

SÛRETÉ DES PLATEFORMES

Assurer la mobilité en toutes circonstances et dans tous les milieux

3 DÉFIS MAJEURS

- Durabilité et protection contre les agressions
- Contrôles et diagnostic fiabilisés
- Sûreté des manœuvres

3 AXES D'INNOVATION

- Intégration et multifonctionnalité des protections
- Portabilité et ergonomie des dispositifs de diagnostic et de pilotage
- Tenue et autoréparation des matériaux en conditions sévères

**DISPONIBILITÉ
OPÉRATIONNELLE**

**COÛT
DE POSSESSION**

PROPULSION - MOTORISATION

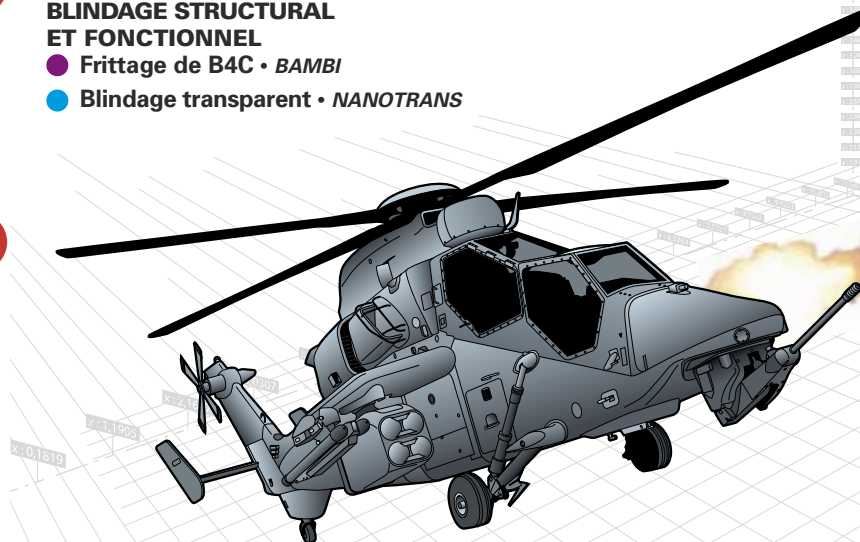
- Tuyère en composite • *PROPHETE*

BLINDAGE STRUCTURAL ET FONCTIONNEL

- Frittage de B4C • *BAMBI*
- Blindage transparent • *NANOTRANS*

RESTAURATION DE FONCTION

- Matériaux autoréparants • *Thèse*



AIDE AU DIAGNOSTIC ET AU FONCTIONNEMENT

- Visualisation de défauts • *CVAO*
- Contrôle des vibrations • *AVH*

SURETÉ DE LA MANŒUVRE ET DU PILOTAGE

- Visualisation avionique • *AVATAR*
- Aileron adaptif • *ITP Missile*

CONTRÔLE SANTÉ

- Structure • *COSCO*
- Corrosion • *CADIP*

MATÉRIAUX VITREUX AUTOCICATRISANTS POUR APPLICATIONS HAUTE TEMPÉRATURE

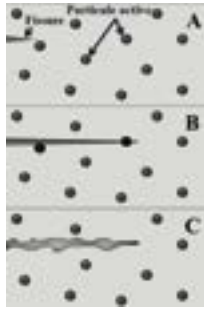
OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Les verres présentent des propriétés thermiques intéressantes pour des applications à haute température : joint d'étanchéité, protection anticorrosion ou antioxydation.

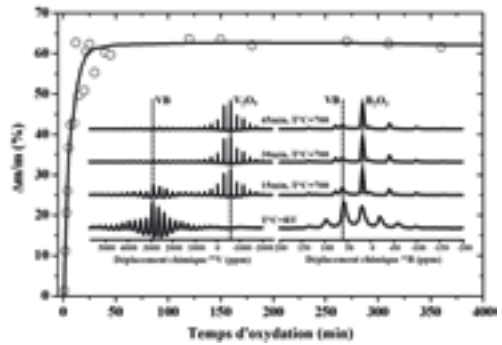
Mais ils présentent l'inconvénient de risquer de se fissurer lors de cyclages thermiques.

