

LA CONCEPTION DES NAVIRES RAPIDES A PASSAGERS: UN DEFI TECHNOLOGIQUE DU DEBUT DU 21^{ème} SIECLE.

Nicolas BESNARD

Principia Marine, France¹

nicolas.besnard@nantes.principia.fr

Philippe GOUBAULT

Principia Marine, France¹

philippe.goubault@nantes.principia.fr

Christian GAUDIN

ALSTOM (Chantiers de l'Atlantique), France²

christian.gaudin@marine.alstom.com

Philippe RIGO

ANAST, Université de Liège (FNRS), Belgique³

ph.rigo@ulg.ac.be

Abstract

The development of passenger transportation on inland waterways and seagoing vessels requires the design of fast ships. The purpose of the communication is to review the specific requirements and constraints of the high-speed passenger vessels like the *Corsaire* fast ferries (Alstom Leroux Naval), including the technological challenge that represents their design. Emphasis is given on new numerical tools for early design and structure analysis (optimization scantling).

The technical challenges are varied and concern, functionality's (speed, comfort and sea-keeping, capacity, etc.), advanced design (multi-hull, light material as aluminum), ship's structure with regards to limit states and design criteria (fatigue, vibration, noise, propulsion), economic (design needs expensive advanced R&D, yards must have high production efficiency and low production costs), aesthetic, and obviously port infrastructures to ease and speed the passengers transfer but also the ships' berthing.

The need for fast ships (ferries, multi-hulls) having exceptional dimensions (length, capacity, speed), use of new material, advanced hull forms, etc. point out lacks in standard design codes proposed by the major classification societies (BV, Lloyd, DnV, ABS). Designers cannot use these rules. They need to perform direct and rational analysis of the ship structure using, for instance, finite element analysis (FEA) including 3D coarse mesh model of the entire structure and fine mesh models for the components where stress concentration is expected. Nevertheless, in the earliest design stage these powerful tools are not effective and there is still a lack of tools for preliminary design (hull form, propulsion, scantling), weight estimation, assessment of the

production cost, etc. At that stage, the available time is too short to use advanced software. It is necessary to use specific tools adjusted to the real needs. AVPRO and LBR-5 are two examples of such new preliminary design tools.

AVPRO is a preliminary design software dedicated to the naval architect. It is used to define the hull form (Fig. 4), mid-ship section (Fig. 7), stability (Fig. 5) and propulsion assessment and a general ship arrangement (Fig. 6).

LBR-5 helps designers and builders lowering building costs and performs structural optimization at the earliest design stage. It is used to perform the hull girder scantling within a reduced time, including optimization. It provides the optimum thickness of the plates, stiffeners, frames, etc. The objective function of the optimization process can be the minimum construction cost or the least weight.

1. INTRODUCTION

L'utilisation de la voie fluviale et maritime pour le transport des passagers passe par la conception de bateaux à passagers spécifiques conçus pour le besoin du transport de personnes. L'objet de cette communication est de mettre en évidence les défis technologiques liés à la conception des nouvelles générations de navires à passagers et de présenter quelques outils de conception et de calcul conçus à cet effet.

Au 21^{ème} siècle, le transport maritime des passagers passe par le développement de navires rapides de plus de 100 m, pouvant accueillir 1500 personnes, 400 véhicules et atteindre une vitesse de croisière de 40 nœuds et plus. Les chantiers de l'Atlantique (Alstom) et Principia Marine (anciennement Institut français de Recherche en Construction Navale) ont relevé le défi technologique qu'est la conception de tels bateaux. Ils sont aidés dans cette tâche par le service d'Architecture Navale de l'Université de Liège en ce qui concerne l'optimisation structurelle de ces bateaux.

Les défis technologiques sont multiples:

- fonctionnalités (vitesse, confort, capacité, ...),
- conceptions nouvelles (multicoque, structure aluminium,..),
- problèmes techniques (fatigue, vibration, acoustique, propulsion, sollicitation, choc et impact, ...),
- économiques (coût des études, concurrence internationale, ...),
- et bien sûr esthétique.

Ces défis concernent également la conception et la gestion des infrastructures portuaires qui doivent permettre un accès aisé, garantir un embarquement (débarquement) rapide, ainsi que faciliter le transfert vers les autres moyens de transport (route, rail, air).

L'apparition de conceptions nouvelles avec des dimensions encore jamais atteintes (navires rapides de plus de 140 m), utilisation de matériaux nouveaux, etc. font que les Sociétés de Classifications (BV, Lloyd, DnV, ABS,...) ne sont pas encore en mesure de proposer de règlement réellement abouti pour ces navires. Seul un calcul direct de ces nouveaux bateaux

permet de les dimensionner. Pour ce faire, des calculs d'ensemble et de détails par la méthode des éléments finis (FEM) de la structure entière sont nécessaires.

Les grands chantiers modernes (tel que Alstom en France mais aussi ses principaux concurrents) disposent pour la plupart des capacités de calcul pour étudier de tels bateaux. Toutefois, en phase d'avant-projet ou d'offre (phase précédant le contrat), le problème de la conception (forme, échantillonnage, propulsion, etc.), du devis de poids et de l'estimation du coût de revient reste toujours en 2002 problématique. Durant cette phase (*early design*), le temps est réduit (quelques semaines), le chantier ne peut pas investir massivement dans des calculs avancés et onéreux qui nécessitent des ressources humaines qui ne peuvent être affectées qu'une fois le contrat signé. En 2002, il y a donc un besoin urgent de développer des outils de conception spécifiques à l'avant-projet. AVPRO, LBR-5 et LUNAIS sont de tels outils, mis au point par Principia Marine et ANAST de l'Université de Liège pour les deux derniers cités.

AVPRO [7] est un logiciel d'avant-projet qui permet à l'architecte naval de définir les formes de la carène, d'effectuer les calculs de stabilité, de compartimentage, etc., mais également de créer un premier «*General Arrangement*». Cet outil intervient en amont dans la conception d'ensemble, et a été utilisé notamment dans des études de motor-yachts, et de navires militaires.

