

---

**Titre :** Prédiction par CFD de la tenue à la mer et de moments de flexion d'un porte-conteneurs rigide dans des houles régulières et irrégulières à forte cambrure

**Mots clés :** Tenue à la mer, Efforts internes, Moments de flexion, Mécanique des fluides numérique, Méthodes non-linéaires, Houle fortement cambrée.

**Résumé :** La prédiction de chargements internes et des mouvements en houle à forte cambrure constitue un enjeu majeur en hydrodynamique navale et en conception structurelle. Les moments de flexion vertical et horizontal (VBM et HBM) induits par des vagues raides et obliques présentent un comportement fortement non linéaire. Les méthodes potentielles linéaires ou faiblement non linéaires permettent une estimation approximative dans des conditions modérées, mais elles ne reproduisent pas les effets non linéaires tels que le slamming, la séparation d'écoulement et la turbulence. Les approches de la mécanique des fluides numériques (CFD) offrent la possibilité de reproduire l'ensemble de la physique hydrodynamique, y compris les interactions non linéaires entre les vagues et la structure flottante. Ces simulations nécessitent cependant des configurations numériques

soignées, notamment en termes de maillage, de pas de temps et de conditions aux limites pour la génération et l'absorption des vagues. Des études comparatives entre méthodes potentielles et CFD ont montré que les solveurs offrent une meilleure reproduction des chargements extrêmes et des réponses non linéaires dans des conditions de mer sévères, tant pour les vagues régulières que pour les vagues obliques. L'analyse de moments de flexion et de distributions de pression sur la coque permet de mieux comprendre les contributions locales de forces hydrodynamiques au chargement global. Cette approche combinant CFD à haute fidélité et analyses détaillées des charges contribue à fournir un cadre fiable pour la prédiction des moments fléchissants et pour la compréhension des mécanismes physiques à l'origine des réponses non linéaires des navires en conditions extrêmes.

---

**Title :** CFD prediction of seakeeping and bending moments of a rigid containership in regular and irregular steep waves

**Keywords:** Seakeeping, Internal loads, Bending moments, Computational Fluid Dynamics, Non-linear methods, High steep waves.

**Abstract:** Predicting internal loads and ship motions under severe wave conditions is a major challenge in naval hydrodynamics and structural design. Vertical and horizontal bending moments (VBM and HBM) induced by steep and oblique waves exhibit strongly nonlinear behaviour. Linear or weakly nonlinear potential-flow methods provide reasonable estimates in moderate conditions but fail to capture nonlinear effects such as slamming, flow separation and turbulence. Computational Fluid Dynamics (CFD) approaches enable the simulation of the full hydrodynamic physics, including nonlinear wave-structure interactions. Accurate predictions require careful numerical setup, including mesh resolution, time-

step selection, and wave generation and absorption techniques. Comparisons between potential-flow and viscous CFD solvers have demonstrated that high-fidelity CFD better reproduces extreme loads and nonlinear responses under severe sea states, for both head and oblique waves. Analysis of bending moments and hull pressure distributions provides insight into the local contributions of hydrodynamic forces. This combination of high-fidelity CFD and detailed load analysis establishes a reliable framework for predicting bending moments and understanding the underlying physical mechanisms governing nonlinear ship responses in extreme sea conditions.