré par des ouvertures, insuffisamment protégées, se trouvant sur les veules.

Deux facteurs ont joué un rôle déterminant dans cet accident :

- le chargement un peu trop élevé et l'assiette négative de la péniche concernée qui, sous l'effet d'un batillage important et d'un vent significatif soufflant de face, ont permis l'embarquement et l'accumulation d'eau sur les veules, situation qui s'amplifiait au fur et à mesure que l'eau y pénétrait et que la navigation à couple de la barge CHLOEFI accentuait ;
- l'implantation de la cloison d'abordage de la péniche qui dégagait des locaux avant volumineux, dérogeant ainsi aux prescriptions techniques applicables, sans que des mesures compensatoires appropriées permettant d'assurer la sécurité du bateau et de son équipage aient été définies comme l'exige la réglementation en vigueur.

6.2 Les recommandations

Au vu de ces éléments, le BEA-TT formule les deux recommandations suivantes :

Recommandation R1 (Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer) :

Inviter les préfets compétents à renforcer, lors des visites périodiques des bateaux de marchandises effectuées par une commission de visite, le contrôle de l'existence et de la conformité des marques d'enfoncement devant être portées sur leur coque de manière visible et indélébile.

Recommandation R2 (Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer) :

Veiller à la stricte application, par les services instructeurs des demandes de titre de navigation, des conditions réglementaires de dérogation aux prescriptions techniques relatives à l'implantation des cloisons d'abordage sur les bateaux de marchandises anciens. Dans ce cadre, leur demander de vérifier qu'en cas de dérogation, des mesures compensatoires appropriées permettent d'assurer la sécurité du bateau concerné et de son équipage.

Par ailleurs, le BEA-TT appelle l'attention des bateliers sur l'importance pour la sécurité des bateaux du respect des limites autorisées d'enfoncement, y compris de celles éventuellement portées sur le certificat communautaire concerné, ainsi que sur les dangers que peut présenter une assiette excessive.

ANNEXES

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête.

Annexe 2 : Schémas de l'avant de l'EOLE.

Annexe 3 : Photographies des locaux avant de l'EOLE.

annexe 4 : Analyse de la stabilité longitudinale de l'EOLE.

Annexe 1 : Décision d'ouverture d'enquête



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE,
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER
en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat

Bureau d'enquêtes sur les accidents
de transport terrestre
Le Directeur

La Défense, le 9 août 2010

BEA-TT2010-014

DECISION

Le directeur du bureau d'enquêtes sur les accidents de transport terrestre ;

Vu la loi n° 2002-3 du 3 janvier 2002 modifiée relative à la sécurité des infrastructures et systèmes de transport et notamment son titre III sur les enquêtes techniques ;

Vu le décret n° 2004-85 du 26 janvier 2004 modifié relatif aux enquêtes techniques après accident ou incident de transport terrestre ;

Vu la décision du 5 mars 2009 portant délégation de signature au secrétaire général du BEA-TT ;

Vu les circonstances du naufrage d'une péniche transportant du gravier survenu le 3 août 2010 sur la Seine au niveau du pont d'Inéa à Paris (75), et l'accord du ministre chargé des transports ;

