

**Zeitschrift:** Ingénieurs et architectes suisses  
**Band:** 115 (1989)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Vraquier polyvalent: caractéristiques principales du design  
**Autor:** Marcacci, Elio  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-76885>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 07.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

D'autres pays encore n'étaient pas représentés à Istanbul pour la simple et bonne raison que la coupole n'occupe pas une place importante dans leur espace construit.

Mais alors, quels sont les facteurs déterminants ou quelles sont les conditions à remplir pour que la coupole soit une forme de construction applicable ?

Est-il besoin d'une tradition - importante aussi bien psychologiquement que techniquement - ou plutôt d'un esprit novateur ? La coupole est-elle une forme concurrentielle dans un certain contexte industriel seulement ?

S'intègre-t-elle dans le tissu urbain des grandes agglomérations seulement ? Ses qualités sont-elles mises en valeur dans des régions à climat clément seulement ?

Autant de questions auxquelles l'auteur de cet article ne saurait ni ne voudrait apporter de réponse ; mais il est persuadé que de nombreux architectes et ingénieurs intéressés sauront répondre et apprécier l'opportunité et l'avenir du dôme en tant que forme de construction applicable à la Suisse. Pour conclure, nous tenons à remercier ici le professeur I. Mungan de Mimar Sinan Üniverstesi, qui a été

l'initiateur et le principal organisateur du symposium. Sa stature scientifique a assuré à cette rencontre le plus haut niveau. Ses qualités humaines ont réservé à chacun des participants un accueil chaleureux dans sa pittoresque ville et au symposium.

Adresse de l'auteur:  
Aurèle Parvu  
Ingénieur civil SIA  
34, rue du Nant  
1207 Genève

## Vraquier polyvalent

### Caractéristiques principales du design

**Comment, avec une formation non traditionnelle, un ingénieur suisse peut participer au développement de techniques qui ne nous sont pas familières, tel pourrait être l'intitulé de cet article dans lequel M. Elio Marcacci (voir encadré ci-contre) aborde un sujet peu courant dans nos colonnes : la construction navale. Pour un vraquier polyvalent, il présente en effet ici les conclusions d'une évaluation économique dont son bureau d'études a été chargé et qui portait sur le design de navires de tailles et de types différents.**

### Rédaction

#### Description du navire

Vraquier polyvalent à une hélice et propulsion par moteur diesel, d'une largeur maximale pour la traversée du canal de Panama et convenant au trafic maritime mondial.

PAR ELIO MARCACCI,  
VÉSENAZ

Navire à un pont, avec les emménagements suivants sous le pont :

- citerne de coqueron avant
- 7 cales de cargaison
- salle des machines
- citerne de coqueron arrière.

L'équipage est logé à l'arrière, dans un rouf de six étages donnant une bonne visibilité de la passerelle sur les conteneurs arrimés sur le pont.

#### Port en lourd et tirant d'eau

Le port en lourd est d'environ 69 140 t. Le tirant d'eau à pleine charge est de 13,6 m bas de la quille en eau salée de PS<sup>1</sup> = 1,025.

#### Objectifs et modifications

Pour un tel vraquier, les modifications aux caractéristiques de son design qui sont le plus favorables aux armateurs - d'où intérêt accru du design sur le

marché - sont, par ordre d'importance :

1. Augmentation du taux de fret de la cargaison.
2. Augmentation du temps pendant lequel le navire rapporte un revenu.
3. Augmentation de la capacité de chargement par voyage, d'où réduction des coûts de voyage par mille nautique.
4. Diminution de la consommation globale de combustible.
5. Diminution du prix du combustible.
6. Réduction des besoins totaux en énergie à bord.
7. Abaissement des coûts de production du navire.
8. Accélération des opérations de manutention, donc gain de temps de relâche dans les ports et rotation plus rapide.
9. Réduction du poids de l'acier total.
10. Augmentation de la vie du navire.
11. Réduction des délais de construction.

Les points 1 et 5 sont déterminés par la situation du marché et, par conséquent, ils n'ont pas été pris en considération.

