

Framework for Modeling and Simulation of Human Lethality, Injury, and Impairment from Blast-Related Threats

(STO-TR-HFM-270)

Executive Summary

The increasingly complex and technologically sophisticated threat environment to NATO member nations continues to increase the threats, especially those posed by explosive devices and weapons. These weapons of choice with NATO adversaries continue to dominate modern warfare, and the injuries they cause can be complex and catastrophic. Developing an end-to-end representation of potential threats and their possible mitigation and/or medical treatment through an integrated computational modeling framework will provide improved warfighting capability to the NATO members and is the scope of this RTG.

In the last 25 years, computational modeling has made a significant impact on blast threat prediction and performance of protective equipment and systems. These simulation results have suggested that a comprehensive, whole human blast effects modeling capability could provide the ability of NATO nations to counter rapidly emerging blast threats, as well as create safer environments for training and combat scenarios. To address these aspects of modeling and simulation, the NATO Human Factors and Medicine (HFM) Panel established the NATO HFM-270 Research Task Group (RTG), “Framework for Modeling and Simulation of Human Lethality, Injury, and Impairment from Blast-Related Threats”. The HFM-270 RTG comprised 22 appointed members from 10 nations: Canada, France, Germany, Israel, Netherlands, South Africa, Sweden, Turkey, United Kingdom, and the U.S. This team represented medical, operational and materiel development communities, and diverse disciplines, including engineering, biological sciences, and medicine.

The overarching objective of the RTG was to leverage previous, ongoing, and planned blast injury biomedical research and computational modeling efforts among the participating nations to develop a conceptualized framework of computational models capable of providing threat-to-outcome modeling and simulation of blast effects on humans to support rapid development, testing, and fielding of effective protection equipment to Service members.

This RTG conducted an in-depth review of modelling and simulation as the first task. The key characteristics addressed by the researchers were documented, and the limitations in developing a simulation-based approach were identified. The three major deficiencies noted were: a) Lack of end-to-end connection and continuity in the simulation model to address combat injuries utilizing the techniques; b) Insufficient and incomplete material models essential for such simulations; and c) Limited validation of the models based on the necessary experimental data. In this report, these findings are used to create an end-to-end – threat to clinical diagnosis – modeling and simulation framework and explain how such a framework can be implemented in practice by NATO members with examples. This framework can be applied in pieces or as a whole by NATO member nations in identifying research needs and executing projects to enhance scientific and technical capabilities for NATO advantage over its adversaries. The framework can also be implemented to assess new threats, new science and technology tools, and new protective systems to determine their effectiveness. Lastly, the framework can also support the science and technology needs for a programmatic development of future blast-related research in NATO member nations.

Cadre de modélisation et de simulation de la létalité, des blessures et des déficiences humaines dues aux menaces associées aux explosions

(STO-TR-HFM-270)

Synthèse

De plus en plus complexe et technologiquement sophistiqué, l'environnement dans lequel évoluent les nations membres de l'OTAN se caractérise par une aggravation des menaces, notamment celles posées par les engins explosifs et les armes. Or ces armes de choix pour les adversaires de l'OTAN, qui continuent à dominer la guerre moderne, provoquent parfois des blessures complexes et catastrophiques. De ce point de vue, l'élaboration d'une représentation intégrale des menaces potentielles et de leurs possibles atténuation et/ou traitement médical au moyen d'un cadre de modélisation informatique intégré offrira des capacités de combat accrues aux membres de l'OTAN : c'est elle qui constitue l'objet du présent RTG.

Ces 25 dernières années, la modélisation informatique a eu un impact considérable sur la prédiction des menaces liées aux explosions et des performances des équipements et systèmes de protection. Les résultats de ces simulations suggèrent que l'existence de capacités de modélisation intégrale des effets de souffle sur l'ensemble du corps humain aurait de quoi procurer la capacité aux nations de l'OTAN de contrer les menaces d'explosions en émergence rapide, mais également d'instaurer un environnement plus sûr pour les scénarios de formation et de combat. Soucieuse de prendre en compte ces aspects de modélisation et de simulation, la Commission sur les facteurs humains et la médecine (FHM) de l'OTAN a créé le Groupe de recherche (RTG) HFM-270 de l'OTAN, baptisé « Cadre de modélisation et de simulation de la létalité, des blessures et des déficiences humaines dues aux menaces associées aux explosions ». Le RTG HFM-270 comprend 22 membres désignés au sein de 10 nations (Afrique du Sud, Allemagne, Canada, États-Unis, France, Israël, Pays-Bas, Suède, Turquie, et Royaume-Uni). L'équipe ainsi formée représente les communautés médicale, opérationnelle et du développement de matériels, ainsi que différentes disciplines, dont l'ingénierie, les sciences biologiques et la médecine.

L'objectif ultime du RTG consiste à mettre à profit les efforts passés, présents et prévus menés par les nations participantes dans le domaine de la recherche biomédicale et de la modélisation informatique des blessures par souffle pour élaborer un cadre conceptualisé de modèles informatiques capables de modéliser et de simuler, depuis la menace jusqu'au résultat, des effets de souffle sur les humains dans l'optique d'un développement, d'essais et d'une mise en service rapides d'équipements de protection efficaces pour les militaires en service.

Ce RTG a conduit un examen approfondi de la modélisation et de la simulation pour première tâche. Les principales caractéristiques abordées par les chercheurs ont été documentées, et les limites du développement d'une approche fondée sur la simulation identifiées. Les trois grandes déficiences ainsi relevées sont : a) le déficit général de liaison et de continuité dans le modèle de simulation pour remédier aux blessures au combat en utilisant les techniques ; b) l'insuffisance et l'incomplétude des modèles de matériaux indispensables à ces simulations ; et c) les limites de la validation des modèles à partir des données expérimentales nécessaires. Dans le présent rapport, ces conclusions permettent de créer un cadre de modélisation et de simulation intégral (depuis la menace jusqu'au diagnostic clinique), et d'expliquer comment un tel cadre peut être mis en pratique par les membres de l'OTAN à l'aide d'exemples. Ce cadre peut alors être appliqué en partie ou en totalité par les nations membres de l'OTAN afin d'identifier

les besoins de recherche et d'exécuter des projets visant à renforcer les capacités scientifiques et techniques dotant l'OTAN d'un avantage par rapport à ses adversaires. Il peut également être mis en œuvre dans le but d'évaluer de nouvelles menaces, de nouveaux outils scientifiques et technologiques, et de nouveaux systèmes de protection permettant d'en déterminer l'efficacité. Enfin, le cadre peut également contribuer à remplir les besoins scientifiques et techniques associés au développement programmatique de futures recherches sur les explosions dans les nations membres de l'OTAN.

