

---

**Projet d'article pour le Journal de la FABI  
(Version 3, 21 mars 2005)**

---

## **Le QUEEN MARY 2, le plus grand paquebot au monde**

par

René-Pierre Saint-M'Leux  
ALSTOM Marine, France

Jean Marchal, André Hage et Philippe Rigo  
ANAST, Université de Liège



Le QM2 (Source photo: ALSTOM [3])

## 1. INTRODUCTION

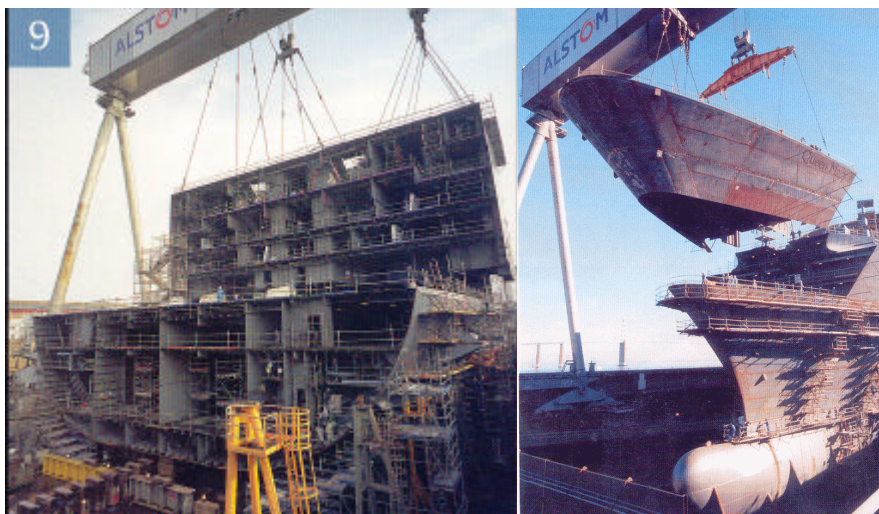
Le 17 janvier 2005, Monsieur René-Pierre Saint-M'Leux, responsable du département Générale et Intégration des Chantiers de l'Atlantique (ALSTOM MARINE, St. Nazaire), était l'invité d'honneur de l'Université de Liège pour présenter une conférence en la présence de Madame M-D Simonet, Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifiques de la Communauté Française de Belgique, concernant «**les défis technologiques de la construction du Queen Mary 2**».

Le Queen Mary 2 est un paquebot qui détient de nombreux records. C'est le plus grand, le plus haut mais aussi le plus cher bateau pour passagers que l'humanité n'ait jamais construit. En effet, les chiffres qui le caractérisent sont éloquentes. Le navire fait 345 m de long, 45 m de large, 62 m de haut, possède 13 ponts, pèse 65 000 tonnes et peut accueillir à son bord plus de 4400 passagers. Il peut naviguer à plus de 29 noeuds (45 km/h), tout en gardant une manœuvrabilité remarquable.

Le Queen Mary 2 est une véritable ville flottante. Il dispose de restaurants, d'une discothèque, d'une salle des douanes, de boutiques et même d'une piste d'athlétisme. Le coût de sa construction s'est élevé à plus de 538 millions €. Il n'a fallu que deux années pour le construire. Plus de 800 entreprises et 20 000 ouvriers se sont mobilisés aux chantiers de St Nazaire pour lui donner le jour.

Il y a plusieurs étapes dans la construction d'un navire. Le chantier commence par la réception, le découpage et l'assemblage des tôles nécessaires à la formation de la structure de la coque. Ces tôles sont ensuite soudées pour constituer des ensembles appelés panneaux. A ce stade, on commence à installer une partie des réseaux électriques et des conduits divers.

L'étape suivante est la construction puis l'assemblage des blocs qui sont soudés les uns aux autres jusqu'à former des parties entières du navire. La dernière étape est celle de l'armement, plus communément appelé l'habillage. Elle intervient quand le navire a acquis sa silhouette définitive. C'est la phase où l'on apporte au bateau tous les équipements nécessaires à son utilisation. C'est à ce stade qu'est intervenue une société liégeoise, Disteel Cold (voir ci-après Section 6)



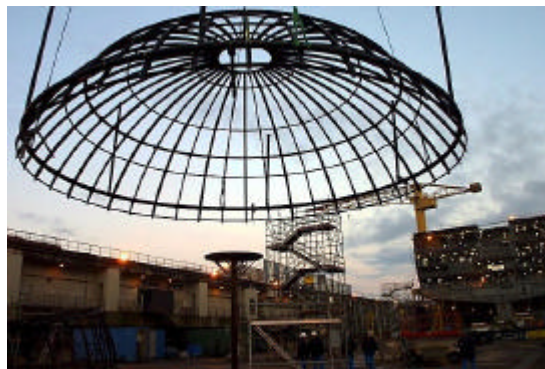
Le montage des 95 blocs du QM2 a pris 9 mois  
(Source photo: *Nouvel Ouest* 2003) (p. 65 et 72)