LUNAIS [5] est également un outil d'avant projet, intégré et modulaire, il est ciblé vers les petits et moyens chantiers, bateaux de pêche, remorqueurs, etc. Il comporte plusieurs modules tel que base de données des formes, résistance à l'avancement, devis de poids, stabilité, bilan électrique. Son interactivité et sa convivialité permettent dans un court délai de comparer plusieurs alternatives, et donc autorise l'utilisateur à répondre très rapidement à des appels d'offre avec un maximum de précision.

Afin de permettre, dès l'avant projet, d'optimiser la structure (coque métallique) de ces navires, LBR-5 [1-4] est un nouvel outil conçu pour échantillonner et optimiser la coque du navire (structure). Son rôle est de déterminer les épaisseurs optimales à donner aux tôles, les dimensions optimales des raidisseurs (lisses) et éléments transversaux (cadres), avec comme objectif de minimiser le coût de construction de la structure (ou le poids). La simplicité conceptuelle de l'outil permet d'effectuer des analyses comparatives (analyse de sensibilité) dès les premières heures du projet. Ainsi, la relation entre le coût minimum de construction de la coque métallique et les espacements entre les cadres (lisses) peut en être déduite. Cet outil permet aussi de quantifier rapidement la variation du coût (poids) entre plusieurs configurations (ex.: positions des épontilles, des carlingues, nombre de couples).

La suite de cet article traite brièvement les défis technologiques rencontrés et explique comment ils se sont posés dans le cas des ferries rapides du type CORSAIRE, et comment les outils mentionnés peuvent désormais contribuer à les résoudre. Il présente principalement les techniques de conception que requièrent de tels bateaux et les calculs structuraux qu'ils nécessitent. D'une façon générale et exhaustive ces problèmes sont traités par l'ISSC (International Ship and Offshore Structures Congress [6]).

2. LE DEFI TECHNOLOGIQUE

Les Corsaires sont des monocoques rapides construits par Alstom Leroux Naval (France), en service en Méditerranée, entre la Corse et la France (SNCM), ou pour des liaisons entre les îles grecques et le continent (NEL Lines). Les deux plus récents (2001) sont le *Corsaire 10000* et le *Corsaire 14000*. Ils constituent l'aboutissement des études menées depuis les débuts de la famille *CORSAIRE*. Les caractéristiques de ces deux navires sont données au Tableau I.

Malgré une différence de taille importante, ces deux navires sont issus d'une même conception. Ils présentent tous deux la même carène en V profond, en acier, et des superstructures en aluminium. Le principe de stabilisation est le même, basé sur un T-foil avant et des «flaps» pour contrôler l'assiette, et un ensemble d'ailerons, couplés avec la propulsion, pour atténuer le roulis et le lacet.

La propulsion est assurée par des hydrojets, au nombre de 3 pour le C10000, et 4 pour le C14000 (Figure 1). La motorisation du C10000 est constituée de 3 moteurs diesels de 8100 kW chacun. Compte tenu des besoins énergétiques bien supérieurs du C14000, celui-ci est motorisé par deux turbines de 25 MW chacune, assistées par deux diesels identiques à ceux du C10000.

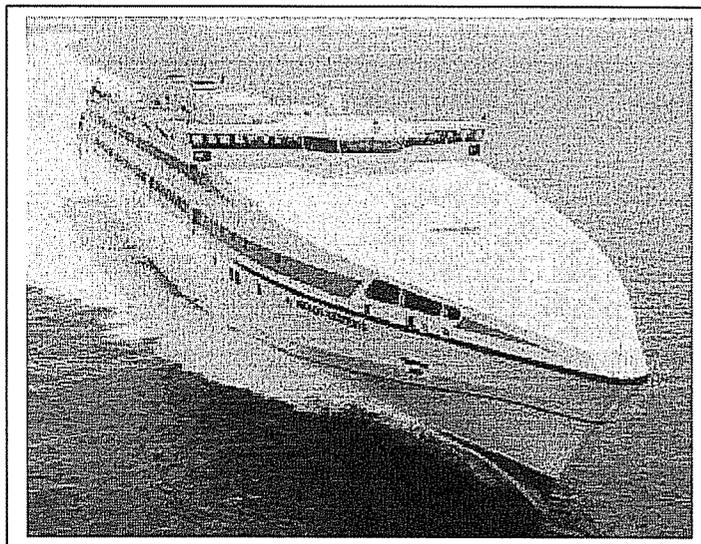


Figure 1: CORSAIRE 14000

Les deux navires présentent des accommodations passagers sur deux ponts, pour un total de 782 sièges pour le C10000, et 1742 pour le C14000. La capacité maximale en véhicules est de 190 voitures réparties sur 2 ponts pour le C10000, et de 442 réparties sur 3 ponts pour le C14000. L'embarquement des véhicules se fait par une rampe située à l'arrière.

Tableau I : Caractéristiques générales des ferries rapides du type «Corsaire»

	Corsaire 10000	Corsaire 14000
Longueur (<i>length</i>)	103 m	140 m
Déplacement en charge (<i>deadweight</i>)	1600 tonnes	4000 tonnes
Puissance installée	24.3 MW	66.2 MW
Passagers	782	1742
Voitures (<i>cars</i>)	190	442
Voitures + camions (<i>car-truck</i>)	110 + 10	276 + 30
Vitesse de croisière (<i>speed</i>)	35 nœuds	40 nœuds

La suite de l'article présente des techniques et outils de conception récemment mis au point afin de réduire le temps de conception et de permettre un échantillonnage rationnel dès les premières étapes du projet. Ces deux aspects sont très importants en phase de passation du marché pour remettre une offre la plus fiable possible.

3. AVPRO ET LBR-5, DEUX NOUVEAUX OUTILS D'AVANT-PROJET

Depuis plusieurs années, Principia Marine (*ex Institut français de Recherches de la Construction Navale*) développe une chaîne d'outils destinée aux études d'avant-projet et de projets des bateaux. Cette chaîne (Figure 2) contient des outils de conception d'avant-projet (AVPRO) et intègre un échantillonnage automatisé et une optimisation structurelle sur des bases rationnelles (LBR-5). Elle intègre également des outils numériques classiques (FEM), linéaires et non-linéaires, permettant des analyses structurelles d'ensemble et de détail, pour permettre des analyses de vibration, carène liquide, résistance ultime, chocs et impacts.