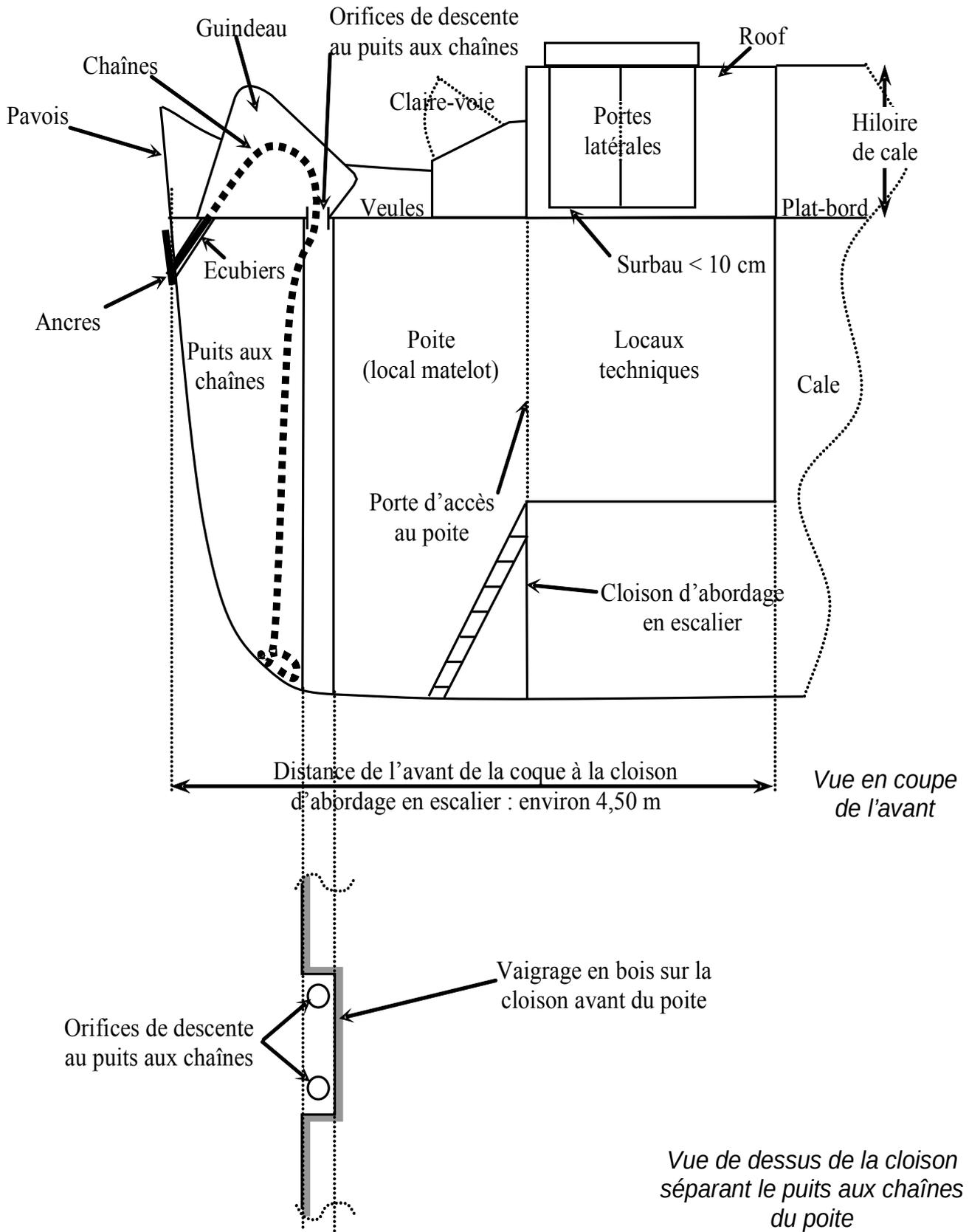
DECIDE

Article 1 : Une enquête technique, effectuée dans le cadre du titre III de la loi n° 2002-3 du 3 janvier 2002 susvisée, est ouverte concernant le naufrage d'une péniche transportant du gravier survenu le 3 août 2010 sur la Seine au niveau du pont d'Inéa à Paris (75).

Pour le directeur empêché et par délégation
Le secrétaire général

René BARLET

Annexe 2 : Schémas de l'avant de l'EOLE



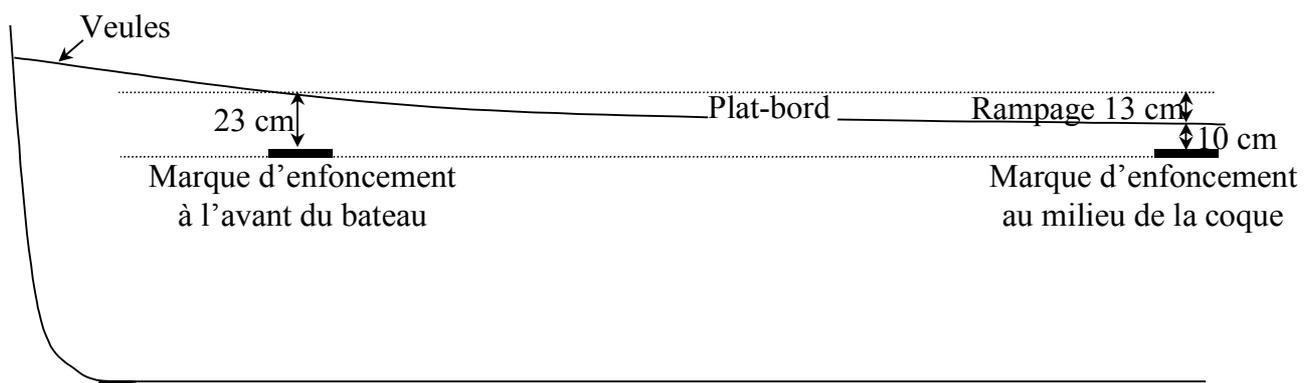
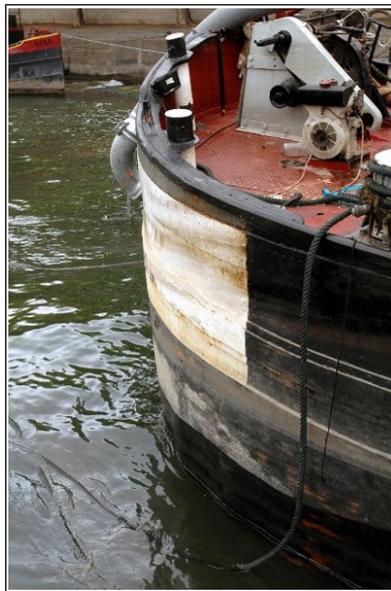