Le QM2 en cale sèche (Source photo:ALSTOM)



Montage du bulbe et de la façade avant du QM2 (Source photo: ALSTOM)



Montage de l'écran hémisphérique du planétarium (Source photo: ALSTOM)

## **2. LE QUEEN MARY ET LES CHANTIERS DE L'ATLANTIQUE (St. NAZAIRE)**

En 1999, un appel d'offres est lancé par la société britannique Cunard, filiale du groupe Carnival, pour la construction du plus grand navire à passagers jamais construit. Il doit pouvoir embarquer quelque 3000 passagers et 1400 hommes d'équipage et pouvoir être exploité en mode croisière et transatlantique (une vingtaine de traversées par an). Son nom est déjà choisi: ce sera Queen Mary 2.



Le Queen Mary 2 (Source Photo: <http://www.schiffsphoto.de>)

Aucun transatlantique n'a été lancé depuis le Queen Elizabeth 2, mis en service par Cunard en 1969.

C'est donc un formidable challenge de réaliser un navire qui prolonge cette tradition des grands *liners*, tout en intégrant le meilleur des paquebots de croisière (*cruise ships*) modernes.

C'est Chantiers de l'Atlantique (ALSTOM Marine) qui remporte la compétition contre les plus grands chantiers navals européens. Après avoir reçu de Carnival une lettre d'intention de commande le 10 mars 2000, les équipes techniques de Cunard / Carnival et celles de Chantiers de l'Atlantique vont continuer les discussions et poursuivre les pré-études pendant 9 mois. Le contrat définitif est signé le 6 novembre 2000 à Paris. A cette occasion, Micky Arison, le chairman and CEO de Carnival Corp déclare: «*Chantiers de l'Atlantique a été choisi, car il était meilleur que les autres de par le prix et les compétences*».

### **3. LE PAQUEBOT DE TOUS LES SUPERLATIFS**

Les spécifications techniques du navire battent plusieurs records :

- La longueur hors tout est de 345 m, la largeur maximale de 45 m, la hauteur : 72 m (une des contraintes étant de pouvoir passer sous le Verrazzano Narrows Bridge à New-York);
- La jauge brute de 150 000 tonneaux, soit 2,3 fois celle de France, dernier transatlantique construit à Saint-Nazaire ;
- La production d'électricité est assurée par quatre groupes diesel-alternateurs *Wartsilä EnviroEngine* (4 x16.5 MW) et deux groupes turbine à gaz alternateur *General Electric LM 2500 +* (2x25 MW). Le système adopté est de type CODAG (Combined Diesel and Gas Turbines), avec une puissance totale installée de 117,2 MW.
- La propulsion est assurée pour la première fois par une combinaison de quatre pods de type Mermaid (4x21.5 MW) développé et construit par Rolls-Royce et ALSTOM.
- Une vitesse de service de 26.5 nœuds doit pouvoir être assurée par ce système constitué de deux pods azimutaux et de deux pods fixes. La manoeuvrabilité sera facilitée par l'installation de trois bow thrusters de 3.2 MW chacun.
- Enfin, aucun paquebot n'aura bénéficié d'une somme d'emménagements comparables à celle de QM2 : le premier planétarium embarqué au monde, un théâtre de 1100 places, un centre de thalassothérapie, cinq piscines, de nombreux restaurants dont un de 1300 couverts, aménagé sur trois ponts, un pourcentage de 60% de cabines avec balcon,...



Le Queen Mary 2 (Source Photo: ALSTOM)

#### **4. UNE PERFORMANCE INDUSTRIELLE**

A peine plus de trois ans vont séparer la date de signature du contrat de celle de la livraison du navire, intervenue le 22 décembre 2003.

Cette performance est d'autant plus exceptionnelle que pendant cette même période, ALSTOM Chantiers de l'Atlantique va livrer:

- onze autres paquebots aux armements P&O Cruises, Radisson Seven Seas, Festival, MSC et NYK,
- ainsi que deux frégates pour la Marine Royale Marocaine, un ferry à grande vitesse pour NEL Lines,
- et entamer la construction d'un méthancier pour Gaz de France, d'un navire scientifique pour Ifremer, d'un ferry pour SeaFrance et d'un Bâtiment de Projection et de Commandement pour la Marine Nationale Française.

Une des raisons du succès de l'entreprise est certainement le temps et l'intensité qui auront été consacrés aux études. Plus d'un an va ainsi s'écouler entre le 6 novembre 2000 et le 10 janvier 2002, date de la découpe de la première tôle du navire. Un million d'heures sont dédiées à la conception et aux études, avec quelque 6000 plans traités par ALSTOM. Une cinquantaine d'ingénieurs et techniciens, représentant tous les champs d'expertise de l'entreprise, va travailler sans relâche pendant plusieurs mois sur un même plateau de coordination.