Ces développements sont principalement articulés autour d'un logiciel de base, baptisé AVPRO (*AVant-PROjet*) qui permet à l'architecte naval de définir de façon préliminaire et sommaire les formes de la carène, d'effectuer les calculs de stabilité, de compartimentage, etc., mais également de créer un premier GA (*General Arrangement*). Une des fonctions les plus importantes en avant projet est l'obtention du devis de masses, qui permet de valider le concept du navire (par une répartition longitudinale correcte des masses, et par le positionnement du centre de gravité conduisant à une assiette correcte et à une stabilité en flottaison satisfaisante). AVPRO permet ainsi à l'architecte naval de formaliser rapidement les grandes lignes de son projet et d'en vérifier les grands équilibres, ceci avant d'engager des études plus détaillées faisant appel aux moyens traditionnels.

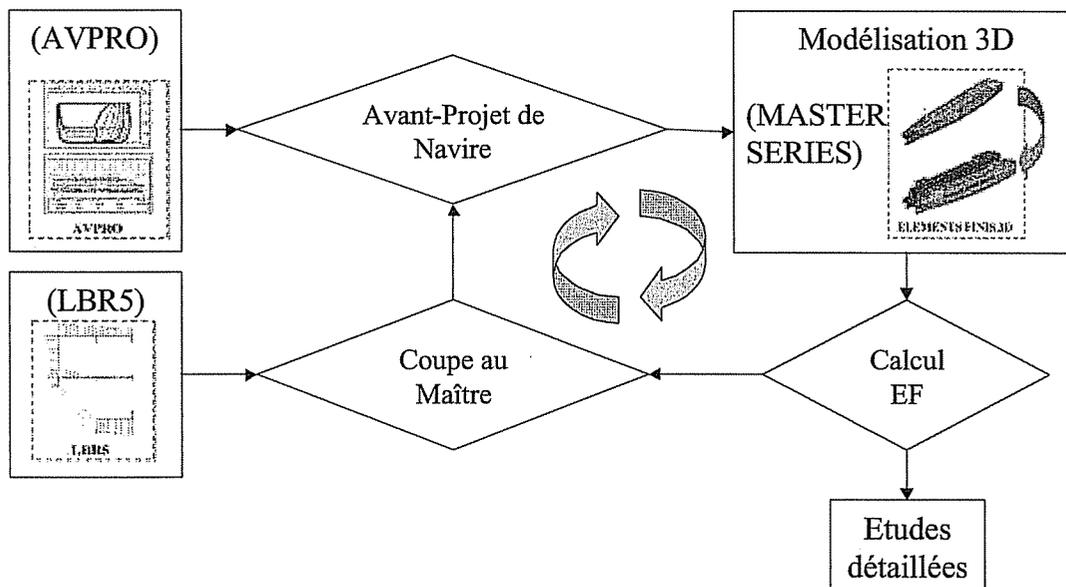


Figure 2 : La chaîne de calcul d'avant-projet.

En ce qui concerne la partie structure, AVPRO ne possédant initialement pas de noyau propre de calcul, il a été décidé de s'appuyer sur le logiciel LBR5 pour le calcul de structure (échantillonnage) ainsi que son optimisation (Figures 2 et 3). Ce logiciel développé à l'Université de Liège (ANAST) est donc utilisé au sein du processus d'avant-projet. D'abord pour obtenir un premier échantillonnage de la coupe au maître et ensuite pour l'optimiser. Cette coupe au maître est ensuite réutilisée par AVPRO pour compléter (affiner) le devis de poids.

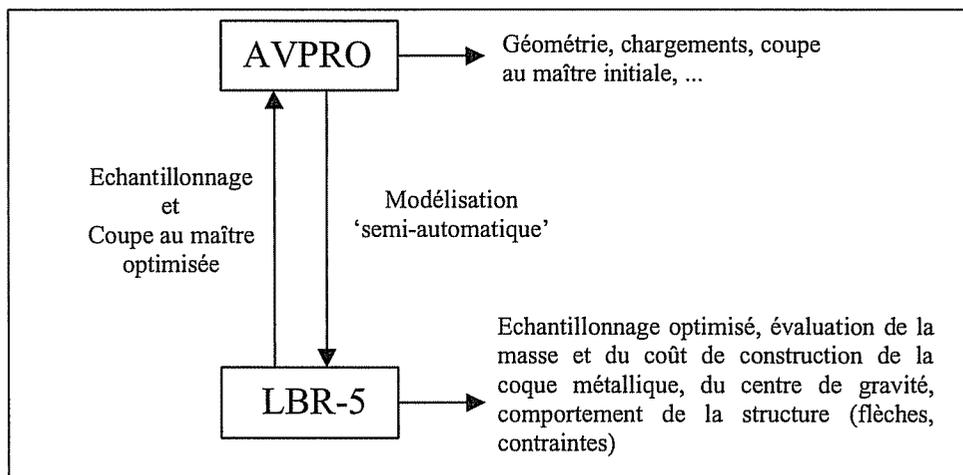


Figure 3 : Interface entre AVPRO et LBR-5

Afin de permettre un transfert automatique des données entre les deux logiciels, LBR5 a été interfacé avec AVPRO (Figure 3). La création du modèle est pour l'instant semi-automatique,

3.1.2. Stabilité et cloisonnement

AVPRO propose en plus de la définition de formes plusieurs fonctions qui en font un véritable logiciel de conception. Tout d'abord, il donne, à partir d'une estimation de la position du centre de gravité, des informations sur la stabilité, en particulier la courbe des bras de levier de redressement.

Il propose également une aide à la détermination des positions des cloisons étanches. Pour cela, il effectue un calcul des longueurs envahissables ainsi qu'une vérification de la stabilité après avarie (Figure 5).

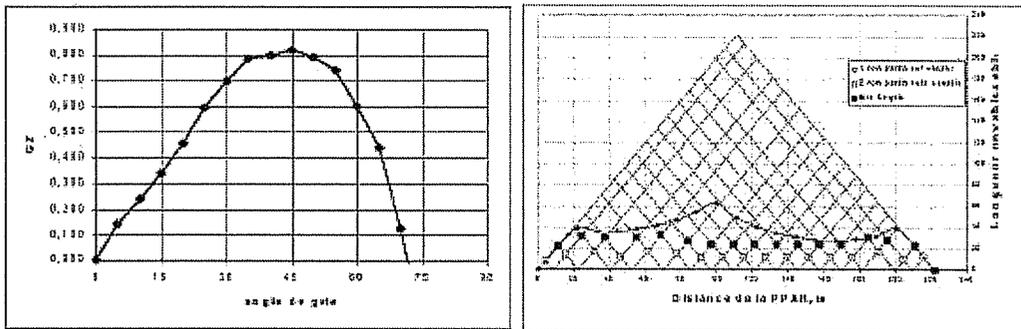


Figure 5: Exemple d'informations fournies: stabilité, longueurs envahissables.

