

## IOA

Contact Philippe Le Bouquin  
 Address Les Pléiades - Park Nord  
 74370 Metz Tassy, France  
 Phone +33 450 27 10 85  
 Email siegesocial@ioa.fr  
 Website www.ioa.fr



IOA qui fête cette année ses 20 ans est une PME reconnue, forte de ses trois agences en métropole et ses filiales à l'outre-mer.

Son activité initiale de bureau d'études ouvrage d'art, très orientée en structure métallique, s'est élargie aux études génie civil qui atteignent une place importante de l'ordre de 50% de l'activité. Aujourd'hui, l'équipe IOA est pluridisciplinaire. Elle regroupe plus de 35 personnes aux diverses compétences, lui permettant de s'impliquer dans de nombreux domaines.

Les compétences sont les suivantes

- Ingénieurs, Calculateurs, Projeteurs, Dessinateurs
- Ingénieurs soudeurs, Techniciens COFREND II
- Inspecteurs ACQPA/FROSIO, Inspecteurs ACFM
- Techniciens métrologie, Techniciens topographes - Techniciens de chantier

Elles se regroupent selon quatre métiers

- Maîtrise d'œuvre complète ou assistance technique au Maître d'œuvre
- Assistance Maîtrise d'Ouvrage (assistance technique en phase de conception et de réalisation)

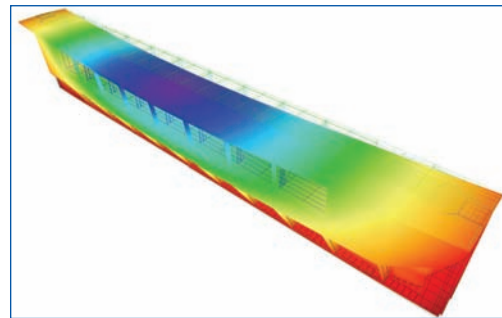
- Laboratoire/Expertise
- Bureau d'Etudes

Domaines d'activité

- Ouvrages d'art (ponts routes et rails, passerelles, ponts mobiles, ouvrages maritimes ou fluviaux, soutènements, tunnels, pare-avalanches et ouvrages de protection...)
- Ouvrages hydrauliques (Stations d'épuration, Stations de pompage, Réservoirs...)
- Bâtiments industriels
- Edifices publics (gare, spectacle, sport, piscine...)
- Infrastructures et outillages portuaires.
- Equipements de montagne
- Structures métalliques (éléments de signalisation, pylônes...)

Moyens

- Bureaux d'études de structures spéciales
- Laboratoire avec personnels certifiés IWT COFREND II et ACQPA/FROSIO
- Coordonnateur sécurité et protection de la santé niveau 1
- Personnels habilités aux travaux en hauteur



## Short Description

## Ship's door on shipyard of Ciotat

This project regards the study of the impact of corrosion on a ship's door, a steel S152 structure, at the shipbuilding wharf of Ciotat (built in 1968). IOA realized the entire modelling in shells and beams by means of Scia Engineer all with the purpose to evaluate the corrosion incidence on the functioning of the structure. The applied loads are the own weight and the hydrostatic pression. The support lines take account of the stiffness of the concrete and wood. The calculated deformations with the nominal thicknesses correspond with the obtained measures. The calculated average nominal constraint in the principal sections is 100MPa. The study shows that the disorders due to the corrosion do not yet have an incidence on the structure and as a consequence the door can still be repaired.

## Project Information

Owner: SEMIDEP (ex Chantiels navals de la Ciotat)  
 Architect: n/a  
 General Contractor: Provence Industrie  
 Engineering Office: MAN

Construction Start: 1967  
 Construction End: 1968  
 Location: La Ciotat, France



Le bateau-porte des chantiers navals de La Ciotat permet la mise à sec de la forme de radoub afin d'effectuer des opérations de maintenance et réparation de navires de taille moyenne.