En ce qui concerne la construction de la coque du navire, constituée de quelque 300 000 pièces métalliques, elle va pouvoir se dérouler dans des délais records : par exemple, une période de moins de neuf mois va se dérouler entre la «keel laying» (qui correspond à la première pierre d'un bâtiment), intervenue le 4 juillet 2002, et la mise à flot du navire le 21 mars 2003. Ceci est rendu possible grâce à un outil industriel de premier plan et une stratégie de montage de «super blocs» très fortement armés avant leur assemblage. La coque est composée au total d'une centaine de ces blocs, dont la plupart dépasse les 600 tonnes.

Une des étapes majeures est constituée par les premiers essais en mer du navire qui interviennent du 25 au 29 septembre 2003, six mois après la mise à flot. Ceux-ci sont d'emblée décisifs sous tous les aspects: vitesse, manoeuvrabilité, tenue à la mer, niveau de bruits et vibrations, etc. De retour à terre, Stephen Payne, senior naval architect de Carnival, va déclarer à la presse : «*L'ensemble des performances a dépassé ce que nous attendions*».

L'armement d'un tel navire constitue également un défi considérable. Quelques chiffres permettent d'en donner la mesure: environ 2500 km de câbles et de fibre optique, 500 km de tuyaux, gaines et conduites , 1300 cabines à aménager,...L'expérience dans le métier d'ensemblage d'ALSTOM Chantiers de l'Atlantique va se révéler capitale pour cette étape, où des milliers d'ouvriers, de techniciens de décorateurs, de 46 nationalités différentes, et appartenant à plusieurs centaines d'entreprises vont se succéder sur le navire.

Malgré des délais très courts et des problèmes de tous ordres, le navire sera achevé dans les temps et avec, selon les propres mots de Micky Arison «*un niveau de finition inégalé*».

Le jour même de sa livraison, le 22 décembre 2003, le navire quitte Saint-Nazaire. Après deux semaines de prise en main pour l'équipage, QM2 est baptisé à Southampton le 8 janvier 2004, en présence de Sa Majesté la Reine Elizabeth II, marraine du liner. Deux jours après, il entame une carrière commerciale, qui se déroule depuis sans problème majeur.

## 5. INFORMATIONS TECHNIQUES SUR LE QUEEN MARY 2

### 5.1 Principales Caractéristiques

Tonnage brut	Env. 150.000 tonneaux
Longueur, hors tout	345 mètres
Longueur, entre perpendiculaires	301,35 mètres
Longueur, à la ligne d'eau	314 mètres
Largeur, à la ligne d'eau	41mètres
Largeur, max.	45 mètres
Tirant d'eau design	10 mètres
Tirant d'eau, max.	10,30 mètres
Hauteur max. entre la quille et le point le plus haut du navire	72 mètres
Port en lourd au tirant d'eau design	14 300 t
Vitesse contractuelle	29,35 noeuds
Capacité (passagers et équipage)	4400
Carburant brut	5300 m <sup>3</sup>
Marine gas oil	3500 m <sup>3</sup>
Lubrifiant	250 m <sup>3</sup>
Eau potable	3700 m <sup>3</sup>
Eaux de lavage	400 m <sup>3</sup>
Eau de ballast	7500 m <sup>3</sup>
Eaux usées	1300 m <sup>3</sup>
Classification	Lloyd's Register
Pavillon	UK



Le QM2 vu de l'intérieur (Source photos: <http://www.bellavista.dk/index.htm> et ALSTOM, au centre en bas)

## 5.2 Moteurs diesel

Les quatre moteurs diesel produisent de l'électricité. Ils ont été positionnés en partie basse du navire en raison de leur taille et de leur poids. Chaque groupe diesel présentera une longueur de 12,5 mètres, une largeur de 4,4 mètres, une hauteur de 5,5 mètres et un poids de 217 tonnes.

Les moteurs diesel sont construits par Wartsila. Il s'agit de moteurs à architecture en V à 16 cylindres, d'un alésage de 460 mm et d'une course de 580 mm. Chaque groupe diesel tourne au régime de 514 tr/mn et développe une puissance de 16,8 MW. Le carburant utilisé est du gasoil classique. A vitesse contractuelle, au cours d'une croisière, le Queen Mary 2 consomme entre 300 et 350 t de gasoil par jour.

Les moteurs diesel sont de conception écologique "enviroengine", construits autour de la technologie d'injection à rampe commune, avec injection d'eau dans les chambres de combustion afin de réduire les émissions polluantes.