Schéma longitudinal

Annexe 3 : Photographies des locaux avant de l'EOLE



Vue des veules, du roof et du guindeau



**Les veules : il n'y a pas d'évacuation de l'eau.
Celle-ci reste bloquée derrière le pavois en cas d'assiette très négative**

Annexe 4 : Analyse de la stabilité longitudinale de l'EOLE

L'objet de la présente note est d'évaluer le franc-bord dégagé par l'EOLE lorsqu'il emporte une cargaison de 335 tonnes et d'analyser, dans ces mêmes conditions, l'impact sur sa stabilité de l'envahissement de ses locaux avant par de l'eau.

Cette analyse s'appuie sur les données figurant dans le certificat de jaugeage délivré pour cette péniche le 22 avril 1996.

Dans la suite de cette note, il sera fait usage des symboles suivants :

a	distance verticale entre le centre de carène et le centre de gravité, mesurée en mètres
B	centre de carène
G	centre de gravité
L	longueur de la surface de flottaison, mesurée en mètres
l	largeur de la surface de flottaison, mesurée en mètres
MTC	moment, mesuré en mètres x tonnes par centimètre (MTC), nécessaire pour faire varier la différence de tirant d'eau d'un centimètre entre l'avant et l'arrière du bateau
R	rayon métacentrique longitudinal, mesuré en mètres
S	aire de la surface de flottaison, mesurée en m ²
TPC	poids, mesuré en tonnes par centimètre (TPC), nécessaire pour enfoncer le bateau d'un centimètre
T	enfoncement ou tirant d'eau, mesuré en mètres
Z_B	cote verticale du centre de carène, mesurée en mètres
Z_G	cote verticale du centre de gravité, mesurée en mètres
ϖ	poids volumique de l'eau, mesuré en t/m ³

1 - Évaluation de l'enfoncement et du franc-bord de l'EOLE chargé de 335 tonnes

Le certificat de jaugeage de l'EOLE établi le 22 avril 1996 détaille dans sa rubrique 33 le déplacement d'eau que provoque l'immersion de ce bateau en fonction de son enfoncement moyen relevé au milieu de sa coque.

Le tableau ci-contre reproduit un extrait de cette rubrique dans laquelle le déplacement d'eau est mesuré en m³ et l'enfoncement du bateau en mètres. Par convention, l'origine des déplacements correspond sur cette échelle à un enfoncement de 0,45 m

Par ailleurs, le certificat de jaugeage précité fait état d'un port en lourd de l'EOLE s'élevant à 367,334 tonnes pour un enfoncement de 2,47 m dégageant un franc-bord de 0,10 m.

La masse volumique de l'eau étant prise égale à 1 t/m³, le déplacement de l'EOLE vide de toute cargaison correspond sur l'échelle précitée à la valeur 373,603 - 367,334, soit 6,269. Pour cette valeur, la péniche considérée est enfoncée de 0,485 m.

Chargée de 335 tonnes de graviers, son déplacement évalué sur cette même échelle se situe à la valeur de 6,269 + 335, soit 341,269, à laquelle correspond un enfoncement au milieu de la coque de 2,297 m.

Comme la marque de franc-bord, située 0,10 m sous le plat-bord, correspond à un enfoncement de l'EOLE de 2,47 m, lorsque cette péniche est chargée de 335 tonnes de graviers, elle présente au milieu de sa coque un franc-bord égal à 0,10 + (2,47 - 2,297), soit 0,273 m.

Cette valeur est légèrement inférieure au franc-bord minimum, fixé à 0,30 m, que le règlement particulier de police de la navigation sur la Seine à Paris imposait, au moment où l'accident est survenu, à tout bateau de marchandises y circulant avec un chargement en comble.