L'UCCS a mis au point un procédé permettant d'obtenir la cicatrisation de fissures dans des verres sans interventions extérieures.

Le procédé d'autocicatrisation consiste en l'ajout de particules intermétalliques (appelées *particules actives*) dans la matrice vitreuse. Lors de l'apparition d'une fissure à la surface de l'échantillon (A), les particules actives réagissent au contact de l'oxygène de l'air (B) pour former un nouveau verre qui remplit la fissure (C).



APPROCHE SCIENTIFIQUE



Étude de la cinétique d'oxydation des particules à 700°C :

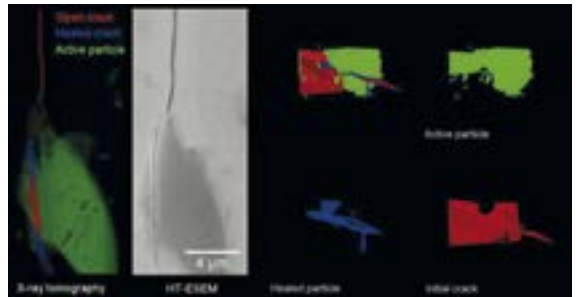
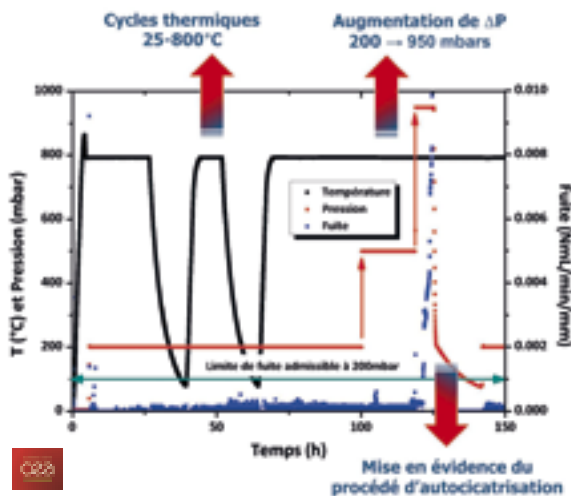
- Oxydation totale après 30 min au contact de l'air ;
- Identification des produits d'oxydation de VB par résonance magnétique nucléaire (RMN) : formation de V_2O_5 et B_2O_3 , qui forment une nouvelle phase vitreuse pour combler les fissures.

APPLICATIONS / INTÉRÊT DÉFENSE

Mise en évidence de l'efficacité du procédé par la mesure du taux de fuite d'un joint de scellement en fonctionnement à 800°C sous air avec une $\Delta P = 200$ mbars.

La figure montre en noir la température, en rouge la pression et en bleu le taux de fuite.

Deux cycles thermiques ont été réalisés autour de 50h ne permettant de détecter des fuites. A 100h, la ΔP a été augmentée à 500 mbars puis 950 mbars formant ainsi des fissures dans le joint. Après retour de la ΔP à 200 mbars, le procédé d'autocicatrisation est observé par retour du taux de fuite en dessous de la limite admissible.



Observation par microtomographie (ID22-ESRF, Grenoble) d'une fissure à proximité d'une particule active. La reconstruction en 3D permet de mettre en évidence la progression de la cicatrisation à l'intérieur d'une fissure.

CONTACTS

DOCTORANTE : Sandra CASTANIE

sandra.castanie@ed.univ-lille1.fr

Directeur de thèse (INRIA) : Lionel MONTAGNE

lionel.montagne@univ-lille1.fr

Co-encadrant : François MEAR - francois.mear@univ-lille1.fr

Co-directeur: Mr Renaud PODOR - renaud.podor@cea.fr

NOM DES LABORATOIRES PARTENAIRES

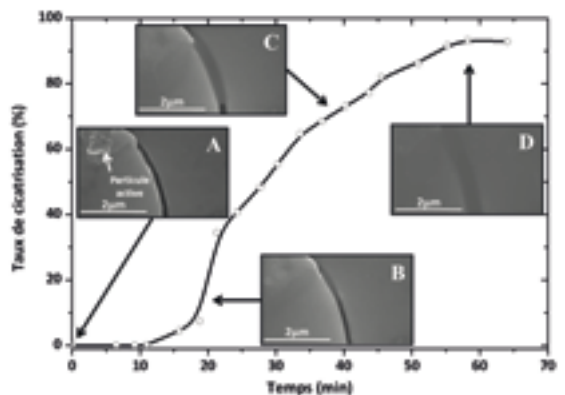
Unité de Catalyse et de Chimie du Solide, UMR CNRS 8181