## 5.3 Pods Mermaid

Le **QM2** comporte des pods Mermaid construits par les sociétés Rolls-Royce et Alstom. Il s'agit du premier navire à passagers entraîné par quatre pods. Les deux ensembles avant sont fixes à poste tandis que les deux ensembles arrière sont rotatifs sur 360 degrés afin d'assurer la commande de gouverne et les manœuvres du navire.

Chacun de ces pods pèse 250 tonnes. Ces éléments sont les plus imposants et les plus puissants jamais réalisés, avec une puissance unitaire développée de 21,5 MW. L'ensemble totalise une puissance de propulsion de 86 MW. De par leur conformation individuelle hydrodynamique, les pods participent aux performances de vitesse du **QM2**.

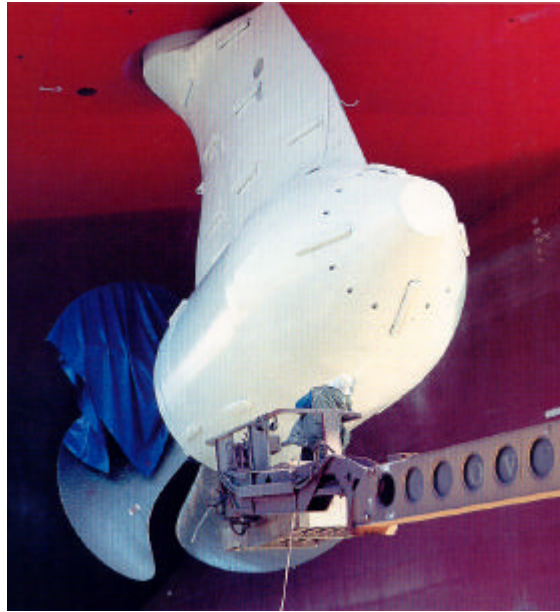
Assez inhabituellement, les hélices elles-mêmes sont réalisées en acier inoxydable et calées suivant un grand pas fixe.



Source photo: Nouvel Ouest 2003 (1)



Source photo: Alstom (2)



Source photo: Nouvel Ouest 2003 (1)



Le système de propulsion par PODS - Source photo: Alstom(2)

#### 5.4 Propulseurs d'étrave

Le **QM2** dispose de trois propulseurs d'étrave d'une puissance unitaire de 3,2 MW permettant la rotation du navire dans sa propre longueur au port, sans avoir à recourir à des remorqueurs.

Le Capitaine peut actionner les propulseurs à l'aide de simples touches.

L'ensemble de l'installation motrice délivre une puissance de presque 118 MW, soit environ deux fois la puissance d'un navire de croisière classique de 100 000 tonnes.

#### 5.5 Vitesse

**La vitesse normale de croisière** se situe entre 24 et 26 nœuds (45 et 48 km/h), la puissance étant alors délivrée par les quatre moteurs diesel.

**La vitesse maximale** est d'environ 30+ nœuds (56 km/h), la propulsion étant alors assurée à la fois par les moteurs diesel et les turbines à gaz.

Essais en bassin - *Source photo: Alstom (2)*

### 5.6 Stabilisateurs

Le **QM2** est doté de quatre stabilisateurs repliables "Série VM", construits par la Société Brown Brothers d'Edinburgh. Il s'agit d'éléments monoblocs de conception passive (c'est-à-dire n'intégrant pas de volets) et lorsqu'ils sont combinés, ces stabilisateurs assureront une réduction de roulis du navire de 90 %.

Chaque stabilisateur :

- pèse environ 70 tonnes
- mesure 2,5 mètres de large
- dépasse de 6,25 mètres la cote du navire
- présente une surface de 15,63 m<sup>2</sup>
- assure une portance de 1070 kN
- se déploie ou se rétracte en 30 secondes environ

### 5.7 Positionnement dynamique

Le **QM2** est le navire le plus évolué jamais réalisé, en termes de manoeuvrabilité. Il peut être manoeuvré à l'aide d'un simple manche de type "joystick" en passerelle. Cette commande permet les déplacements latéraux ou angulaires, voire le maintien stationnaire sur un point fixe de la terre grâce à une localisation par satellite et par anémomètres. Le système met en œuvre les pods situés à l'arrière du navire et les propulseurs d'étrave situés à l'extrémité arrière.

### 5.8 La timonerie

La timonerie de **QM2** est, là encore, très largement dimensionnée et conçue suivant les dernières technologies. Sa largeur est d'environ 50 mètres et sa configuration permet de tenir compte de l'actuelle philosophie de Gestion en Sécurité des Équipes en Timonerie ("Safe Bridge Team Management"), s'appuyant sur un nouveau concept de présentation de l'information aux Officiers de Timonerie ("Bridge Officers"), de sorte que ceux-ci puissent gérer l'ensemble des systèmes du navire. Les équipements sont fournis par la Société Kelvin Hughes. Les écrans plats sont généralisés pour les affichages radar, les affichages de navigation, les systèmes de gestion de la sécurité, les systèmes de manoeuvre, les affichages de gestion de la puissance, les indications de consommation d'eau, les transferts de lest et les systèmes de radar météorologique. Tous les écrans, strictement identiques, sont intercommutables, à la discrétion des opérateurs. Les images de vidéo en circuit fermé peuvent apparaître dans l'angle des écrans, comme dans le cas de la technologie de "l'image dans l'image", de plus en plus utilisée dans les téléviseurs familiaux aujourd'hui.