Il convient, en outre, de souligner que l'évaluation effectuée ne prend pas en compte les approvisionnements, le combustible et autres matériels présents à bord de l'EOLE au moment de l'accident. Elle ne tient pas compte non plus d'un éventuel alourdissement des équipements de ce bateau depuis 1996, date de son dernier jaugeage. Il est donc probable que lors du voyage qu'il effectuait les 2 et 3 août 2010, le franc-bord que présentait l'EOLE était plus petit de quelques centimètres que celui déterminé par le présent calcul.

Enfoncement moyen relevé aux échelles	Déplacement correspondant
0,45	0,000
0,46	1,791
0,47	3,582
0,48	5,373
0,485	6,269
0,49	7,164
...	...
2,29	339,925
2,297	341,269
2,30	341,796
2,31	343,667
...	...
2,44	367,990
2,45	369,861
2,46	371,732
2,47	373,603
Extrait de la rubrique 33 du certificat de jaugeage de l'EOLE	

+ 335 m³

2 - Détermination du *TPC* et du *MTC* de l'EOLE chargé de 335 tonnes

2.1 - Calcul du chargement nécessaire pour enfoncer le bateau d'un centimètre

Le chargement nécessaire pour enfoncer le bateau d'un centimètre (*TPC*) varie en fonction du niveau d'enfoncement dans lequel il se trouve déjà.

Il s'obtient simplement à partir des éléments figurant dans la rubrique 33 de son certificat de jaugeage.

Ainsi, lorsque l'EOLE flotte avec un tirant d'eau de 0,48 m, pour l'enfoncer d'un centimètre supplémentaire, il suffit d'y embarquer une charge de 7,164 - 5,373, soit 1,791 tonnes, en considérant que la masse volumique de l'eau s'élève à 1 t/m³.

De même, lorsque cette péniche présente un tirant d'eau de 2,29 m, il est nécessaire pour l'enfoncer d'un nouveau centimètre d'augmenter son chargement de 341,796 - 339,925, soit 1,871 tonnes.

2.2 - Évaluation du poids total de l'EOLE transportant une cargaison pesant 335 tonnes

Pour connaître le poids total de l'EOLE chargé de 335 tonnes de graviers, il convient d'évaluer son poids à vide.

Lorsqu'aucune cargaison de toute nature n'y est embarquée, l'EOLE présente un enfoncement moyen de 0,485 m.

De plus, à ce niveau de flottaison, son *TPC*, c'est-à-dire le chargement nécessaire pour l'enfoncer d'un centimètre supplémentaire est de 1,791 t/cm.

Une valeur approchée du poids à vide de l'EOLE s'obtient en considérant que la valeur de ce *TPC* est constante sur les 48,5 premiers centimètres de sa carène.

Ainsi, le poids à vide de cette péniche peut être estimé à approximativement 48,5 x 1,791, soit 86,9 tonnes, valeur qui peut être ramenée à 85 tonnes pour tenir compte de la forme du bas de la carène.

Le poids total de l'EOLE lors du voyage qu'il effectuait les 2 et 3 août 2010 approchait donc 85 + 335, soit 420 tonnes.

2.3 - Modélisation de la partie immergée de l'EOLE chargé de 335 tonnes

Lorsqu'il est chargé de 335 tonnes, l'EOLE présente un tirant d'eau de 2,297 m.

Par ailleurs, dans cette position, il est nécessaire d'accroître son chargement de 1,871 tonnes pour l'enfoncer d'un centimètre supplémentaire. Sa surface de flottaison a donc une aire égale à 1,871 divisé par 0,01 m soit 187,1 m², en considérant que la masse volumique de l'eau est 1 t/m³.

De plus, la largeur de cette péniche est de 5,05 m.

Il est donc possible d'en modéliser le volume immergé lorsqu'elle est chargée de 335 tonnes de graviers, par un parallélépipède rectangle dont :

- la hauteur est égale au tirant d'eau, soit 2,297 m ;

- la largeur l est celle de la péniche concernée, soit 5,05 m ;
- la longueur L s'élève à 187,1 m² divisé par 5,05 m, soit 37,05 m.

En représentant la partie immergée de l'EOLE par ce parallépipède, son poids total serait de 429,8 tonnes. Comparativement au poids estimé de cette péniche lorsqu'il y est embarqué 335 tonnes de graviers, l'erreur commise serait de 2 %. L'approximation qui serait ainsi faite, serait très faible par rapport à la précision recherchée dans la présente analyse.