Le point 3 peut être réalisé par une amélioration au niveau de la navigation et le respect de l'itinéraire, mais il peut également être influencé par

M. Elio Marcacci est né en 1943 en Suisse. Architecte industriel diplômé de la Carnegie-Mellon University de Pittsburgh et ingénieur industriel diplômé du Massachusetts Institute of Technology, il a travaillé comme ingénieur chez Quickborner Team, Cybernetic of Planning and Organization à Hambourg, avant de diriger la Division industrielle Siteco-Fiat à Turin. Actuellement ingénieur-conseil indépendant, il a été volontaire du Corps suisse d'aide en cas de catastrophe de 1974 à début 1988 et est cadre de milice de l'Approvisionnement économique du pays, responsable de la coordination entre les offices de l'alimentation et de l'industrie.

l'équipement à disposition, la forme de la coque et le dessin du gouvernail. Bien que le point 10 puisse être influencé par le dessin structurel, il dépend probablement plus de la manière dont le navire est manié, exploité, géré et entretenu.

Donc, dans notre projet, nous avons concentré nos efforts sur les autres objectifs énumérés ci-dessus. Voici un aperçu des moyens auxquels nous avons eu recours pour les réaliser.

#### Coûts de production, poids et délais

#### Points 7, 9 et 11

Dans le dessin structurel du navire, nous avons tout particulièrement veillé à ce que :

- le travail sur les différents éléments structurels soit réduit à un minimum ;
- l'assemblage des divers éléments en blocs et unités de montage soit aisés ;
- le montage des différents blocs et unités soit facile ;

<sup>1</sup>PS : poids spécifique.