Poste de pilotage et du Capitaine Warwick

- Source photo: *Nouvel Ouest* 2003 (à gauche), <http://www.bellavista.dk/index.htm> (à droite)

### 5.9 L'environnement et la sécurité

Les systèmes de QM2 constituent la nouvelle référence en la matière, pour de nombreuses années.

### 5.10 Résistance mécanique de la coque pour une durée de vie en fatigue de 40 ans

Le navire est doté d'une coque en acier extra-épaisse, lui conférant la résistance mécanique et la stabilité nécessaires pour les traversées transatlantiques.

Les chantiers se sont particulièrement penchés sur la résistance à la fatigue du Queen Mary 2.

En effet, la Cunard souhaitait que le Queen Mary 2 soit construit pour durer, y compris dans des conditions d'exploitation réputées sévères (Atlantique Nord). La spécification technique précisait ainsi que les extrémités des raidisseurs longitudinaux du bordé et des ponts supérieurs devaient être conçus pour une durée de vie en fatigue de 40 ans avec un facteur d'utilisation de 0.6 (soit 24 années continues); cette durée de vie devait être démontrée par le calcul.

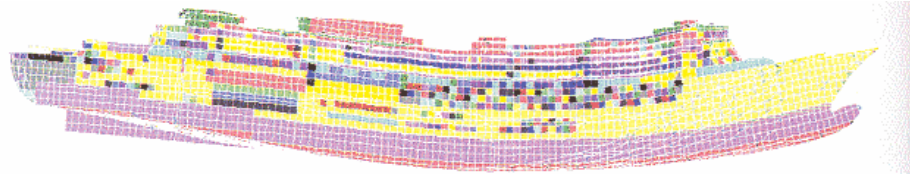
La difficulté d'une telle «démonstration» tient à plusieurs facteurs :

- Les historiques des chargements subis par les éléments d'une structure de navire au cours de sa vie sont mal connus
- Chaque expert des questions de fatigue a sa propre approche et ses propres méthodes de calcul; les résultats peuvent être très variables d'un expert à l'autre
- La durée de vie d'une structure de navire est très dépendante d'éléments difficilement mesurables (géométrie exacte des cordons de soudure, structure fine du matériau après soudure, qualité de la protection cathodique initiale et de son entretien,... )

Malgré ces incertitudes, l'enjeu pour les Chantiers de l'Atlantique était majeur: le coût potentiel des renforcements et travaux supplémentaires envisagés pour obtenir ces 40 ans de tenue en fatigue pouvait varier de plusieurs centaines de milliers d'euros.

Afin de maîtriser cette situation, la société de classification chargée du navire a étudié deux phénomènes pouvant causer des problèmes de fatigue :

- le premier est lié aux flexions alternées de la poutre navire, et concerne tous les éléments de structure longitudinaux (fatigue globale)
- le second concerne la structure du bordé extérieur, qui supporte des fluctuations de pression liées à la dynamique du passage des vagues le long de la coque (fatigue locale).

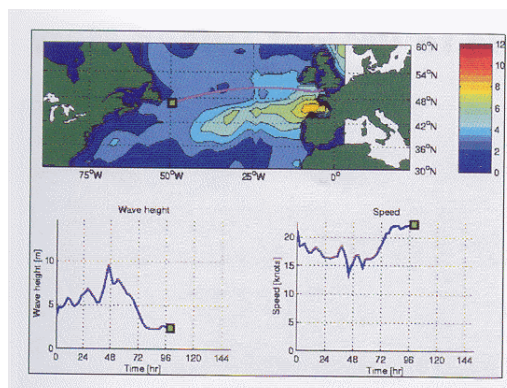


L'analyse du QM2 en flexion d'ensemble en contre-arc - *Source photo: Nouvel Ouest 2003 (1)*

### **Fatigue globale du navire (flexion d'ensemble)**

La donnée d'entrée est la description statistique des états de mer rencontrés en Atlantique Nord. Des ouvrages tels que les «Global Waves Statistics» définissent l'état de la mer par des «scatter diagram», et donnent pour 1000 vagues observées le nombre de vagues de période et de hauteur significative données. Le nombre total de vagues rencontrées par le navire au cours de sa vie est de  $1,16 \cdot 10^8$  vagues.