3.1.3. «General Arrangement» et chargements

Il est possible de définir très rapidement un premier plan d'arrangement général, et d'affecter aux différentes zones des fonctions: zones passagers, zones équipage, zones cargos, local machine, soutes, réservoirs, etc. La mise en place des différents éléments de propulsion (moteurs et propulseurs) est aussi visualisable graphiquement (Figure 6). Un bilan des espaces aménagés est ainsi rapidement proposé à l'architecte qui peut vérifier l'adéquation de l'arrangement choisi avec la mission du navire.

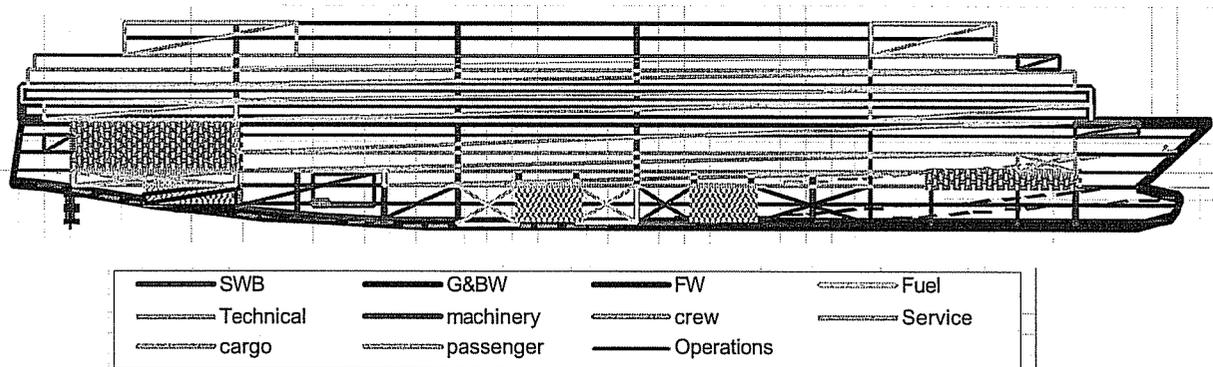


Figure 6: Exemple de premier plan d'arrangement général (GA) généré avec AVPRO

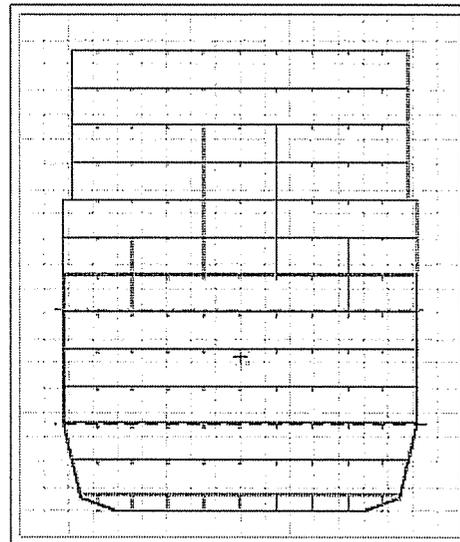
Enfin, un dimensionnement des principaux systèmes auxiliaires est proposé afin d'établir une liste des équipements. A savoir :

- Mouillage (calcul du nombre d'Armement, dimensionnement de l'ancre, des chaînes et du guideau),
- Propulseur d'étrave éventuel,
- Appareil à gouverner,
- Equipement de sauvetage,
- Ventilation et air conditionné (volumes d'air),
- Systèmes d'assèchement (pompe) et lutte incendie,
- Système de gazoline,
- Etc.

3.1.4. Devis de masses

Le logiciel permet la définition de la structure, afin d'effectuer un premier devis de masse. Des échantillonnages préliminaires sont définis et une coupe au maître est générée (Figure 7).

Figure 7:
Illustration de la coupe au maître
définie dans AVPRO



Le devis de masse de la structure (qui représente typiquement environ 40% du déplacement d'un navire), est calculé très précisément sur la base du développement de la forme définie en 3D, ce qui le rend particulièrement fiable. Les autres postes du devis de masses sont calculés et répartis en fonction du «General Arrangement» défini avec l'utilisateur (Figure 6).

3.2 LBR5, un outil d'échantillonnage et d'optimisation

LBR5 [1-4] est un outil polyvalent de calcul et d'optimisation des structures métalliques. Il s'adapte aussi bien au calcul des structures hydrauliques [4] qu'aux structures navales et flottantes [1-3]. Sa polyvalence mais surtout sa flexibilité permet de l'utiliser dès l'avant-projet en combinaison avec AVPRO. Il permet de contourner l'obstacle d'une modélisation nécessitant une importante série d'informations et de détails (assemblage, connections,...) qui ne sont pas disponibles en phase d'avant-projet. Même si ces informations/détails sont disponibles (grâce aux expériences antérieures), le coût humain pour en tenir compte est si grand qu'il n'est économiquement pas possible de les modéliser. Cet obstacle est tel qu'une modélisation

d'ensemble par la méthode des éléments finis (FEM) n'est pas envisageable pour des bateaux civils au stade de l'avant-projet. LBR-5 en association avec AVPRO apporte une solution à ce problème.

L'utilisation de cet outil permet d'abord d'effectuer les calculs structuraux (locaux et globaux) nécessaires à la définition de l'échantillonnage. Ces calculs sont réalisés sur base de calculs directs basés sur la théorie de la résistance des matériaux et de la mécanique des solides. Cela permet d'y recourir même lorsque l'on a affaire à une structure nouvelle, non-standard ou dont les caractéristiques (taille, vitesse, géométrie) ne permettent pas d'utiliser les règlements des sociétés de classifications.

