

SUJET DE LA THESE

Stabilité des navires : probabilité d'apparition du roulis paramétrique

Le roulis paramétrique, bien que compris dans ses principes dès les années 1950 [2], n'a entraîné de réelles conséquences sur les navires marchands que dans les années 1990 avec quelques accidents de gravité variée survenus sur des porte-conteneurs [4]. L'Organisation Maritime Internationale (OMI) s'empare du sujet dans les années 2000 pour faire évoluer les critères de stabilité appliqués aux navires à l'état intact [6].

Jusqu'à présent, et aujourd'hui encore, les critères de stabilité qui sont imposés aux navires sont issus de calculs réalisés sur mer calme [3, 5]. La courbe des couples de redressement que le navire produit lorsqu'il est incliné de sa position d'équilibre (gîte nulle) jusqu'à l'angle pour lequel il chavire est déterminée. Cette courbe est analysée suivant une série de critères comprenant entre autres sa pente à l'origine et l'aire sous la courbe. Les valeurs obtenues sont comparées à des seuils réglementaires. Si l'ensemble des critères est satisfait alors le navire est admis à naviguer. Dans le cas contraire, il est nécessaire de revoir sa conception ou son chargement.

Comme décrit ici de façon succincte, ce processus, résultant d'une analyse statistique [1], ne prend pas en compte la physique réelle des phénomènes dynamiques mis en cause lorsque le navire est soumis à un état de mer réel. Pour combler ce manque, l'OMI réfléchit depuis la fin des années 2000 [6] à ajouter aux critères de stabilité actuels, dits de première génération, de nouveaux critères, déterminés dans les vagues et venant améliorer la sécurité du navire en conditions dynamiques. C'est dans le cadre de l'élaboration de ces critères, dits de deuxième génération, que ce projet de thèse est proposé.

Les critères de seconde génération vont donc prendre en compte la stabilité du navire dans la houle et vont s'intéresser à cinq modes de défaillance dont le roulis paramétrique fait partie. Pour simplifier les calculs et les rendre accessibles aux chantiers, ces critères vont mettre en œuvre plusieurs niveaux d'évaluation de complexité croissante. En ce qui concerne le roulis paramétrique, les niveaux un et deux sont définis dans les documents de l'OMI [7, 8] et analysés en détail dans une thèse [9]. Le travail proposé ici concerne le troisième et dernier niveau du critère.

A ce niveau d'évaluation, le comportement du navire est analysé en simulation sur mer réelle en 6 degrés de liberté, c'est-à-dire sur une mer décrite non plus par une houle monochromatique comme au niveau 2 du critère, mais par un spectre continu. Un tel calcul devient plus délicat à réaliser et nécessite des logiciels adaptés mis en œuvre dans des laboratoires d'hydrodynamique numérique comme l'IRENAV.

Le travail proposé fait suite à une thèse soutenue en 2017 [9]. Il consiste à déterminer le comportement d'un navire sur mer réelle dans des conditions de navigation susceptibles de faire apparaître le roulis paramétrique puis à analyser le signal de roulis pour identifier les périodes pendant lesquelles cette défaillance est présente. L'objectif est d'en déduire une probabilité d'apparition du roulis paramétrique sur un état de mer donné. A partir de ce résultat, un critère relatif à la probabilité maximale acceptable sera proposé, un guide de réaction de l'équipage en fonction de ce risque d'apparition sera rédigé et un système d'analyse en temps réel des signaux de la centrale inertielle, enregistrés à bord, pour affiner l'évaluation du risque instantané sera étudié.

L'ensemble de ces travaux sera réalisé dans le cadre d'une thèse CIFRE sur le site de l'ENSM au Havre avec des déplacements réguliers chez l'industriel, CMA-CGM, à Marseille ainsi que dans le laboratoire partenaire de la thèse, l'IRENAV, à Brest.

Références :

1. Rahola J. (1939). *The Judging of the Stability of Ships and the Determination of the Minimum Amount of Stability Especially Considering the Vessels Navigating Finnish Waters*. Ph.D. Thesis, Technical University of Finland, Helsinki.
2. Kerwin J. E. (1955). *Notes on rolling in longitudinal waves*. International Ship-Building Progress, vol. 2(16), pp 597–614.
3. International Maritime Organization (1968). Res. A.167. *Recommendation on intact stability for passenger and cargo ships under 100 meters*. London.
4. France W. N., Levadou M., Treake T. W., Paulling J. R., Michel R. K., Moore C. (2001). *An Investigation of Head-Sea Parametric Rolling and its Influence on Container Lashing Systems*. SNAME Annual Meeting.
5. International Maritime Organization (2009). *International Code of Intact Stability, 2008*. London.
6. Bassler C., Belenky V., Bulian G., Francescutto A., Spyrou K., Umeda N. (2009). *A Review of Available Methods for Application to Second Level Vulnerability Criteria*. Proceedings of the 10th International Conference on Stability of Ships and Ocean Vehicles, pp 111-128, St Petersburg, Russia.
7. International Maritime Organization (2015). SDC 2/WP.4. 2nd session. *Development of Second Generation Intact Stability Criteria, Development of Amendments to Part B of the 2008 IS Code on Towing and Anchor Handling Operations*.
8. International Maritime Organization (2016). SDC 3/WP.5. 3rd session. *Finalization of Second Generation Intact Stability Criteria, Amendments to Part B of the 2008 IS Code on Towing, Lifting and Anchor Handling Operations*.
9. F. Grinnaert (2017) *Analysis and implementation of second generation criteria in a stability computer code*. Thèse de doctorat Université de Bretagne occidentale.

Candidatures à adresser à : jean-yves.billard@ecole-navale.fr