Ce bateau-porte à ossature métallique qui mesure 62m de long pour une hauteur de 12m et une largeur de 7m pèse 456 tonnes a été construit en 1968. Il est composé horizontalement d'un platelage circulaire en partie supérieure, d'une poutre caisson principale située à mi-hauteur faisant office de ballasts d'immersion et complétée aux extrémités en partie supérieure par des cellules d'équilibrage et d'une poutre de seuil en partie basse. Verticalement une paroi étanche longitudinale sépare les deux cotés, et 9 couples transversaux raidissent l'ensemble. La structure métallique s'appuie sur le génie civil constitué d'un seuil en partie basse et des murs latéraux. La flottaison du bateau-porte s'effectue par injection d'air comprimé dans les ballasts, celui-ci chassant l'eau initialement contenue par des orifices aménagés dans le bas des caissons. Lors de la mise à sec de la forme, l'eau contenue dans les caissons s'écoule par gravité. La stabilité est complétée par 60 tonnes de lest disposées sur la poutre de seuil.

Aujourd'hui, le bateau porte présente des nombreuses zones de corrosion et son état nécessite une réhabilitation pour assurer la pérennité de sa structure et sa manœuvrabilité. Par ailleurs, le dossier

d'archive ne comprend pas de notes de calculs mais uniquement les plans d'exécution (établis en 1967 par la société MAN). De ce fait les contraintes et déformations de la structure dans son état initial ne sont pas connues.

Afin d'assister le maître d'ouvrage dans le choix des travaux à entreprendre, IOA, dans le cadre d'une mission d'expertise de l'installation, a proposé une modélisation du bateau porte soumis à la poussée hydrostatique avec 3 objectifs :

1. Calculer les déformations théoriques et les comparer avec un relevé géométrique,
2. Evaluer le taux de contrainte initial et l'incidence des dégradations dues à la corrosion,
3. Définir les zones à réparer et la méthode.

Le bateau-porte a donc été modélisé en position de « porte fermée » à l'aide du logiciel Scia Engineer, avec modèle 3D coques et barres. La principale difficulté de la modélisation résidait dans le grand nombre d'éléments du modèle pour rester fidèle à la réalité : près de 2200 plaques et 900 barres. Sa réalisation a été grandement facilitée par l'importation de blocs réalisés séparément. Le fait de pouvoir travailler par calques a également permis d'isoler plus facilement les éléments pour l'application des charges et l'édition des résultats.

Les appuis ont été modélisés par des appuis linéiques élastiques après calcul des raideurs des

parois de la cale sèche et des appuis en bois du bateau-porte. Une deuxième difficulté est apparue car il a fallu faire des calculs itératifs pour désactiver certains appuis en fonction du rapport des réactions dans les différentes directions et du coefficient de frottement du bois sur le béton.

On a appliqué au modèle une combinaison unique de deux cas de charges : le poids et la poussée de l'eau sur le bateau-porte. Pour ce dernier, il a d'abord fallu définir les différences de pression entre les zones et modifier la masse volumique des éléments immergés.

Après ces différents réglages du modèle, nous avons pu calculer les déformations, efforts et contraintes dans la structure considérée neuve.

Les déformations horizontales mesurées sur site par rapport à l'axe longitudinal correspondent assez bien aux valeurs calculées tout en restant inférieures en moyenne. Les dégradations dues à la corrosion n'affectent pas le comportement de l'ouvrage de manière significative.

Les contraintes nominales calculées dans les sections principales sont relativement faibles : de l'ordre de 100 MPa pour un acier de nuance S152, équivalent au S355 actuel. Or la poutre formée par les caissons présente peu de perte d'épaisseur au niveau de ses semelles, et la section des tôles situées dans un plan perpendiculaire qui reprend l'effort tranchant est très importante même si elle est très corrodée localement (quelques perforations en face supérieure des caissons). Cela explique pourquoi certains désordres, qui paraissent impressionnants (perforation des l'âme des montants par exemple), n'ont pas encore de

conséquences. L'étude a permis de confirmer que la structure était réparable moyennant le changement des éléments les plus corrodés.

Il avait été envisagé d'effectuer les réparations en laissant le bateau-porte en position pour limiter la durée d'immobilisation de la forme. Aussi, nous avons étudié ces cas en supprimant successivement un montant et la tôle supérieure des caissons. Bien que les déformations cumulées obtenues soient inférieures à 30mm, cette éventualité ne sera pas retenue pour privilégier la qualité des travaux.