Ensuite, l'outil permet d'optimiser cet échantillonnage. Il est très important d'optimiser au stade de l'avant-projet car ensuite, les délais sont tels que les grandes orientations (paramètres) sont prises et ne peuvent plus être modifiées. Cela est très dommageable car c'est précisément en modifiant les paramètres de base (plan d'implantation, espacement entre couples, espacement standard entre lisses, etc.) que le gain sur le coût ou sur poids peut être le plus significatif. Un modèle FEM n'étant pas possible à ce stade, LBR-5 est quasiment un outil unique en son genre.

La standardisation (dimensions des cabines, tailles des fenêtres/hublots,...) est telle qu'une fois le contrat signé, il n'existe presque plus aucune marge de manœuvre pour optimiser la structure. Les dimensions des mailles sont fixées par la taille des cabines, les épaisseurs correspondent bien souvent aux épaisseurs minimales requises par la classification, et cela venant s'ajouter aux standards (habitudes) du chantier, les opportunités d'optimisation n'existent plus au niveau de la structure. Il reste cependant encore la possibilité d'amélioration de la production (heure/tonne).

La fonction objectif que le logiciel minimise est, au choix, le poids ou le coût global de construction de la coque métallique (coût de la main d'œuvre + prix des matériaux). Il constitue par conséquent un outil efficace de comparaison entre différentes alternatives/configurations. Ainsi la Figure 8 présente l'évolution du poids et du coût en fonction de l'espacement entre couples. Autre avantage décisif est sa capacité, dès l'avant-projet, d'intégrer le processus de fabrication au niveau de la conception et dès lors au niveau de l'échantillonnage de la structure. L'optimisation est donc double, au niveau structural (échantillonnage) en tirant un profit maximum des gains possibles (coûts) en matière de production.

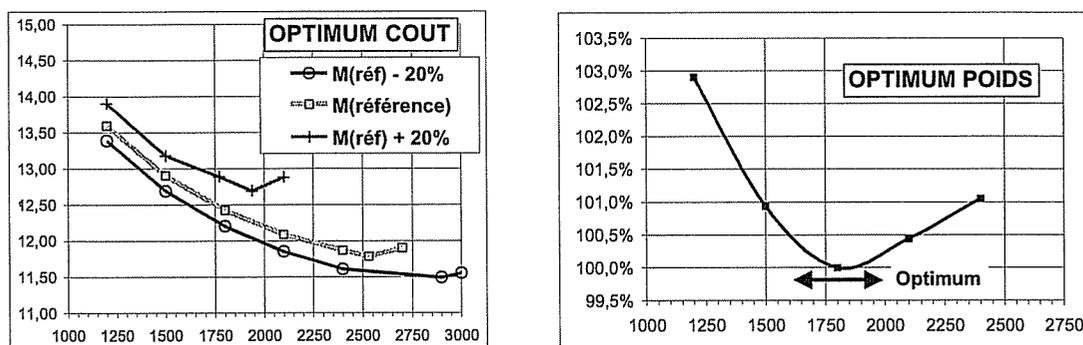


Figure 8 : Evolution du poids et du coût en fonction de l'espacement entre couples.

La Figure 8 donne une courbe du poids en fonction de l'espacement entre couples. Il s'agit d'un optimum relativement plat. Il existe donc une plage optimale plutôt qu'une valeur optimale. De façon similaire plusieurs fonctions du coût de construction sont présentées. Elles permettent de comparer l'effet du moment de flexion maximum sur la poutre navire sur l'optimum. Plus le moment de flexion est grand, plus l'espacement optimum doit être réduit. De tels graphiques sont d'une extrême importance pour définir au niveau de l'avant-projet les grands paramètres de base. Un choix judicieux permet une réduction de 5 à 10% des coûts de construction sans réduire la sécurité (*partial safety factors*).

La figure 9 témoigne synthétiquement du principe de modélisation.

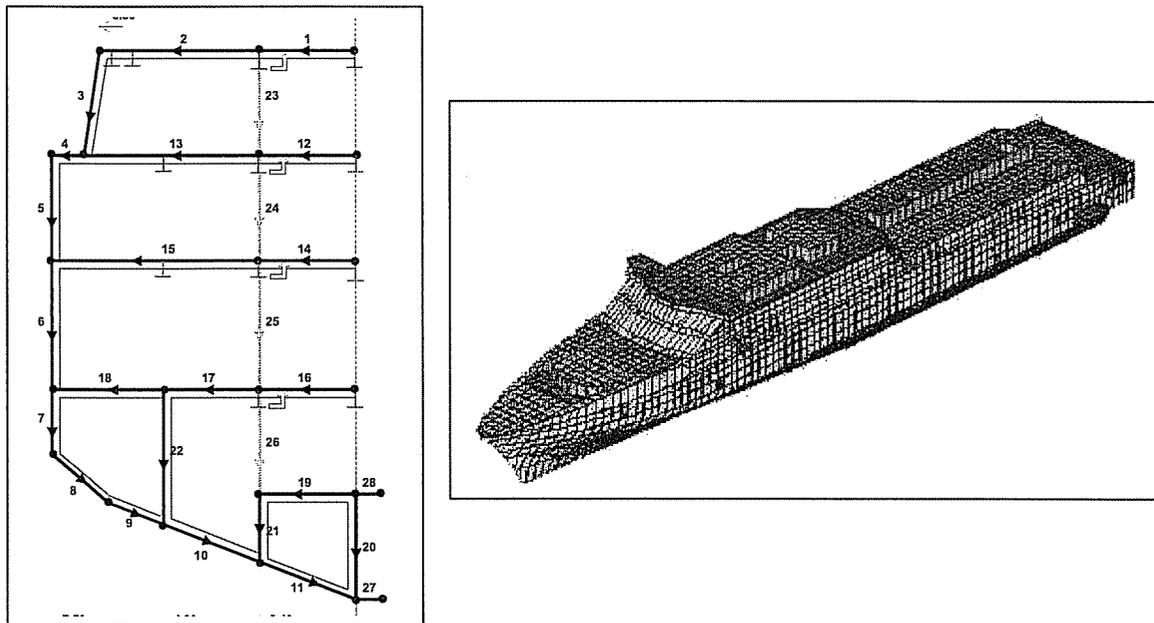


Figure 9 : Modélisation du maître couple d'un ferry rapide (Corsaire)

3.2.1. Etudes locales – maille élémentaire

LBR5 peut d'abord être utilisé pour les études locales des ponts, fonds, et muraille soumis à une distribution de pression (charge). Ces études permettent de dimensionner la « maille élémentaire » comprise entre deux éléments transversaux (cadres, varangues, barrots, ...), et deux éléments longitudinaux (files d'épontilles, cloisons longitudinales, bordé). Cette maille comprend les lisses (raidisseurs longitudinaux de moindres dimensions). Le modèle LBR5 utilisé pour ces sous-structures (mailles) est très simple, et ne comporte qu'un seul panneau (ou élément) dont les extrémités sont appuyées ou encastées, suivant les cas. L'étude des fonds et du bordé (muraille) à la pression d'impact de la houle (slamming) se fait sur le modèle complet du navire, en bloquant l'optimisation des panneaux autres que ceux étudiés.