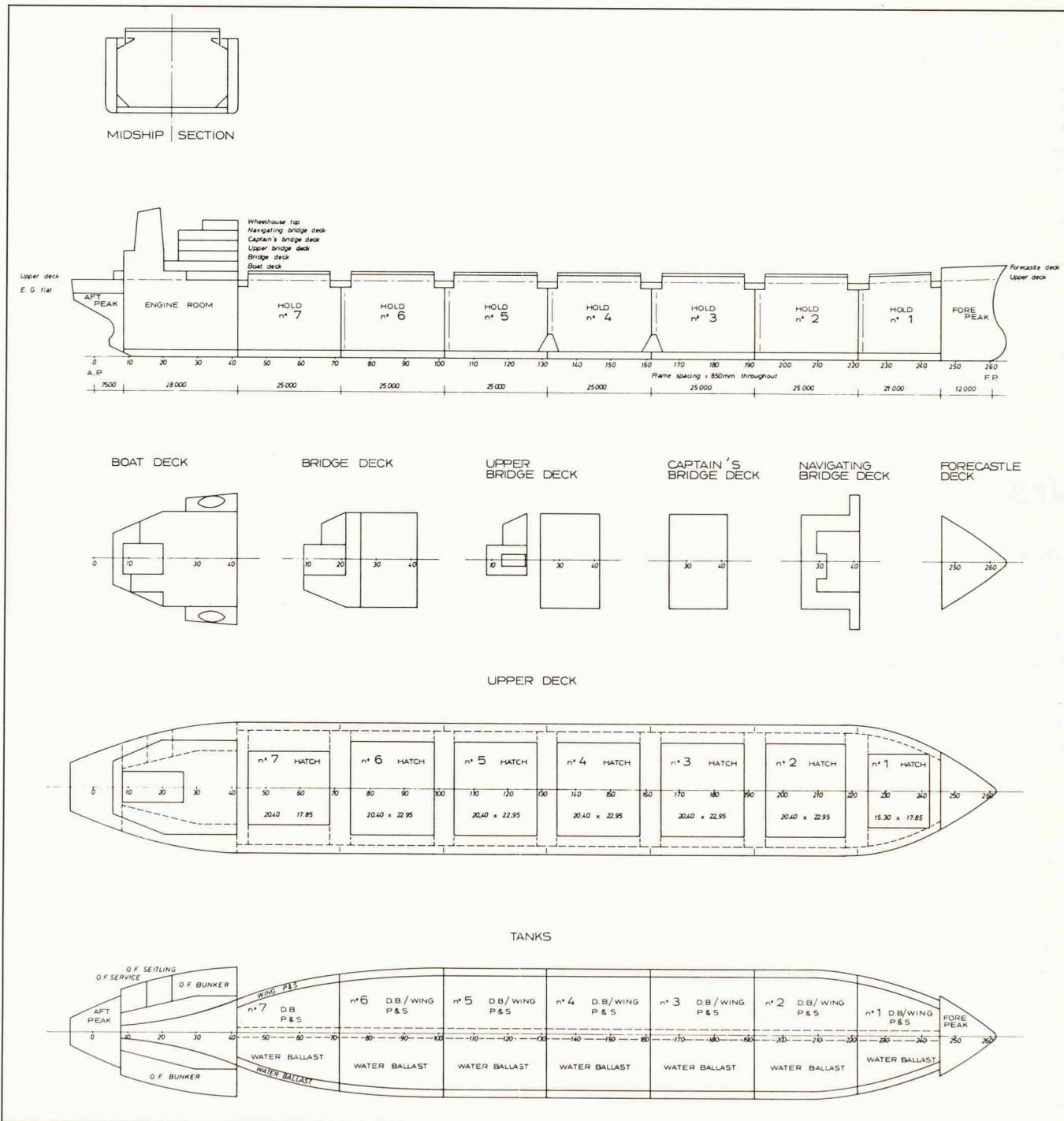


Fig. 1. — Disposition des cales.

- toutes les parties de la structure soient facilement accessibles et que l'espace de travail ne soit pas encombré;
- la double coque soit réduite au minimum.

L'utilisation d'acier de haute tension pour la superstructure centrale 0.4 L a permis d'en réduire le poids.

A l'exception de celles contiguës au ballast à eau, aucune cloison n'est en tôles de forme ni pourvue d'un renforcement de fond de coque.

Toutes ces dispositions contribuent à réduire le nombre d'heures de main-d'œuvre nécessaires à la construction du navire et, par conséquent, à abaisser les coûts de construction du navire et à raccourcir les délais de construction.

## Points 2 et 8

Les cales sont conçues de manière à être dépourvues de toute structure intérieure saillante.

Toutes les cales sont desservies par des écoutilles de grande dimension. Elles conviennent donc parfaitement à une vaste gamme de cargaisons, notamment :

- grains
- marchandises en vrac
- charbon
- minéraux
- bois en grume
- bois débité
- conteneurs
- produits finis en acier
- longs tuyaux
- outillage et équipement lourd.

Vu que les cales conviennent à des cargaisons extrêmement variées, le nombre de voyages sur lest devrait s'en trouver réduit. En outre, la capacité de 1334 conteneurs EVP<sup>2</sup> est un atout majeur.

La grande taille des écoutilles et le compartimentage des cales facilitent et accélèrent les opérations de chargement et déchargement.

La conception des cales présente encore d'autres avantages, notamment :

- a) arrimage sans choulage pour chaque cale
- b) nettoyage des cales plus facile, plus rapide et plus efficace

<sup>2</sup>EVP: équivalent 20 pieds.

- c) capacité identique en balles et en grains  
 d) des dégâts mineurs au flanc du navire n'affectent pas la cargaison.  
 Nos discussions avec des armateurs nous ont montré l'importance que ceux-ci attachent aux points a) et b).

#### Points 4 et 6

Plusieurs dispositions ont été prises pour réduire la consommation globale de combustible et les besoins énergétiques à bord, notamment :

- développement d'une forme de coque optimisant le rapport résistance/propulsion
- adoption d'un moteur diesel lent avec course de piston allongée, accouplé à une hélice de grand diamètre
- chaudière de gaz d'échappement et turbogénérateur à vapeur pour subvenir à tous les besoins du bord en électricité et en vapeur, en mer et au port.

#### Les caractéristiques du vraquier

##### Capacité

Capacité totale des cales  $\sim 83280 \text{ m}^3$   
 Capacité conteneurs en cale  $\sim 1008 \text{ EVP}$   
 Capacité conteneurs sur écouteilles  $\sim 326 \text{ EVP}$   
 Fuel  $\sim 2755 \text{ t}$   
 (PS = 0,92 rempli à 98%)  
 Huile diesel  $\sim 210 \text{ t}$   
 (PS = 0,90 rempli à 98%)  
 Huile de graissage  $\sim 55 \text{ t}$   
 (PS = 0,86 rempli à 98%)  
 Eau douce  $\sim 250 \text{ t}$   
 (PS = 1,00 rempli à 100%)  
 Ballast à eau  $\sim 22900 \text{ t}$   
 (PS = 1,025 rempli à 100%)  
 Ballast à eau/cale N° 4  $\sim 12600 \text{ t}$   
 (PS = 1,025 rempli à 100%)