2.4 - Calcul du moment nécessaire pour faire varier d'un centimètre la différence de tirant d'eau entre l'avant et l'arrière du bateau

Le moment nécessaire pour faire varier d'un centimètre la différence de tirant d'eau entre l'avant et l'arrière d'un bateau (MTC) est donnée par la formule suivante :

$$MTC = \frac{P(R - a)}{100 \times L}$$

dans laquelle :

- P est le poids du volume d'eau déplacé ;
- R est le rayon métacentrique longitudinal ;
- a est la différence entre la cote du centre de gravité du bateau chargé (Z_G) et la cote du centre de carène (Z_B) ;
- L est la longueur de la surface de flottaison.

Le rayon métacentrique R est, par ailleurs, égal à I_Δ / V où I_Δ est le moment quadratique de la surface de flottaison par rapport à un axe transversal passant par son centre de gravité et V est le volume immergé.

Pour un rectangle de longueur L et de largeur l , le moment quadratique par rapport à un axe passant par son centre et parallèle à son plus petit côté s'établit à $I_\Delta = \frac{l \times L^3}{12}$.

Dans le cas présent :

- $l = 5,05$ m
- $L = 37,05$ m
- $V = 420$ m³
- $P = 420$ tonnes
- Z_B est égal à la moitié du tirant d'eau, soit 1,15 m
- Z_G peut être estimé à 1,50 m

Il en résulte que $a = 0,35$ m, $I_\Delta = 21\,403$ m⁴ et $R = 50,96$ m.

Lorsque l'EOLE est chargé de 335 tonnes, il est donc nécessaire pour faire varier d'un centimètre son tirant d'eau entre l'avant et l'arrière de créer un moment s'élevant approximativement à :

$$MTC = \frac{P(R - a)}{100 \times L} = \frac{420 \times (50,96 - 0,35)}{100 \times 37,05} = 5,74 \text{ t.m}$$

3 - Impact sur la stabilité de l'EOLE d'un envahissement de ses locaux avant par de l'eau

À l'avant de sa cloison d'abordage, l'EOLE dispose de trois compartiments : le puits aux chaînes, le logement du matelot et un local technique. Ils représentent au total un volume d'environ 37 m³. Le puits aux chaînes a, pour sa part, un volume de l'ordre de 6 m³. Par ailleurs, le centre de gravité de l'ensemble de ces compartiments se situe à environ 17 mètres du plan transversal médian de l'EOLE.

3.1 - Impact de l'envahissement du seul puits aux chaînes

L'envahissement par de l'eau du puits aux chaînes se traduit par une charge supplémentaire de 6 tonnes portant sur l'avant de l'EOLE.

Compte tenu de la valeur du *TPC* de cette péniche lorsque son tirant d'eau est de 2,297 m, une telle charge supplémentaire entraîne un enfoncement moyen avoisinant 6 divisé par 1,871, soit 0,032 m.

Cette charge crée, par ailleurs, un moment approximativement égal à 6 x 17, soit 102 t.m. Il en résulte une différence de tirant d'eau entre l'avant et l'arrière du bateau approchant 102 divisé par 5,74, soit 0,178 m.

Au global, l'envahissement par de l'eau du seul puits aux chaînes provoque :

- un enfoncement de l'avant de la péniche de 0,121 m ;
- une émergence complémentaire de l'arrière de cette péniche de 0,057 m.

Sauf à ce que des quantités d'eau supplémentaires soient embarquées, cette position est stable, le plat-bord du bateau concerné restant hors de l'eau.

3.2 - Impact de l'envahissement de l'ensemble des compartiments avant

Un tel envahissement se traduit par une charge supplémentaire de 37 tonnes portant toujours sur l'avant de l'EOLE.

Cette charge entraîne :

- un enfoncement moyen du bateau de 0,20 m ;
- un enfoncement de l'avant de ce bateau de 0,75 m ;
- une émergence complémentaire de l'arrière de 0,35 m.

Cette position n'est a priori pas stable, les veules avant se trouvant entièrement sous la surface de l'eau et la cale étant susceptible d'être envahie.

BEA-TT - Bureau d'enquêtes sur les accidents de transport terrestre

Tour Voltaire - 92055 La Défense cedex
Tél. : 01 40 81 21 83 - Fax : 01 40 81 21 50
cgpc.beatt@developpement-durable.gouv.fr
www.bea-tt.developpement-durable.gouv.fr