Les pressions utilisées pour le chargement sont issues des règlements des sociétés de classifications (BV, ABS, DnV, GL, ...), et correspondent à des charges liées aux aménagements

(espaces passagers), aux cargaisons, aux pressions hydro et éventuellement à des forces d'impact (slamming) (Figure 10).

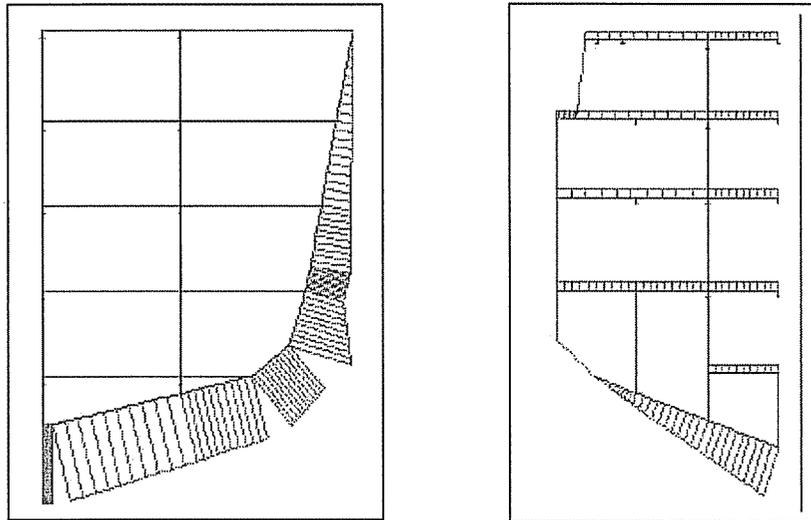


Figure 10 : Pression réglementaire (BV2000) sur le bordé d'un navire rapide (à gauche), Charge de pont (à droite).

Les études locales déterminent «*l'échantillonnage minimum*» des éléments principaux transversaux (barrots, varangues, membrures, montants,...), des lisses, des tôles, ainsi que les distances maximales entre couples (transversalement) et entre lisses (longitudinalement).

3.2.2. Etude de poutre navire – Flexion d'ensemble

Après avoir effectué toutes les études locales, les «*échantillonnages minimums*» déterminés sont ré-injectés dans le modèle LBR5 global en tant que bornes minimales d'optimisation.

Le modèle global est chargé de manière équilibrée, afin de représenter au mieux les descentes de charge à travers les éléments verticaux (de pont à pont). Deux cas de calcul sont généralement considérés, qui sont les cas réglementaires de flexion en «*arc (hogging)*» et «*contre-arc (sagging)*» (Figure 11).

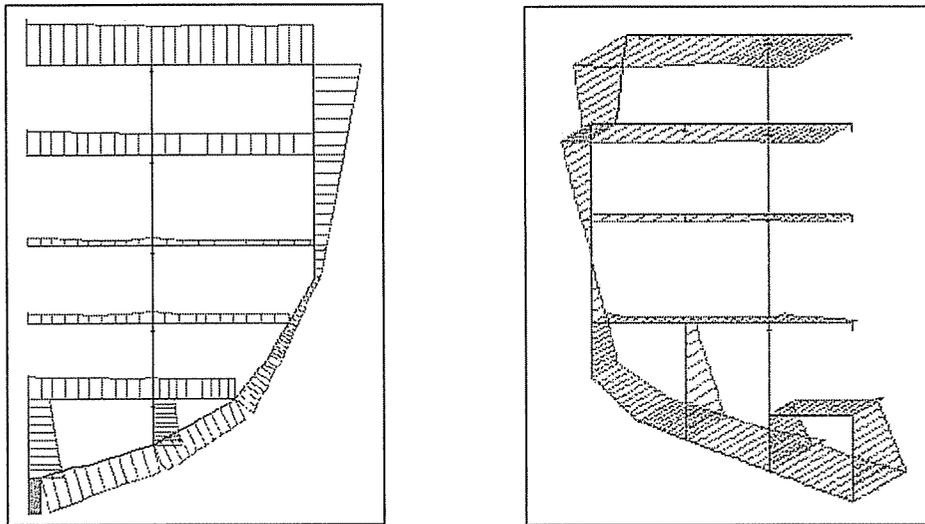


Figure 11a : Etat de contraintes dans des navires rapides soumis au moment réglementaire de flexion d'ensemble de la poutre navire.
 Contraintes de von-Mises (à gauche), Contraintes longitudinales (à droite).

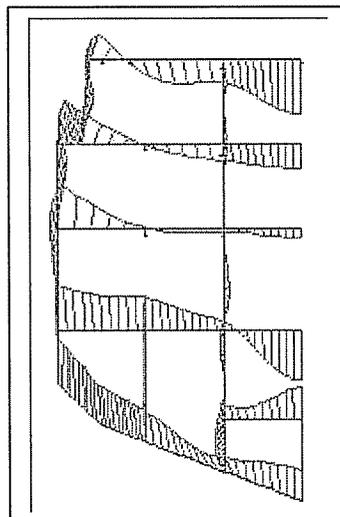


Figure 11b : Etat de déformation d'un navire rapide soumis à la flexion d'ensemble en arc.

3.3. Calcul 3D par la méthode des éléments finis (FEM)

La chaîne avant-projet de Principia Marine comprend également les outils numériques nécessaires à un premier calcul 3D global par la méthode des éléments finis (Figure 11). Ces outils permettent de modéliser très rapidement un navire, en s'appuyant sur un certain nombre d'hypothèses simplificatrices. En particulier, l'utilisation de la forme de carène simplifiée définie

dans AVPRO permet de réduire sensiblement les difficultés et le temps de maillage, tant et si bien que ce type de calculs peut désormais être effectué en phase d'avant-projet.