##### Puissance, vitesse et autonomie

Le navire est conçu pour une vitesse en service d'environ 15 nœuds en état de chargement, résultant en un déplacement de 13,6 m bas de la quille, avec une marge de 15% pour encrassement de la coque et mauvais temps. L'autonomie à la vitesse précitée est d'environ 17250 milles nautiques, plus une réserve de combustible pour trois jours.

##### Structure

La muraille de la coque est conçue pour un tirant d'eau de 13,65 m haut de la quille et l'étrave est raidie pour un tirant d'eau avant faible lorsque le navire est sur lest.

La superstructure au milieu du navire est en acier de haute tension.

Toutes les cales sont renforcées pour le transport de cargaisons lourdes. Les cales N°s 2, 4 et 6 peuvent rester vides lorsque le navire transporte des minerais.

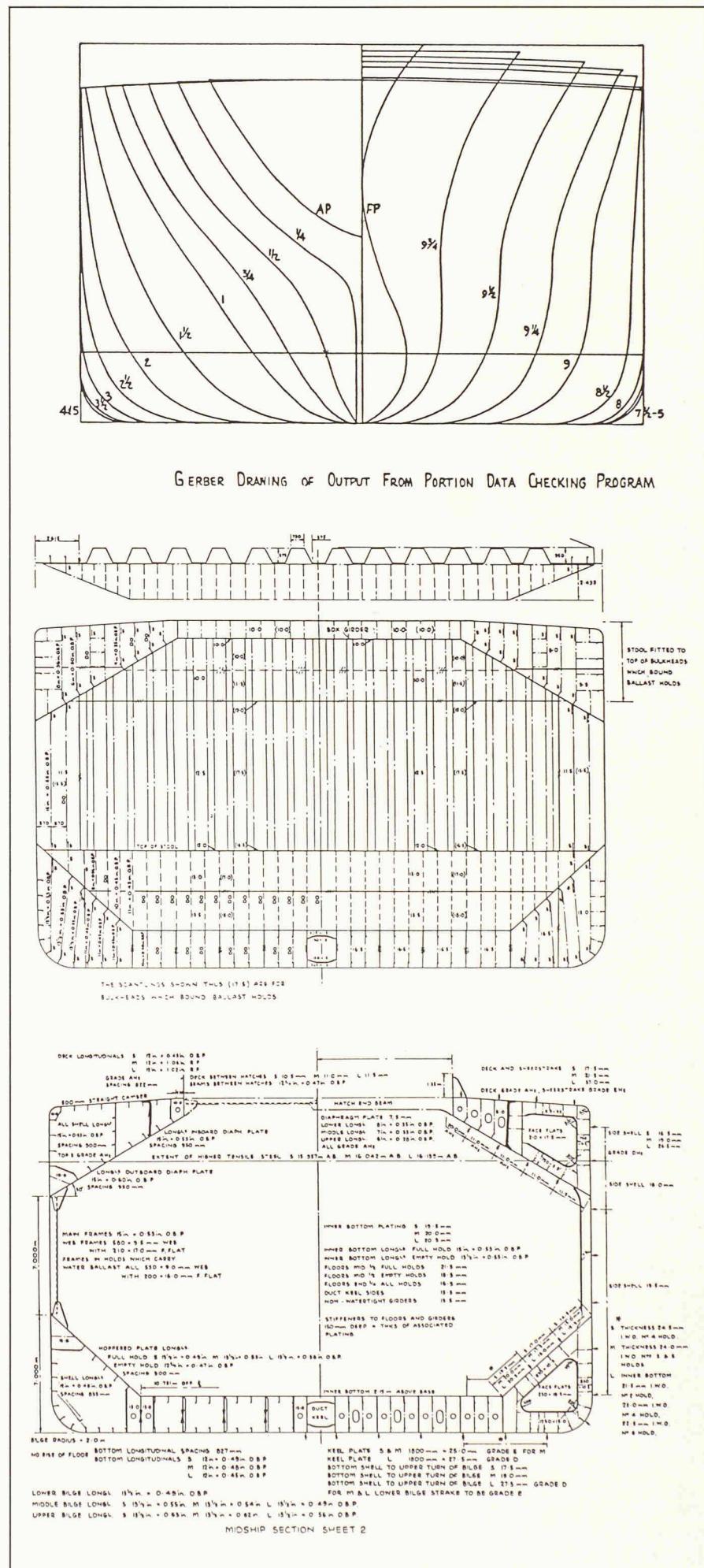


Fig. 2. — Carène et structure.

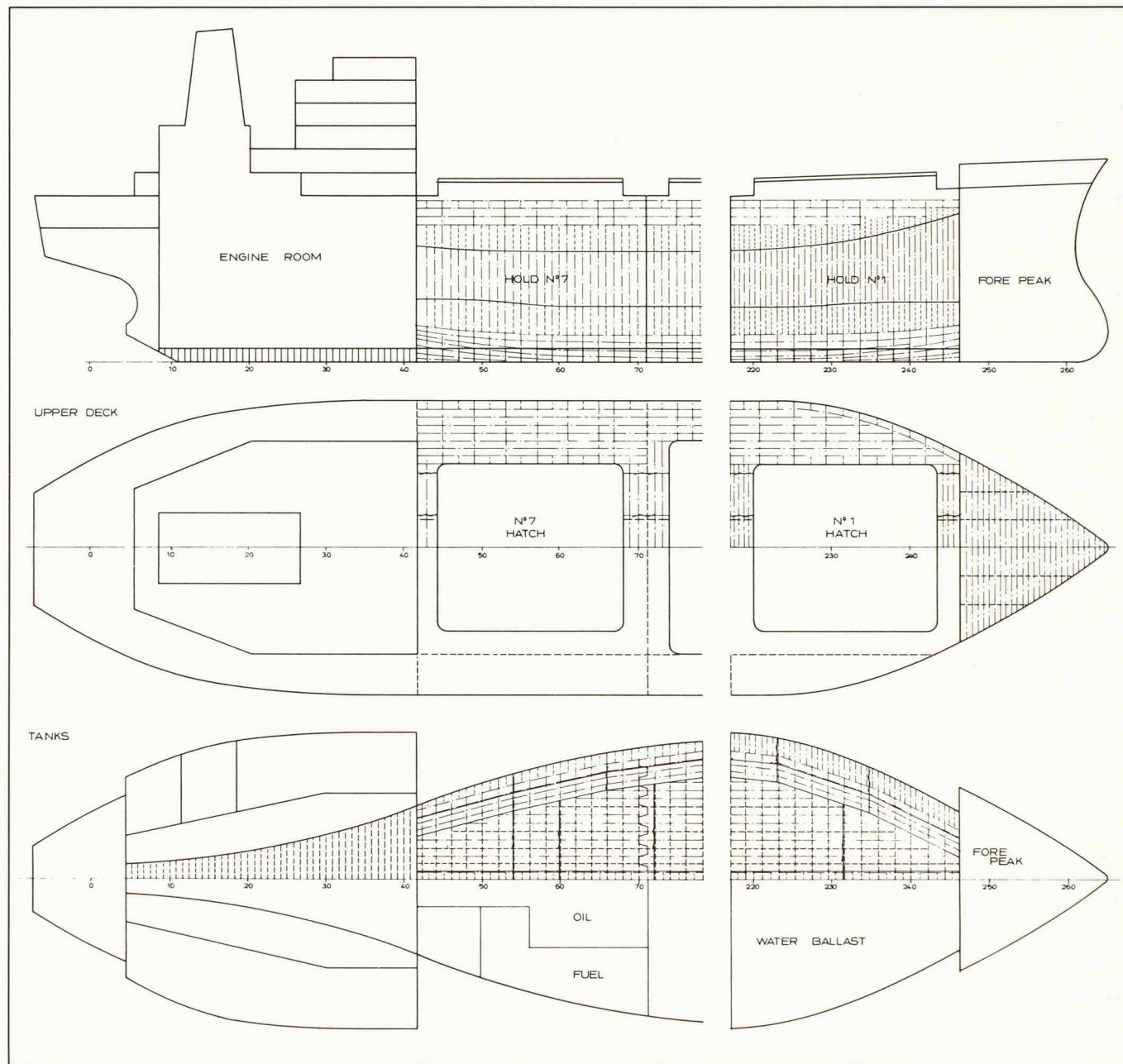


Fig. 3. — Disposition des écoutilles.

