

Titre : Méthodes et outils de maîtrise des risques biologiques des navires militaires

Mots clés : Méthodes ; Modélisations ; Risques biologiques ; Outil d'aide à la décision ; Navires militaires

Résumé : Les crises sanitaires récentes, notamment à bord des navires, ont mis en évidence la vulnérabilité des environnements confinés face à la propagation des agents infectieux. Les navires militaires sont d'autant plus concernés que les conséquences d'une épidémie à bord dépassent le seul enjeu sanitaire et peuvent compromettre la disponibilité de l'équipage et la conduite de la mission. Ces crises récurrentes et les enjeux opérationnels soulignent l'intérêt d'intégrer des solutions limitant la présence et la propagation des pathogènes infectieux à bord. La thèse vise ainsi à développer une méthodologie adaptée au contexte du naval militaire pour identifier, évaluer et maîtriser les risques biologiques à bord. Une démarche intégrée est proposée, visant à accroître la résilience biologique des navires militaires. Tout d'abord, une méthode de hiérarchisation des risques biologiques selon leur criticité opérationnelle permet d'identifier les risques les plus critiques pour les navires militaires. Cette étape est

suivie du développement d'une méthode de modélisation hybride de la propagation d'une épidémie à bord couplant plusieurs modèles épidémiologiques pour intégrer les caractéristiques des agents infectieux, les comportements individuels et l'architecture des navires. Cette méthode est implémentée dans un outil d'aide à la décision fournissant aux architectes navals les indicateurs de performances dans les choix de solutions architecturales, organisationnelles ou technologiques. Sa pertinence est démontrée à travers son application à un cas industriel représentatif, permettant d'identifier les locaux critiques, de caractériser les mécanismes de propagation et de quantifier l'influence de l'architecture et des systèmes intégrés sur la propagation d'une épidémie à bord. Ces travaux proposent ainsi un cadre d'aide à la décision intégrant la résilience biologique comme critère de conception et d'évolution des navires militaires.

Title : Methods and tools for biological risk assessment of naval vessels

Keywords : Methods ; Modeling ; Biological risks ; Decision support-tool ; Military ships

Abstract : Recent health crises, particularly on board ships, have highlighted the vulnerability of confined environments to the spread of infectious agents. Military ships are particularly affected, as the consequences of an outbreak on board extend beyond mere health concerns and can compromise crew availability and mission execution. These recurring crises and operational challenges underscore the importance of implementing solutions that limit the presence and spread of infectious pathogens on board. The thesis thus aims to develop a methodology tailored to the military naval context to identify, assess, and control biological risks on board. An integrated approach is proposed, aimed at increasing the biological resilience of military ships. First, a method for prioritizing biological risks based on their operational criticality enables the identification of the most critical risks for military ships. This step is followed by the development of a

hybrid modeling method for epidemic spread on board, which combines several epidemiological models to incorporate the characteristics of infectious agents, individual behaviors, and ship architecture. This method is implemented in a decision-support tool that provides naval architects with performance indicators to guide their choices regarding architectural, organizational, or technological solutions. Its relevance is demonstrated through its application to a representative industrial case study, which allows for the identification of critical areas, the characterization of transmission mechanisms, and the quantification of the influence of ship architecture and integrated systems on the spread of an epidemic on board. This work thus proposes a decision-support framework that incorporates biological resilience as a criterion for the design and evolution of military ships.