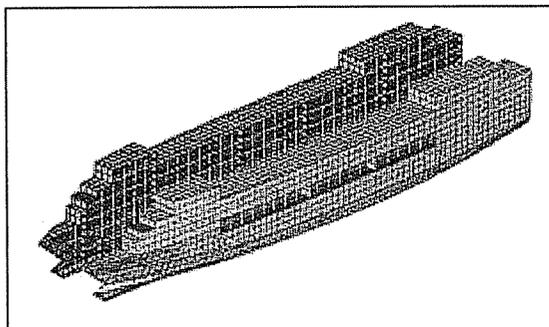


Figure 11 : Modèle EF éclaté créé grâce aux outils de la chaîne avant projet Principia Marine

La modélisation 3D intervient après l'optimisation de la coupe au maître par LBR5. Elle vise à mesurer l'impact des formes (pincement avant et arrière) et des accidents géométriques (ouvertures, etc...) sur le comportement de la structure. Les échantillonnages utilisés dans le modèle 3D sont ceux déterminés par LBR5.

La modélisation ainsi effectuée permet de mieux comprendre comment la structure travaille dans son ensemble, à un stade amont où les modifications sont plus aisées à mettre en œuvre. En contrepartie, les simplifications apportées ne permettent pas d'obtenir le même degré d'information que l'on retrouve dans les modèles éléments finis classiques, tels ceux illustrés par la figure 12. Cependant, si de tels modèles permettent un affinage systématique des échantillonnages et des détails structurels, ils interviennent trop tard dans le projet pour permettre de reconsidérer les grands principes structuraux adoptés lors de la conception.

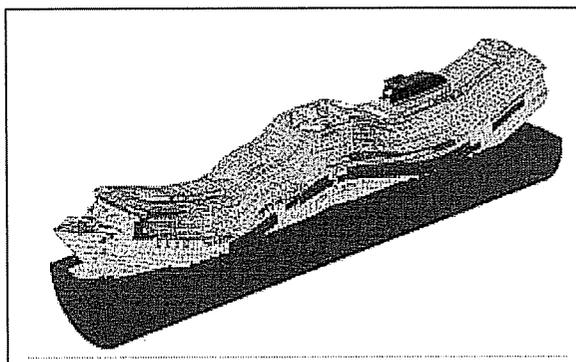
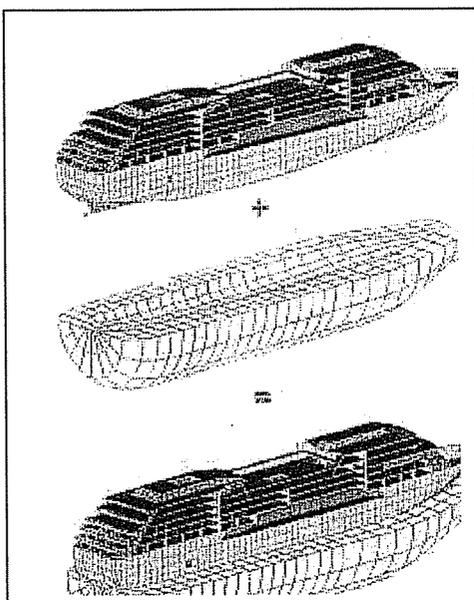


Figure 12 : Modèle EF fluide-structure et étude des modes propres de vibration

De tels calculs par éléments finis en avant projet menés sur une structure issue de LBR5 ont permis d'effectuer des comparaisons entre les contraintes calculées par LBR5 et celles calculées par l'analyse éléments finis dans la zone milieu du navire. Cette comparaison donne des résultats très satisfaisants, la différence entre les deux types de résultats n'excédant généralement pas quelques MPa, excepté dans certaines zones correspondant souvent à une particularité des éléments finis (éléments très pincés, par exemple).

La Figure 13 montre une simulation numérique d'une collision entre un navire et une porte d'écluse. Les outils utilisés pour cette simulation ont également été mis en œuvre pour des collisions entre navires. Ils sont cependant assez lourds à mettre en œuvre, et ne sont destinés qu'aux phases de développement aval, à des fins de vérification. De tels phénomènes nécessitent l'utilisation d'éléments finis ayant des propriétés de non linéarité et permettant les grands déplacements. Afin de valider de tels éléments, des simulations sur des composants doivent être effectuées (modélisation d'une structure amortissante – comparaison calcul-essais). La Figure 14 traite des simulations hydrodynamiques qui peuvent également être effectuées à l'aide d'outils liés à la chaîne de calcul de Principia. Il s'agit par exemple de la simulation numérique du phénomène de slamming et de l'étude du mouvement d'une carène liquide dans un compartiment. D'autres problèmes d'une grande importance telle que la fatigue ne sont pas abordés ici mais font partie du défi technologique qu'est la conception des bateaux à passagers.

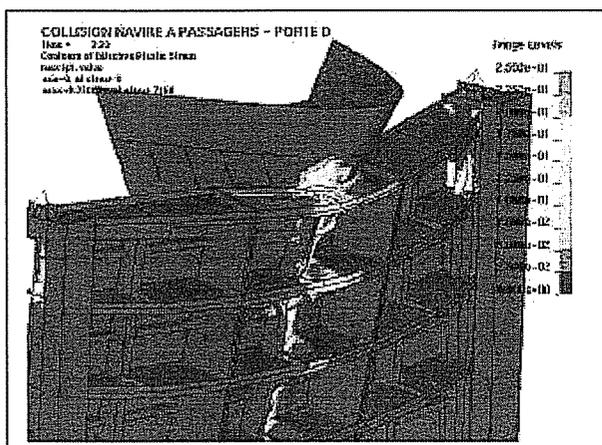


Figure 13.

