

Next Generation Combat Aircraft Technologies - NGCAT

4UFORCE

For Unprecedented Defence Capabilities, Capacities with Cementitious Matrix Composites - CeMC™

Durée du projet: 01/05/2025 -01/02/2028

Budget: 2,367,691 €

Mots-clés: Composites à matrice cimentaire /
Composites haute température / Résistants aux
chocs et aux explosions / Furtifs / Chaîne
d'approvisionnement belge

dont contribution IRSD:
2,247,000 €

DESCRIPTION DU PROJET

Contexte

Les nouvelles technologies nécessitent de nouveaux matériaux.

On a besoin de nouveaux matériaux légers et peu coûteux capables de supporter de très hautes températures. C'est notamment vrai pour les applications militaires aéronautiques :

- Les boucliers thermiques pour les structures d'où sont lancés missiles ou roquettes. Ces structures sont souvent en acier alors que les températures lors du lancement atteignent 1700°C (supérieur à la température de la fusion de l'acier). Les solutions actuelles, par exemple sur la frégate, sont insuffisantes.
- Intégration des fixed-forward effectors (roquettes) dans des plateformes /POD résistants à la chaleur et aux débris de lancement.
- Les échauffements aérodynamiques. Les températures en bord d'attaque et sur les surfaces aérodynamiques des avions hypersoniques de future génération peuvent dépasser les 1000°C.
- Les batteries Li-ion et l'emballage thermique. Pour les avions, un boîtier résistant au feu est nécessaire pour éviter les désastres.

Les composites à matrice polymère (PMC) sont utilisés pour les structures aéronautiques vu leurs très bonnes raideurs et résistances spécifiques. Cependant, leur température d'utilisation est limitée à environ 250°C. D'autre part, les composites à matrices céramiques (CMC) peuvent supporter de très hautes températures mais sont fragiles, sensibles aux impacts et nécessitent des températures de mise en œuvre très élevées.

Il existe donc un potentiel pour le développement d'un nouveau matériau composite léger pouvant être utilisé dans des environnements à très haute température et présentant de bonnes propriétés en matière de résistance aux chocs et aux explosions.

Objectifs généraux

Dans le projet 4UFORCE on travaillera sur les composites à matrice cimentaire (Cementitious Matrix Composites : CeMC™). Les CeMC™ se situent entre les PMC et les CMC en termes de performances à haute température. Là où les PMC doivent être remplacés par des métaux en cas de très hautes températures, les CeMC™ offrent l'alternative d'un matériau léger et non fragile adapté à des utilisations allant jusqu'à 1400°C. Les CeMC™ sont produits de manière semblable aux PMC (fibres imprégnées de résine), et ce à des températures inférieures à 100°C, ce qui simplifie la fabrication et facilite l'inclusion d'additifs fonctionnels dans la matrice (pour des aspects balistiques, de furtivité, ...), qui se décomposeraient aux températures de fabrication usuelles des CMC. De plus, les CeMC™ sont très compétitifs en termes de coût par rapport aux CMC (2-3 euros/kg matrice).

Méthodologie

Le développement des nouveaux matériaux CeMC™ sera supporté par des essais physiques et par la modélisation numérique. Au moins deux jeux de matériaux de base et de méthodes de préparation seront sélectionnés pour produire les CeMC™, pour une stabilité mécanique jusque 1000°C et 1700°C. Un modèle matériau spécifique sera également mis au point. Les performances des nouveaux composites seront validées sur trois démonstrateurs, en cohérence avec le contexte NGCAT, et comparées aux solutions existantes :

- Bouclier thermique résistant aux conditions d'allumage (température, flamme, débris) d'un exocet
- Bouclier thermique pour le POD de la FN-Herstal (roquette-mitrailleuse)
- Boîtier de batterie résistant au feu, pour applications aéronautiques

Des solutions matériaux combinant fibres céramiques de source minérale, alumine, whiskers, additifs fonctionnels et matrice inorganique seront étudiées par MOSS Composites et VUB. Les recettes de matrice seront développées par VUB. Différents types de fibres et de renforts particuliers seront sélectionnés et intégrés dans ces matrices de manière à améliorer la résistance, la durabilité et les performances (MOSS et VUB). SIOEN se concentrera sur la production de tissus haute performance avec fibres thermiquement résistantes. Différents motifs de tissus seront étudiés (toile, panama, atlas, ...), ainsi que différentes densités, recouvrements, architectures. MOSS développera les trois démonstrateurs. GDTech utilisera la modélisation et la simulation numérique pour accélérer le développement et la validation des matériaux (avec de l'homogénéisation numérique) et des démonstrateurs (avec des modèles éléments finis). FN fournira les exigences et testera le bouclier du POD.

Potentiels impacts de la recherche pour la Défense

4UFORCE va démontrer la capacité souveraine des partenaires à mettre au point et produire de nouveaux matériaux composites qui sont légers, résistants, et qui présentent de meilleures performances à hautes températures et aux impacts que les matériaux existants. Cela est essentiel pour le programme NGCAT (et le BDTIB en général). L'utilisation de tels matériaux conduira à des opérations plus sûres, tout en assurant une meilleure maintenabilité (grâce aux meilleures résistances aux impacts et températures), avec un potentiel gain en termes de coût. Les connaissances générées par 4UFORCE permettront à la Belgique de se positionner dans le programme NGCAT/FCAS avec une solution unique. Les résultats du projet supporteront le développement d'une base nationale industrielle et technologique compétitive et crédible dans le domaine de la sécurité et de la défense.

Description des résultats finaux attendus issus de la recherche (modèle, scénario, rapport, workshop, publications, etc.), et des perspectives de valorisation à court et moyen terme.

Les résultats du projet seront :

- Des nouveaux matériaux composites CeMC™ (fibres, matrices, additifs ; fabrication ; essais)
- La démonstration de la performance de ces matériaux dans trois applications (démonstrateurs évoqués plus haut)
- Des modèles matériaux, et des modèles éléments finis des démonstrateurs (jumeaux numériques)

Les résultats seront présentés au travers des réseaux sociaux, de conférences et d'articles scientifiques.

La dualité civil/militaire des nouveaux matériaux CeMC™ permettra également de se positionner sur des marchés non militaires, tels que la construction, l'énergie et les matériaux résistant au feu.

COORDONNÉES

Coordinator

Stefan Van Raemdonck
MOSS composites
stefan@mosscomposites.be

Partenaires

Dr. Jonas Van Damme
SIOEN industries
jonas.VanDamme@sioen.com

Jean-Yves Limbrée
FN herstal
Jean-Yves.Limbree@fnherstal.com

Prof. Michael Bruyneel
GDtech
michael.bruyneel@gdtech.eu

Prof. Hubert Rahier
VUB mat. physics
Hubert.Rahier@vub.be

LINK(S)

<https://www.4uforce.com/>