Université Lille 1

Institut de Chimie Séparative de Marcoule, UMR 5257

CEA Marcoule

RÉSULTATS



Observation du procédé d'autocicatrisation in-situ par microscopie environnementale à 700°C sous air. Après une période d'incubation (A), les oxydes V_2O_5 et B_2O_3 générés par réaction de VB avec l'oxygène de l'air viennent cicatriser la fissure à 20min (B), 40 min (C), et 55 min (D).

Thèse



BAMBI

FRITTAGE D'ALUMINE ET DE CARBURE DE BORE PAR MICRO-ONDES POUR APPLICATIONS BLINDAGE

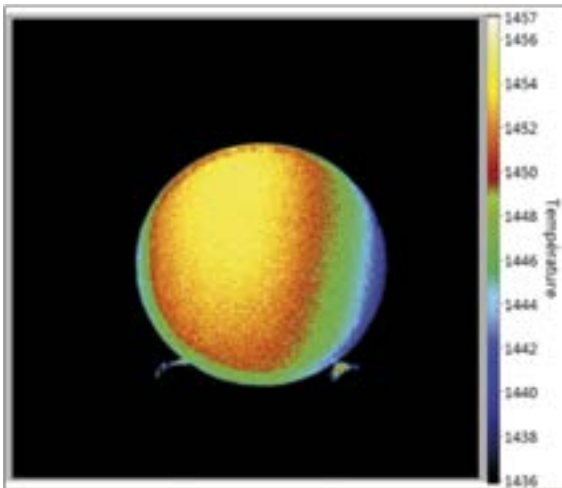


Figure 1 : suivi en température.



Figure 2 : déroulement du projet. * Frittage par micro-ondes.

DURÉE DES TRAVAUX : 30 mois

NOMS DES LABORATOIRES / ENTREPRISES PARTENAIRES :

Centre commun Armines-SMS, laboratoire CRISMAT (Caen), Laboratoire SIMaP (Grenoble)

CONTACT :

École des mines de Saint-Étienne – centre SMS
Sébastien SAUNIER
saunier@emse.fr

OBJECTIFS SCIENTIFIQUES DES TRAVAUX

- Étude de la densification par un procédé de frittage rapide (sous micro-ondes) de deux matériaux importants pour la protection individuelle du combattant : l'alumine et le carbure de bore.
- Maintenir une structure nanométrique d'alumine par frittage micro-ondes, et *in fine* augmenter la résistance balistique des matériaux.

APPROCHE SCIENTIFIQUE

- Utilisation de différents procédés de chauffage micro-ondes (monomode, multimodes, directe, hybride).
- Développement d'une instrumentation pour maîtriser les cycles thermiques et suivre *in situ* la densification.
- Caractérisations microstructurales fines et mécaniques pour améliorer la compréhension générale des mécanismes mis en jeu.

PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS ET FAITS MARQUANTS

- Mise au point en cavités monomode et multimodes d'une instrumentation pour mesurer le retrait, la distribution de température à la surface de la pièce et imposer des cycles thermiques.
- Conception et réalisation de dispositifs micro-ondes sous charges (monomode et multimodes).
- Choix du suscepteur pour minimiser le gradient de température dans la pièce.
- Gains démontrés :
 - atteinte des valeurs de dureté supérieures à 2100 HV.

