

Etude de la stabilisation d'un bateau

Comment limiter le roulis d'un bateau ?
Quelle est l'efficacité des différents systèmes ?

En navigation, la stabilité d'un bateau constitue un enjeu majeur pour la sécurité des passagers et l'efficacité du transport maritime. Le roulis, mouvement oscillatoire latéral du navire, peut provoquer une perte de confort, réduire la performance énergétique et, dans les cas extrêmes, compromettre la sécurité en mer.

Ce projet s'inscrit dans la thématique de la transition et de la transformation des technologies maritimes, en réponse aux défis posés par le roulis et l'instabilité des navires. La stabilisation des bateaux a connu une véritable conversion technologique, passant de solutions passives comme les quilles classiques et les cuves anti-roulis à des systèmes actifs comme les roues inertielles et les poids mobiles. Cette évolution est essentielle pour améliorer la sécurité et l'efficacité des embarcations, notamment dans un contexte où la navigation devient plus exigeante, que ce soit pour les bateaux de pêche, de transport ou de loisir.

Positionnement thématique :

SCIENCES INDUSTRIELLES, PHYSIQUE, INFORMATIQUE

Mots clés :

Mots clés (Français)

Stabilisateur
Réservoir antiroulis
Ailerons fixes
Système de poids mobile passif
Gyroscopique
Inertie

Mots clés (Anglais)

Stabilizer
Anti rolling tank
Fixed Fins
Passive moving weight system
Gyroscopic
Inertia

Bibliographie commentée :

Le domaine maritime connaît depuis toujours des enjeux importants tels que la sécurité, la maniabilité et le confort des bateaux. Ces aspects concernent les particuliers et les professionnels passant du petit bateau de pêche, au bateau de plaisance, au bateau de croisière jusqu'au porte conteneur [6]. Pour cela, les stabilisateurs pour bateau sont

essentiels, ils limitent l'effet de roulis en compensant le mouvement de rotation du bateau suivant son axe longitudinal [7]. Pour cela plusieurs solutions existent [8].

La majorité des bateaux à voile aujourd'hui sont équipés d'une quille(aileron fixe), elle permet de limiter la gîte du bateau quand le vent prend dans la voile en faisant contrepoids. La surface de la quille en contact avec l'eau permet aussi d'augmenter la stabilité de l'embarcation face aux vagues latérales. Ce système ne nécessite aucun entretien mais ralenti le bateau et l'empêche de naviguer dans des eaux peu profondes. Les quilles de roule sont des petits appendices sur les flancs de certains bateaux qui peuvent réduire une partie du roulis sans augmenter le tirant d'eau du bateau.

La deuxième solution est l'installation de cuves anti-roulis dans la calle du bateau, elles peuvent être remplis plus ou moins d'eau de mer en fonction des conditions de navigation [2][1]. Cette solution permet de diminuer les phénomènes de résonance et d'augmenter l'équilibre du bateau en modifiant son centre de gravité [4].

La forme et le nombre de coque(s) peut également améliorer la stabilité mais la coque du bateau est surtout conçue en fonction de l'utilisation du bateau.

La troisième possibilité peut être illustrée par l'utilisation de l'effet gyroscopique où la présence d'une boule placée au centre de celui-ci limite la gîte [0]. Lorsque le bateau est en mouvement, la rotation très rapide de la boule crée une force gyroscopique qui agit pour maintenir la stabilité du bateau. Cette force s'oppose aux changements de direction ou d'inclinaison du bateau, en produisant un couple qui contrecarre le mouvement indésirable. Un simple mouvement d'avant en arrière par le stabilisateur crée le couple gyroscopique nécessaire à la diminution du roulis à bâbord et à tribord, en réduisant l'inclinaison du bateau. Cela suffit à atténuer 95% du roulis, dans toutes les conditions de navigation et de mer, sans restreindre la vitesse [5].

Afin de garantir le confort des passagers, les ferries et navires de croisière sont souvent équipés de stabilisateurs rétractables. Semblables aux ailerons des avions, ils peuvent être déployés lorsque le roulis devient trop important. Une fois sorti, le système analyse en permanence l'angle d'inclinaison du navire, et agit en conséquence sur l'angle d'incidence des ailerons pour corriger les effets du roulis [3].

Enfin la dernière solution permettant la stabilité d'un bateau, repose sur l'utilisation de poids mobiles placés stratégiquement à bord. Ces poids peuvent être déplacés latéralement pour contrebalancer le mouvement du bateau. En déplaçant les poids vers le côté opposé au roulis, le système compense les forces de basculement. Par exemple, la stabilisation du porte-avion Charles de Gaulle est assurée par un système de rails et de chariots (12 au total) de 22 tonnes situés sous la piste de décollage [9].

Objectifs du TIPE du candidat :

- 1) Modéliser des situations nécessitant une stabilisation (vague) d'un bateau à petite échelle (20x50cm) par le biais d'une maquette.
- 2) Étudier des solutions permettant de diminuer l'effet de roulis des vagues :
 - Mise en place de cuve/réservoir antiroulis
 - Mise en place d'un système asservi où un capteur de position permettrait de commander le déplacement d'une masse (suivant la largeur du bateau) qui compenserait l'effet de roulis.
 - Mise en place d'une roue d'inertie limitant la gîte d'un bateau.

- Mise en place d'ailerons fixes (quilles de roulis) sur les parties arrière de la coque du bateau. (**a garder?**)

Référence Bibliographique :

Vidéos :

- [0] Seakeeper France : Experience
<https://youtu.be/TsUT20BBzLc?si=1nR26YXzTZvB2UIH>
- [1] Ship Stabilizer Systems
<https://youtu.be/nzXME2IYaUQ?si=qU9TyCXECqLphnGv>
- [2] How Stabilisers Reduce A Ship's Roll
<https://youtu.be/A2QfV11XYD8?si=ih02jsfRhLtlwKNe>
- [3] Comment les ailerons limitent-ils les mouvements du bateau ? - C'est pas sorcier
<https://youtu.be/pyinD2WC0Ik?si=qULD-lmlqaimQuh6>

Articles scientifiques :

- [4] [STABILISATION DU ROULIS D'UN NAVIRE PAR LES MOUVEMENTS D'UN FLU](#)
- [5] [Comment stabiliser un bateau ? L'efficacité du](#)
- [12] [gyroscope Reaction Wheel Attitude Control](#)

Conférence :

- [6] [Évaluation de systèmes d'amortissement de roulis sur les bateaux de pêche semi-hauturière du Québec](#)

Autres :

- [7] [Centre de carène — Wikipédia](#)
- [8] [Roulis — Wikipédia](#)
- [9] [Caractéristiques du Porte-Avions Nucléaire Charles de Gaulle](#)
- [10] [StabInSea : l'approche sur-mesure de la stabilisation en mer](#)
- [11] <https://aroux-sii.fr/gallery/CCMP-MP-2022-StabilisateurGyroscopeDeBateau-Sujet.pdf>