L'écouille N° 1 peut porter un étage de conteneurs, alors que les écoutilles N°s 2 à 7 peuvent en porter deux étages.

La cale N° 4 peut être remplie à 100% de lest d'eau.

#### Effectif

Capitaine	1
Officiers supérieurs	3
Officiers	10
Sous-officiers	6
Marins	16
Equipage total	36
Agents/Propriétaire	2
Effectif total	38

#### Machines

Moteur principal: diesel lent utilisant du fuel à 3,500 RW-I à 100°F. Energie: chaudière de gaz d'échappement et turbogénérateur à vapeur pour

subvenir à tous les besoins en électricité en mer (~ 625 kW). Deux alternateurs de 625 kW donnant 440 V, 3 phases, 60 Hz.

Hélice: une hélice à 6 pales, diamètre ~ 6,8 m, avec vitesse de rotation ~ 100 tr/min.

#### Autres atouts du design

Le navire répond à toutes les règles les plus récentes applicables à son type et à sa taille.

A notre avis, si le prix du fuel augmente de nouveau, la tendance sera de concevoir des navires dont la vitesse en service normale est plus basse qu'actuellement et d'optimaliser dans ce cadre leurs caractéristiques de résistance et de propulsion. Ainsi, les armateurs n'auraient pas à faire naviguer leurs navires à des vitesses réduites ne

correspondant pas aux spécifications optimales de l'hélice et de la coque. Cette tendance se remarque déjà au niveau des porte-conteneurs; nous prévoyons que la vitesse optimale de ces navires se situera aux alentours de 15 noeuds et que leurs coques seront plus larges pour permettre une augmentation de la capacité en conteneurs.

En élargissant simplement les écoutilles pour permettre trois rangées superposées de conteneurs sur les écoutilles (à condition que les critères de visibilité vers l'avant le permettent), la capacité en conteneurs peut être augmentée de 1334 à 1726 EVP. Un porte-conteneurs actuellement en service, dont les dimensions sont quasiment identiques, a une capacité de 1556 EVP.

Nous sommes convaincus qu'un marketing dynamique pourrait persuader les armateurs d'acquérir un porte-con-

teneurs filant 15 nœuds, de capacité plus grande et d'un prix unitaire par conteneur plus bas que tout autre actuellement en service. La plupart des expéditeurs et transitaires sont prêts à accepter un temps de transport légèrement plus long, s'il en résulte une réduction substantielle des coûts du fret.

Des vitesses plus basses permettraient également de réduire considérablement les pertes et avaries causées par une grosse mer.

## Conclusion

Notre objectif était de concevoir un navire de bonne vente, économique à l'exploitation et au maintien, capable de transporter un choix très varié de cargaisons et dont le temps de construction soit plus court que celui requis pour des navires semblables actuellement en construction.

Nous avons tenté de donner un aperçu de nos objectifs et réalisations, mais sommes parfaitement conscients du

fait que notre description soulèvera plus de questions qu'elle ne donne de réponses. Toutes les demandes de renseignements complémentaires sont les bienvenues.

Adresse de l'auteur:  
Elio Marcacci  
Bureau de méthodes  
et d'ingénierie industrielles BMI  
56, ch. du Vieux-Vésenaz  
Case postale 65  
1222 Vésenaz

# La nouvelle norme SIA 181 «Protection contre le bruit dans le bâtiment»

La notion de confort acoustique prend une importance de plus en plus grande dans notre pays. Cela transparaît entre autres dans le développement des normes SIA concernant ce domaine, développement que je me permets de rappeler brièvement ici.