PERSPECTIVES

- Frittage micro-ondes de pièces d'alumines nanométriques de grandes dimensions (nodules ou cylindres de diamètre 50 mm)
- Tests balistiques sur ces pièces
- Frittage micro-ondes de carbure de bore

PROPHETE

TUYÈRE PRIMAIRE EN COMPOSITE À MATRICE CÉRAMIQUE POUR HÉLICOPTÈRE TIGRE



OBJECTIFS DU PROJET

L'objectif est de démontrer l'intérêt du matériau composite à matrice céramique (CMC) pour la réalisation de la tuyère Tigre (HAP-HAD) et d'étudier sa faisabilité. Les améliorations envisagées sont :

- 1) alléger la tuyère en recourant à des matériaux composites ;
- 2) supporter des températures jusqu'à 800°C afin d'être apte à une utilisation sur toutes les évolutions futures de la motorisation du Tigre.

La durée de vie attendue est de 6000 h.

CONTRAINTES :

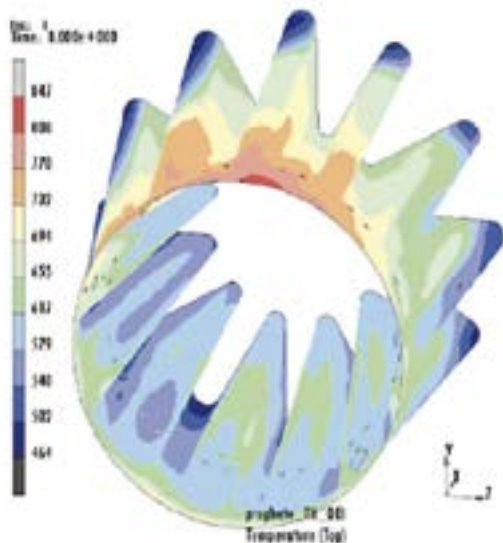
- géométrie calquée sur la version métallique ;
- conception robuste et simple pour aller rapidement en essais en vol.

CARACTÈRE INNOVANT DU PROJET :

Première utilisation de composite thermostructural sur un hélicoptère.

Les composites à matrice céramique (fibres de carbone ou SiC, matrice de carbure) conservent leurs propriétés mécaniques à très haute température. Ils ne sont pas fragiles. Leur densité est faible (~2).

Certains constituants de la matrice utilisée confèrent à la pièce des propriétés d'autocicatrisation qui prolongent sa durée de vie d'un facteur supérieur à dix.



DURÉE DES TRAVAUX : 66 mois

NOMS DES ENTREPRISES/LABOS PARTENAIRES :
EUROCOPTER & HERAKLES

CONTACT (ENTREPRISE PORTEUSE DU PROJET) :
EUROCOPTER
HERAKLES, groupe SAFRAN
Georges CAYE
georges.caye@herakles.com

RÉSULTATS OBTENUS :

- 1) réalisation d'un spécimen ;
- 2) essais en vol de début 2012 à avril 2013 sur Tigre HAP et HAD PS01 chez Eurocopter puis au GAMSTAT, pour un cumul de 130 heures ;
- 3) expertise tuyère.

Le matériau composites à matrice céramique développé par Herakles répond au besoin exprimé.

La tuyère après 130 heures de vol est intacte. L'expérimentation peut se poursuivre.

APPLICATIONS

- Arrière corps civil et militaire (plug, mélangeur, tuyère)
- Volets primaire et secondaire de moteur militaire
- Système post combustion moteur militaire

NANOTRANS

ÉLABORATION DE NANOCÉRAMIQUES TRANSPARENTES DE GRANDE DIMENSION
PAR SPS POUR LA PROTECTION BALISTIQUE



Fig. ① : échantillon de spinelle diamètre 40 mm, épaisseur 7 mm.

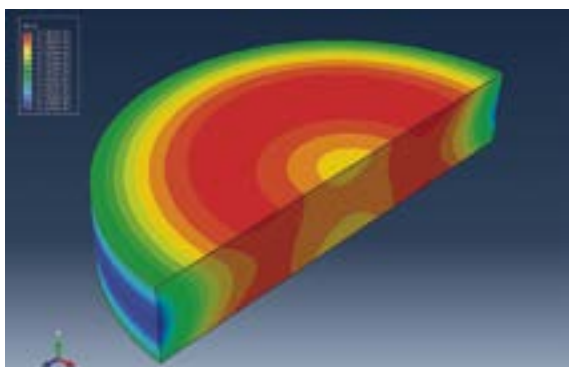


Fig. ② : distribution de température dans l'échantillon au SPS

OBJECTIFS TECHNOLOGIQUES DU PROJET

Obtenir une céramique poly-cristalline transparente de meilleure efficacité balistique que les verres actuels et plus abordable que les monocristaux.