Collision d'un navire avec une porte d'écluse

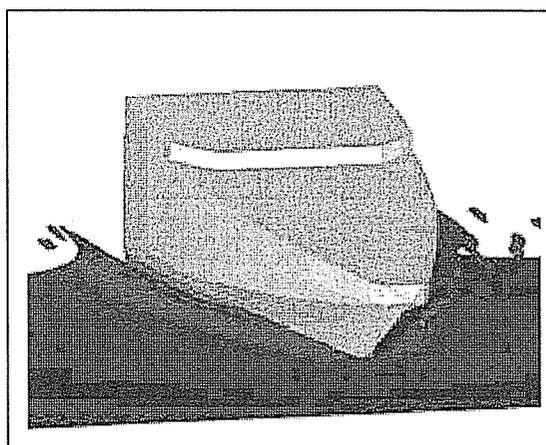


Figure 14

Etude du slamming

4. CONCLUSIONS

Afin de répondre aux besoins du transport maritime des passagers: rapidité, convivialité et souplesse, il est essentiel qu'un outil d'avant-projet permette une définition interactive du navire, l'architecte ayant ainsi un retour immédiat des données modifiées. Ceci permet un bouclage complet du projet dans un délai très court, laissant au bout de quelques heures de travail une base saine pour développer un projet.

Par une approche essentiellement rationnelle, un tel outil est particulièrement adapté aux projets

innovants, pour lesquels il n'existe pas de base de données statistiques. Ainsi, des données comme la position du centre de gravité, la distribution de masse, le poids, le coût, etc., sont physiquement calculées, et ne sont pas issues de formules statistiques/empiriques établies sur un type de navire bien spécifique.

L'apport d'un outil d'optimisation adapté à la conception (pré-contrat) est un atout important afin de combiner échantillonnage rationnel et minimisation des ressources (poids ou coût de construction).

5. REFERENCES

- [1] Rigo Ph., 2001, A Module-Oriented Tool for Optimum Design of Stiffened Structures, Marine Structures, Elsevier Science Ltd., vol 14/6, pp. 611-629
- [2] Rigo Ph., Fleury C., 2001, Scantling Optimization Based on Convex Linearizations and a Dual Approach, Marine Structures, Elsevier Science Ltd., vol 14/6, pp. 631-649
- [3] Rigo Ph., 2001, Least-Cost Optimization Oriented Preliminary Design, Journal of Ship Production, SNAME, vol 17/4, pp202-215.
- [4] Rigo Ph., 1999, Least Cost Optimum Design of Stiffened Hydraulic and Floating Structures, AIPCN- PIANC Bulletin, n°101, pp33-45.
- [5] Hage A., Marchal J., Rodriguez S. (1994), Logiciel d'aide à la détermination détaillée du poids et du bilan électrique d'un navire, 94ème session de l'ATMA, Paris, Avril 1994.
- [6] Pradillon J.Y. et al., Design Methods, Rapport du comité technique IV.2, 14th Int. Ship and Offshore Structures Congress, vol.1, Edt. Ohtsubo et Sumi, Elsevier, Japon, 2000, pp461-517.
- [7] Goubault Ph., 1999, Preliminary design in a modern computerized environment, ATMA Conference, Paris.

Mots clefs: Conception des navires, structure navale, bateau rapide, bateau à passagers, ferry-boat, technologie du transport maritime, outils d'avant-projet, méthode des éléments finis.

Keywords: Ship Design, Ship structure passenger vessels, fast ship, ferry, maritime transportation technology, preliminary design software, Finite Element Analysis (FEA)



Book of Abstracts
Volume 1
Edited by R.J. Cox

30th PIANC – AIPCN Congress

22 – 26 September 2002
Sydney, Australia

ISBN 1877040 10X

Published By:

The 30th PIANC – AIPCN Local Organising Committee on behalf of the PIANC General Secretariat, Graaf de Ferraris-gebouw – 11th Floor Boulevard du Roi Albert II 20, B. 3 B-1000 Brussels, Belgium and the Institution of Engineers, Australia, 11 National Circuit, Barton, ACT., September 2002.

Disclaimer:

The PIANC General Secretariat and the Institution of Engineers, Australia is not responsible for any statements made or opinions expressed in this publication.

PIANC-AIPCN Hub Page

The 30th PIANC-AIPCN Congress

22-26 September 2002, Sydney, Australia

Click on the BLUE text to activate the link.

 Welcome from the Chairman
 Welcome from the President
 Organising & Review Committees
 Sponsors
 Conference Brochure

 Table of Contents
 Author Index: Brief or Detailed
 Abstracts: Book or Cards
 Manuscripts
 Conference Program

Edited by R J Cox

ISBN 1877040-096. Proceedings on CDROM of the 30th PIANC-AIPCN Congress. Copyright 2002 PIANC General Secretariat Graaf de Ferraris-gebouw - 11th floor Boulevard du Roi Albert II 20, B. 3 B-1000 Brussels, Belgium and the Institution of Engineers, Australia, 11 National Circuit, Barton, ACT. All rights reserved. No part of this CDROM may be reproduced or transmitted in any form or by means, electronic or mechanical, including photocopying, recording, or by any information retrieval systems, without permission in writing from PIANC General Secretariat and the Institution of Engineers, Australia.

Legend:  [View Manuscript](#)  [View Abstract Card](#)



4C : Recreational Navigation and High Speed Craft

- 729   Planning of Recreational Navigation and Water Sports in Relation to Nature - (J.U. Brolsma)
- 742   Development of Recreational Navigation Facilities in Italy - (Edoardo Almagià, Elio Ciralli, Marcello Conti, Antonio Di Monte, Paolo Viola, Angelo Zerilli)
- 754   La Conception des Navires Rapides à Passagers: un Défi Technologique du Début du 21^{ème} Siècle - (Nicolas Besnard, Philippe Goubault, Christian Gaudin, Philippe Rigo)
- 770   Effects on the Shoreline of Fast Ferries in Tory Channel, New Zealand - (M.B. Single)

4D : Marine Safety

- 783   Marine Safety Management Systems for Ports - Current Developments in the UK - (J. Innes Thomson)
- 793   Recent Efforts to Improve the Maritime Safety Issues in the Northern Baltic Sea - (Jorma Rytönen, Markku Mylly, Roman N. Chernyaev, Arvo Veskimets)
- 805   Safety Management of Vessel Traffic in Ports and Waterways - (Kinzo Inoue, Young Soo Park, Hideo Usui, Wataru Sera, Kenji Masuda)
- 817   Sydney Ports Complete Harbour Management System - (B. Pacheco)