L'hypothèse fondamentale relative à l'historique des réponses en flexion de la poutre navire aux vagues rencontrées au cours de sa vie se caractérise par une distribution de Weibull de coefficient 0.84. Ainsi  $n_s = a \cdot e^{b \cdot s^{0.84}}$ , où  $n_s$  est le nombre de cycles de contraintes dont l'amplitude est supérieure à  $s$ .



Variation de la houle et de la vitesse durant une traversée - *Source photo: Alstom (2)*

Les paramètres  $a$  et  $b$  de cette distribution ne dépendent que :

- du nombre total de vagues rencontrées par le navire au cours de sa vie,
- du moment de vague défini par la société de classification pour le calcul statique de la structure. En effet, ce moment correspond à une vague extrême rencontrée par le navire statistiquement une et une seule fois au cours de sa vie.

Pour chaque type d'assemblage rencontré en construction mécano-soudée, le nombre  $N_s$  de cycles de contrainte  $s$  avant rupture est défini par des courbes S-N dans le document BS 5400 de la British Standards Institution.

Le dommage global (D) subi par un élément de structure est calculé par la somme des dommages élémentaires définis par les courbes S-N multipliés par le nombre de cycles

caractérisés par la distribution de Weibull: 
$$D = \int_{s=0}^{s=s_{\max}} \frac{n_s}{N_s}$$

La structure du Queen Mary 2 comporte plus de 300 000 pièces métalliques. Pour chaque type d'assemblage, la méthode de calcul de fatigue a été itérée afin de définir quelle amplitude de contrainte menait à la durée de vie recherchée. Il a ensuite suffi lors du calcul par éléments finis de vérifier que les éléments de structure ne subissaient pas des contraintes supérieures à leur limite élastique, ni à la limite correspondant à une durée de vie en fatigue de 40 ans.

### **Fatigue locale (flexion locale des lisses)**

En plus de la flexion d'ensemble de la poutre navire, les lisses de bordé (raidisseurs longitudinaux) supportent une surface de bordé, soumis lui-même à des variations de pression liées au passage des vagues le long de la coque.

Le calcul commence par la détermination du nombre de vagues de hauteur effective donnée rencontrées par le navire au cours de sa vie. La période des vagues n'intervenant pas, on commence par sommer les valeurs de chaque ligne du «scatter diagram», puis on multiplie le résultat par le ratio :  $\frac{24 \text{ ans}}{T_{OBS}}$  ( $T_{OBS}$  = durée d'observation des 1000 vagues de référence). On

obtient alors le nombre de vagues rencontrées par le navire au cours de sa vie, par hauteur significative.

La probabilité qu'une vague de hauteur significative  $H_0$  ait une hauteur effective  $H$  supérieure à une valeur  $h$  obéit à la distribution de Rayleigh suivante :

$$P(H > h, H_0) = e^{-\left(\frac{h}{H}\right)^2}, \text{ où } \overline{H} = \frac{H_0}{\sqrt{2}}$$

On fait l'hypothèse que le passage des vagues le long du bordé ne provoque pas de mouvement d'ensemble du navire. Le dommage subi par une lisse de bordé dépend de sa distance sous la flottaison. En effet, le passage d'une vague de hauteur effective  $h_i$  provoque un chargement alterné en pression à la position  $z$  sous la flottaison, de valeur :

$$\Delta p_i = \mathbf{r.g.h_i.e}^{-\frac{2pz}{L}}, \text{ où la longueur d'onde de la vague est } L = \frac{h_i}{0,0602} \cdot \frac{9,81}{2p}$$

De là on en déduit la variation de pression sur la lisse de bordé, celle-ci étant supposée encadrée à ses extrémités sur les couples principaux; l'amplitude de contrainte maximale se

trouve aux encastremets, et est égale à  $\Delta \mathbf{S}_i = \frac{\Delta p_i \cdot d \cdot L^2}{12 \cdot I_v}$ , où :

- $d$  est la distance entre deux lisses, soit la largeur de la bande de tôle de bordé supportée
- $L$  est la distance entre deux couples, soit la portée de la lisse
- $I_v$  est le module de la lisse et de sa tôle associée

Un coefficient de concentration de contrainte est appliqué à cette amplitude en fonction du type de liaison entre la lisse et la varangue (traversée simple, gousset d'un côté, gousset des deux côtés).

Le calcul se termine en sommant les dommages élémentaires définis par les courbes S-N multipliés par le nombre de vagues pour chaque hauteur effective.