Les caractéristiques recherchées sont :

- une transparence suffisante (RIT 550 nm > 70%) ;
- une dureté élevée (~ 15 GPa) ;
- une dimension substantielle (disques de diamètre 80 mm et d'épaisseur 7 mm).

INNOVATIONS DÉVELOPPÉES PAR LE PROJET ET RÉULTATS OBTENUS :

Obtention et caractérisation d'échantillons de spinelle transparents :

- choix du spinelle $MgAl_2O_4$ (figure ①), qui présente de bonnes propriétés mécaniques pour une faible densité ainsi qu'un coût d'élaboration maîtrisé ;
- utilisation et optimisation de la technologie de frittage SPS (figure ③) (*Spark Plasma Sintering*) ;
- influence de la mise en forme (pressages uniaxial et isostatique, coulage sous pression) à partir de poudres et suspensions commerciales ;
- dopage au LiF (aide au frittage + élimination de la contamination au carbone).

Étude des paramètres SPS :

- détermination du cycle de frittage adéquat pour obtenir une microstructure fine (figure ④) ;
- optimisation de l'outillage pour limiter les gradients de température et de contrainte.

Modélisation numérique :

- évaluation des gradients de température au SPS (figure ②) en tenant compte des aspects électriques, thermiques et mécaniques ;
- aide aux choix de géométries de l'outillage SPS ;
- validation des possibilités de changement d'échelles.

APPLICATIONS MARCHÉS

Applications marché défense :

- vitrages de véhicules blindés (figure ⑤) ;
- verrières d'hélicoptères ;
- visières de protection des fantassins.

Applications marché civil :

- sécurité civile (vitrages de véhicules, visières, boucliers...);
- optiques de microlithographie UV, de lasers de puissance ;
- verres de montre, joaillerie.

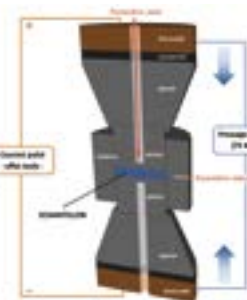


Fig. ③ : SPS, principe de fonctionnement

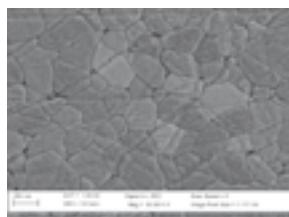


Fig. ④ : microstructure de spinelle observée au MEB



Fig. ⑤ : Nexter Aravis, véhicule blindé hautement protégé

DURÉE DES TRAVAUX : 36 mois

NOMS DES ENTREPRISES/LABOS PARTENAIRES :

SCERAM /INSA de Lyon – MATEIS
Université de Bourgogne laboratoire ICB – Welience

CONTACT (ENTREPRISE PORTEUSE DU PROJET) :

SCERAM
Guillaume SERVIN - Responsable développement
gservin@sceram.com
Tél : +33 (0)4 78 30 83 64

CVAO

CONTROLE VISUEL ASSISTÉ PAR ORDINATEUR

Système d'aide aux contrôles et inspections de structures



DURÉE DES TRAVAUX : 30 mois
Janvier 2009 à juillet 2011

NOMS DES ENTREPRISES/LABOS PARTENAIRES :

DCNS (Porteur du projet), SOFRESUD (PME),
SUPMECA (Laboratoire)

CONTACT :

DCNS
Denis CARRETERO
denis.carretero@dcnsgroup.com
SOFRESUD
Antoine TORRES
antoine.torres@sofresud.com

OBJECTIFS TECHNOLOGIQUES DU PROJET

L'objectif du projet CVAO est de permettre d'améliorer la gestion des protocoles d'inspection de structure en favorisant la normalisation des opérations et en garantissant la rigueur et l'objectivité des inspections par :

- l'assistance au contrôleur via l'élaboration d'informations enrichies et objectivement caractérisées ;
- l'intégration d'outils novateurs pour un repérage spatial fiabilisé et une caractérisation 3D des défauts les plus complexes ;
- un système d'information spécifique pour le suivi de l'état réel des structures.