PAR JEAN STRYJENSKI,  
CAROUGE-GENÈVE

Après la norme «Les conditions spéciales et le mode de métrage pour les isolations thermiques et phoniques», datant de 1951, et la recommandation détaillée parue en 1970, une première norme SIA 181 «Protection contre le bruit dans la construction des habitations» est entrée en vigueur en 1976. L'effet de cette norme, vieille maintenant de 12 ans, a été non seulement de faire prendre conscience de la nécessité d'isoler les logements contre le bruit, mais surtout de permettre l'introduction, dans la vie pratique, de méthodes de dimensionnement et de contrôle d'exécution. Le texte d'autre part définissait clairement les responsabilités entre le maître de l'ouvrage, le mandataire et l'entrepreneur exécutant.

Cette norme 181 fut suivie en 1979 de la norme SIA 181/11 «Protection contre le bruit et acoustique des salles dans les écoles» et, en 1982, de la recommandation SIA 181/3 «Protection contre le bruit dans le bâtiment : installations de chauffage, de ventilation et de climatisation».

L'évolution des exigences, l'augmentation de la qualité des produits disponibles sur le marché de la construction, ainsi que la normalisation internationale ISO très complète, ont fait naître le besoin d'adapter les normes. La nouvelle norme SIA 181 vient de paraître<sup>1</sup>.

## La nouvelle norme

La nouvelle norme s'applique à tous les bâtiments, et non seulement aux habitations. Elle a été coordonnée avec l'Ordonnance fédérale sur la protection contre le bruit (OPB), imprimée en décembre 1986 et entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> avril 1987, dont l'article 32.1 dit, sous «Exigences», ceci concernant l'isolation acoustique :

«Le maître de l'ouvrage d'un nouveau bâtiment doit s'assurer que l'isolation acoustique des éléments extérieurs et des éléments de séparation des locaux à usage sensible au bruit, ainsi que les escaliers et les équipements, satisfont aux règles reconnues de la construction. Sont notamment applicables les exigences minimales selon la norme SIA 181 de l'Association suisse des ingénieurs et architectes.»

L'OPB fait partie de la loi sur la protection de l'environnement, du 7 octobre 1983, et de ce fait, les dispositions de la norme SIA 181 ont force d'obligation, ce qui n'était pas le cas des normes précédentes.

L'esprit général qui a guidé la rédaction de cette nouvelle norme est nouveau, comme le souligne d'emblée

<sup>1</sup> La version allemande de la nouvelle norme 181 est entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> octobre 1988. Quant au texte français, il n'existe pas encore qu'à l'état de projet au moment où cet article a été rédigé.

l'avant-propos où l'on peut lire : «Contrairement à la norme en vigueur jusqu'à présent, dont les prescriptions concernaient l'affaiblissement sonore des éléments de construction, la présente norme fixe de nouvelles exigences en matière de protection contre le bruit entre des unités d'utilisations différentes.»

Cette nouvelle façon de voir garantit une meilleure protection de l'usager à qui il importe peu de savoir que l'élément le séparant de son voisin a un *la* correct et que le bruit passe par ailleurs. Il veut être protégé, un point c'est tout.

Etant donné l'extension de la norme actuelle à l'ensemble des constructions, il a fallu trouver le moyen simple de déterminer la valeur de protection contre le bruit entre l'extérieur et l'intérieur, tout d'abord, et entre des locaux aux usages parfois très différents à l'intérieur d'un même bâtiment, ensuite. Cela se fait à l'aide de tables de trois à quatre colonnes et trois lignes. Pour l'enveloppe du bâtiment (sons aériens) et pour les séparations intérieures (sons aériens et bruits de chocs), les quatre colonnes correspondent aux quatre degrés de nuisance provenant de l'extérieur ou d'un local voisin (émission) - selon l'affectation de ce local - et les trois lignes reflètent la sensibilité au bruit du local examiné. Le schéma en est donné en bas de page.

En ce qui concerne les installations techniques fixes, la procédure est pareille, mais la colonne du degré de nuisance «faible» est supprimée.

Les valeurs obtenues ne sont plus des valeurs d'un seul élément, par exemple d'une paroi de séparation, mais celles de la construction dans son ensemble.

## Degré de nuisance :

faible modéré élevé très élevé

Sensibilité :  
faible  
moyenne  
élevée

valeur minimale (sons aériens)  $D_{nT, w}$   
valeur maximale (bruits de chocs)  $L'_{nT, w}$