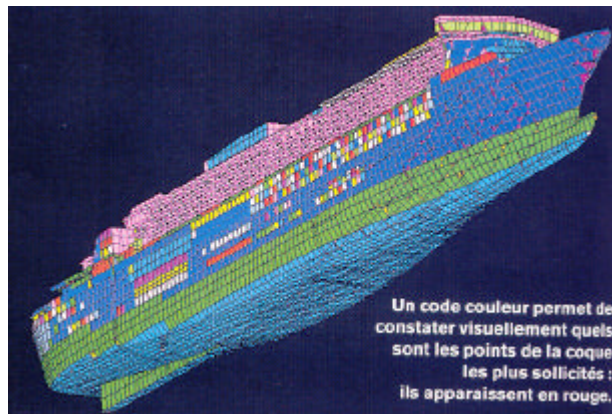
$$D = \sum_{i=1}^{26} \frac{n_{tot_i}}{N_{\Delta S_i}}$$

Les lisses de bordé ont été étudiées seulement sur la coupe au maître. Une macro a permis de vérifier les impacts sur la durée de vie en fatigue de différents renforcements possibles :

- augmentation de l'épaisseur des tôles de bordé (donc du module des lisses),
- augmentation des échantillons de lisses,
- amélioration des liaisons par ajout de goussets.

Grâce à cette macro, ces renforcements ont pu être optimisés afin de minimiser leur poids et leur coût.

Avec cette approche somme toute classique, il a été possible dans un contexte industriel, pour un projet concret et dans un délai limité, de mener des calculs de fatigue, et de livrer à la satisfaction de l'armateur un navire dont la structure, certainement, durera 40 ans.



Le modèle 3D du QM2 - Source photo: Nouvel Ouest 2003 (1)

### 5.11 Principales étapes de la construction

Annonce de l'étude du projet Queen Mary 2	8 juin 1998
Signature de la lettre d'intention	10 mars 2000
Signature du contrat	6 novembre 2000
Découpe de la 1 <sup>ère</sup> tôle	6 janvier 2002
Mise sur cale	1 <sup>er</sup> mars 2002
Cérémonie de la 1 <sup>ère</sup> pièce	16 mars 2003
Mise à flot	21 mars 2003
Essais Mer chantiers	25-29 septembre 2003
Essais Mer de l'armateur	7-11 novembre 2003
Départ de Saint-Nazaire	23 décembre 2003
Livraison à l'armateur	22 décembre 2003
Arrivée à Southampton	26 décembre 2003
Cérémonie de baptême	10 janvier 2004
Traversée inaugurale	12 janvier 2004

### 6. LE QUEEN MARY EST AUSSI UN PEU LIEGEOIS...

Disteel Cold, entreprise localisée à Sclessin (Liège), est un centre de service Acier du groupe ARCELOR DTT/ASSC. Elle a fourni un volume de Skinplate® de quelque 800 tonnes (soit 150 000 m<sup>2</sup>) sur base d'acier galvanisé. Cette matière a notamment permis d'habiller le navire d'acier revêtu d'un film décoratif. Elle a aussi servi à habiller les parois des cabines et les coursives de ce géant des mers.



Source photo : ALSTOM

L'implication dans le chantier du paquebot a généré pour l'entreprise liégeoise un chiffre d'affaires d'un million €. L'habillage intérieur des bateaux de croisière représente une part considérable de l'utilisation du Skinplate®, matériau que l'on trouve également dans l'industrie du bâtiment (toitures, cloisons, portes, lumières,...), le mobilier de bureau, le matériel HiFi, etc.

## **7. L'UNIVERSITE DE LIEGE, PARTENAIRE PRIVILEGIE DES CHANTIERS DE L'ATLANTIQUE**

Le service ANAST - Unité d'Architecture Navale et d'Analyse des Systèmes de transport de l'Université de Liège- a des missions qui touchent simultanément à la construction navale, aux voies navigables, au génie maritime et portuaire et aux systèmes de transport. Il est composé d'une trentaine de personnes et sa caractéristique originale est l'intégration parfaite de ces secteurs en son sein. Sa mission est d'atteindre un niveau d'excellence internationale, tant au niveau de la recherche que de l'enseignement, de la formation et de la réalisation d'études à valeur ajoutée. Pour ce faire, ANAST, a établi de nombreuses collaborations internationales.

Dans le domaine naval, ses activités concernent les thèmes suivants: le calcul des structures et leur optimisation (voir paragraphe suivant), la conception avec le développement de logiciels intégrés (CAD-CAE), la théorie du navire et le développements de logiciels numériques (stabilité, manoeuvrabilité, propulsion et comportement à la mer), l'hydrodynamique avec les techniques des essais en bassin des carènes, la télématique et les techniques d'aide à la navigation. Ces activités s'appliquent à la navigation fluviale, fluvio-maritime et maritime et aux domaines civil et militaire.