Dans les domaines de l'information et de la communication CVAO assure la consolidation en temps réel des relevés et le partage automatisé avec un expert à distance.

INNOVATIONS ET MATURITÉ DES RÉSULTATS OBTENUS :

CVAO version standard, TRL 9 (commercialisation du premier produit réalisée)

- Solution applicative innovante et structurante permettant de rationaliser les inspections via le portage d'outils numériques sur le terrain
- Rendu réel, concret et partagé des défauts
- Capitalisation de données consolidées et bases de connaissances propres à chaque chantier

CVAO option caractérisation 3D, TRL 8

- Intégration d'un scanner laser 3D pour reconstruire les défauts
- Développement d'outils métier pour traiter les données à des fins d'expertise structure

PERSPECTIVES

CVAO option géolocalisation automatisée, TRL 5 (travaux de R et D complémentaires en cours)

- Conception d'un outil embarqué novateur pour la localisation temps réel des défauts dans le référentiel structure
- Développement d'algorithmes (fusion/recalage de données inertielles par traitement d'images vidéo)

APPLICATIONS MARCHÉS

Applications marché défense :

- sous-marins, bâtiments de surface

Applications marché civil :

- marine marchande, plateformes offshore

AVH

ANALYSE VIBRATOIRE HÉLIPOPTÈRE

Collecte en vol et télétransmission de mesures vibratoires pour analyse



OBJECTIFS TECHNOLOGIQUES DU PROJET

- Réduire le coût de la maintenance aéronef en :
 - réduisant le nombre des vols techniques nécessaires pour les contrôles vibratoires cellule et moteur d'aéronef ;
 - réduisant le temps des contrôleurs d'hélicoptère ;
 - obtenant un équipement d'un coût réduit.

CONTRAINTES :

- système embarqué ne devant pas dépendre des instruments de bord de l'aéronef ;
- coût réduit de l'équipement embarqué destiné à des hélicoptères légers.

CARACTÈRE INNOVANT DU PROJET :

- équipement embarqué capable d'assurer 2 fonctions indépendantes :
 - contrôle vibratoire de cellule ;
 - contrôle vibratoire moteur.
- télétransmission des mesures collectées par liaison GSM (en plus de la possibilité de transfert par carte USB) ;
- équipement « low cost » dédié aux petits hélicoptères ;
- pas de produit concurrent sur le marché.

RÉSULTATS OBTENUS :

- débouchés civils et militaires en France, en Europe et aux USA en cours de discussion ;
- amélioration du niveau de qualité de la société : PART 21 J et G et Part 145

APPLICATIONS MARCHÉS

Applications marché civil et défense :

- hélicoptères moyens et légers (Gazelle, Puma, Ecureuil) ;
- aéronefs à voilure fixe (à prévoir).

DURÉE DES TRAVAUX : 33 mois

Octobre 2010 à juin 2013

NOMS DES ENTREPRISES/LABOS PARTENAIRES :

SEMIA SAS

CONTACT (ENTREPRISE PORTEUSE DU PROJET) :

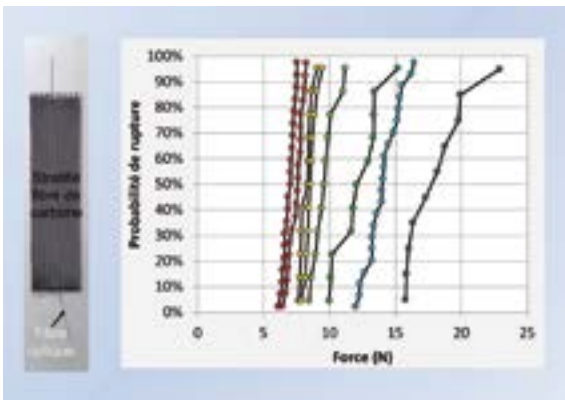
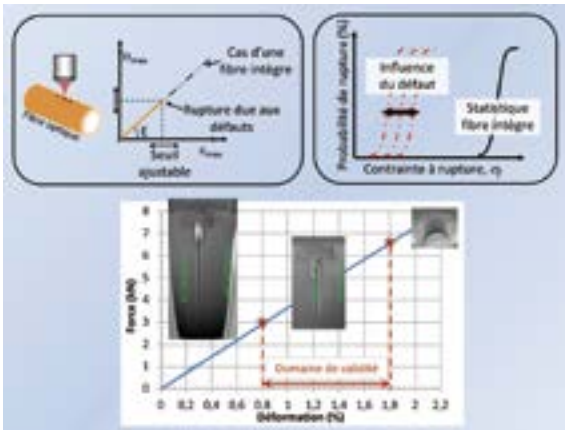
SEMIA SAS

Bastien DEROUBAIX

pre.nom@domaine.fr

semia

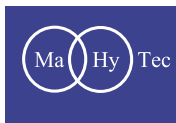
rapid



DURÉE DES TRAVAUX : 33 mois

NOMS DES ENTREPRISES/LABOS PARTENAIRES :
MaHyTec, Roxel

CONTACT (ENTREPRISE PORTEUSE DU PROJET) :
MaHyTec
Benoît DELOBELLE
benoit.delobelle@mahytec.com
Tél. : +33 (0)3 84 82 88 70



OBJECTIFS TECHNOLOGIQUES DU PROJET

- Statuer de manière fiable et à moindre coût sur l'état de santé d'une structure composite
- Détecter avec précision le passage d'un seuil de déformation dans une structure composite (polymère / carbone...)

INNOVATIONS DÉVELOPPÉES PAR LE PROJET ET RÉSULTATS OBTENUS :

- mise au point d'un capteur basé sur le contrôle de l'élongation d'une fibre optique ;
- limitation de l'élongation avant rupture de la fibre par réalisation de défaut utilisant une technologie d'usinage laser femtoseconde ;
- caractérisation de défauts micrométriques à la surface de la fibre en silice ;
- insertions de fibres optiques à élongation contrôlées lors de la fabrication d'une structure composite.

Résultats :

- maîtrise de la taille de défauts compris entre $1\mu\text{m}$ et $6\mu\text{m}$;
- maîtrise de la relation taille des défauts et élongation de la fibre ;
- bon transfert de charge entre le capteur et le composite ;
- validité du capteur démontrée pour une structure planaire en verre et pour un domaine compris entre 0,8 % et 1,8 % de déformation.

APPLICATIONS MARCHÉS

Applications marché défense :

- contrôle du vieillissement de structure, marqueur d'intégrité (Structure filamentaire à fonction structurale pour les applications défense tactiques, balistiques ou encore spatiales...)

Applications marché civil :

- structure composite type réservoir d'hydrogène, pales d'éolienne et d'hydrolienne, pièces structurales des avions civils de nouvelle génération