Les photographies suivantes illustrent quelques exemples de réalisations



Panoramas des activités de ANAST (ULG):

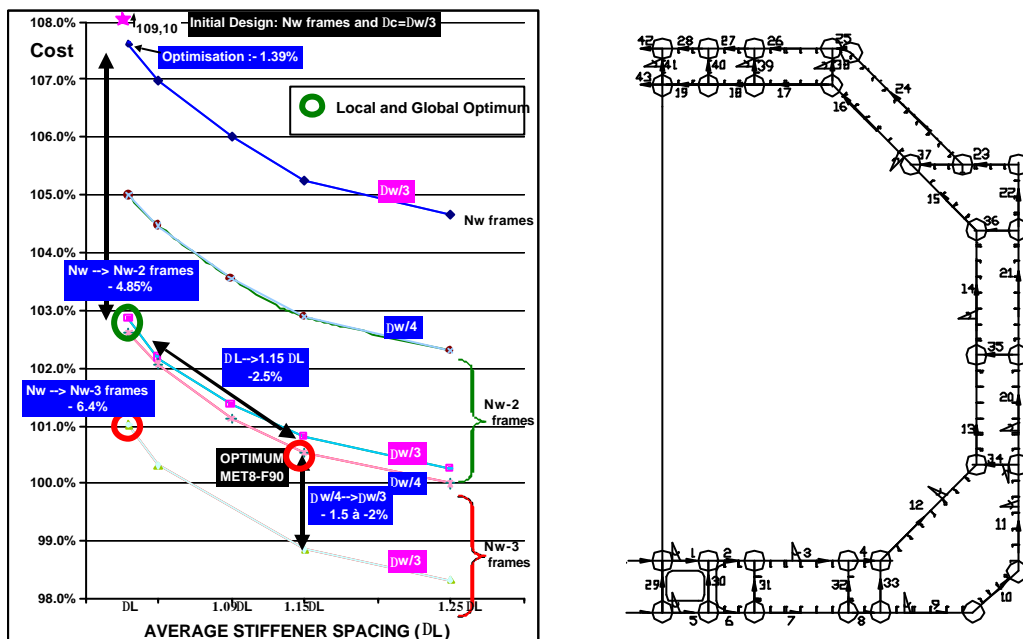
- en haut à gauche : le bassin des carènes de l'ULG,
- en haut à droite : une frégate de la marine belge modélisée par ANAST,
- en bas à gauche : le modèle numérique d'un voilier pour la course « Vendée globe»,
- en bas à droite : le modèle réduit du voilier pour les essais en bassin des carènes à l'ULG,
- en bas au centre : le voilier lors de son acheminement à l'ULG en 2003.

ANAST (ULG) collabore avec CAT (Chantiers de l'Atlantique, aujourd'hui ALSTOM MARINE) pour optimiser leurs bateaux de charges afin de réduire le coût de production. Ainsi, l'optimisation et les logiciels d'ANAST ont permis de réduire les coûts de fabrication de 8% (sur la coque métallique).

CAT et ANAST poursuivent également leur collaboration au niveau de l'optimisation de grands paquebots (3000 passagers).

L'originalité des recherches de ANAST concerne l'intégration des facteurs économiques liés à la production au sein d'un outil avancé d'optimisation qui peut être utilisé dès les premiers pas de la conception d'un paquebot. C'est un outil unique au niveau européen et sans doute mondial.

La figure suivante présente l'évolution du coût de construction en fonction des écartements des cadres et raidisseurs longitudinaux d'un navire à double coque modélisé avec le logiciel d'optimisation LBR-5 d'ANAST.



Les perspectives de développements d'ANAST dans les 5 années à venir concernent:

- l'optimisation (forme et topologie et interaction fluide structure),
- l'analyse des ondes de choc sur les structures navales,
- la simulation virtuelle de toute la chaîne de production avec couplage depuis l'avant-projet avec les outils de CAD et de CAM,
- le «Concurrent Engineering»: intégration des différents aspects du processus de conception dans des processus parallèles plutôt que successifs (spirale de la conception)
- les énergies nouvelles dont surtout la pile à combustible avec application en construction navale.

Ces développements correspondent aux besoins actuels du monde industriel (chantiers navals européens, sociétés de classification), à savoir intégrer le concept de «Design for Production» tout au long du processus de conception et de dimensionnement d'une structure, navale ou offshore.

Pour plus d'informations sur les activités d'ANAST, le site suivant peut être consulté :  
<http://www.anast.ulg.ac.be/>

## **8. REMERCIEMENT**

Les auteurs remercient le «NOUVEL-OUEST» pour les figures reprises de son édition spéciale de 2003 (1).

??? A éventuellement compléter ???

## **9 REFERENCES**

- (1) Nouvel Ouest (2003); “ *Queen Mary 2*“, 64 pages spéciales, n°100 (déc. 2003), Nantes, France.
- (2) ALSTOM (2004); “*Queen Mary 2: Genesis of a Queen*“, ALSTOM - Chantier de l'Atlantique, The Naval Architect, UK, 72p.
- (3) ALSTOM (2004); “*Queen Mary 2*“, Dépliant de ALSTOM sur le Queen Mary 2, ALSTOM Marine - Sales Dpt., Saint Nazaire, France.