CADIP

CAPTEUR DENSITÉ DE COURANT DE PROTECTION CATHODIQUE

Caractérisation des peintures de coque de navire

Modélisation de la protection cathodique et des champs électriques



Figure 1

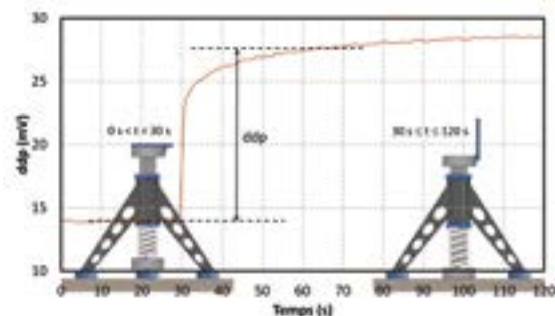


Figure 2

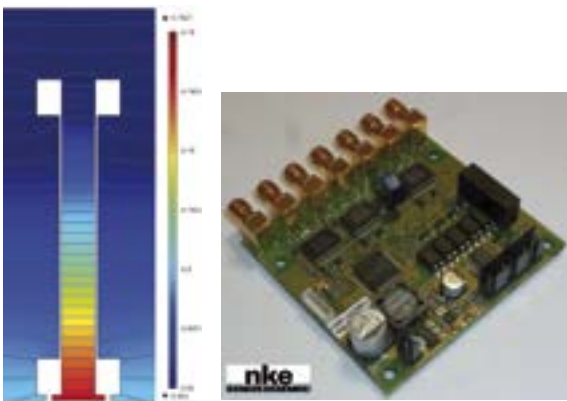


Figure 3

Figure 4

DURÉE DES TRAVAUX : 12 mois
Décembre 2012 - Décembre 2013

NOMS DES ENTREPRISES/LABOS PARTENAIRES :
Institut de la Corrosion, site de Brest
nke instrumentation

CONTACT :
Institut de la Corrosion
Dominique FESTY
dominique.festy@institut-corrosion.fr
Tél : +33 (0)2 98 05 15 52

OBJECTIFS TECHNOLOGIQUES DU PROJET

- Le projet CADIP a permis de développer un capteur de densité de courant de protection cathodique mis en œuvre *in situ* par scaphandrier ou robot (figure 1)
- L'objectif final est la production de cartographies de densité de courant utilisées pour caractériser l'état des systèmes de peinture des structures peintes ou modéliser la protection cathodique et les champs électriques générés des carènes de navire

INNOVATIONS DÉVELOPPÉES PAR LE PROJET ET RÉSULTATS OBTENUS :

Optimisation des paramètres dimensionnels et fonctionnels du capteur

- Protocole de calibration basé sur des panneaux d'acier revêtus d'un système de peinture avec des taux de défauts variables
- Protocole de mesure *in situ* et développement d'un système d'application du capteur (figure 2)
- Critère de choix de la gamme de mesure et de l'amplification par la sélection du diamètre interne du capteur

Modélisation numérique (figure 3)

- Principe de mesure et d'amplification physique du signal mesuré
- Validation des choix technologiques

Développement d'un système de mesure (figure 4)

- Adaptation d'impédance
- Numérisation et transmission des mesures
- Visualisation et stockage

Définition d'un système préindustriel

- Cahier des charges fonctionnelles pour la commercialisation de systèmes complets

APPLICATIONS MARCHÉS

Applications marché défense :

- Chantiers navals : évaluation du vieillissement des systèmes de peinture des carènes sans mise en cale sèche
- DGA : acquisition des cartographies de densité de courant de protection cathodique dans le contexte de l'évaluation de l'UEP (*Underwater Electric Potential field*) des navires militaires.

Applications marché civil :

- Sociétés de service : inspection des structures sous marines peintes (Navires civils ; Infrastructures offshore et sous-marines ; Structures portuaires et fluviales, etc.)

AVATAR

AMÉLIORATION DES VISUALISATIONS AVIONIQUES PAR TRAITEMENT ANTIREFLETS

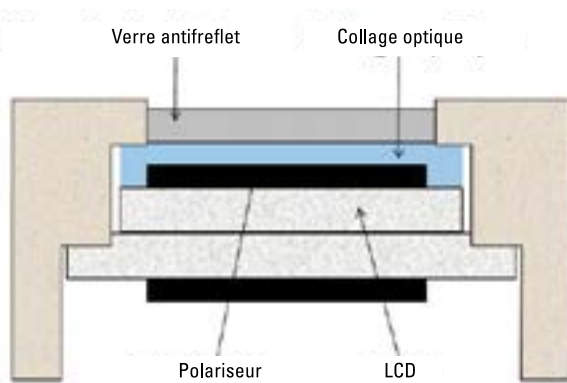


Figure 1 : empilement optique actuel

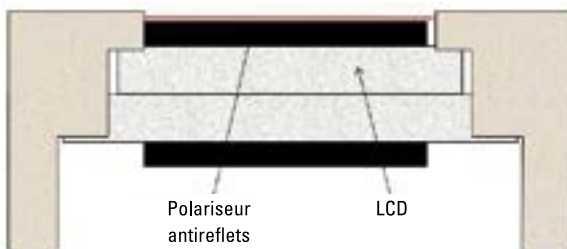


Figure 2 : empilement optique cible

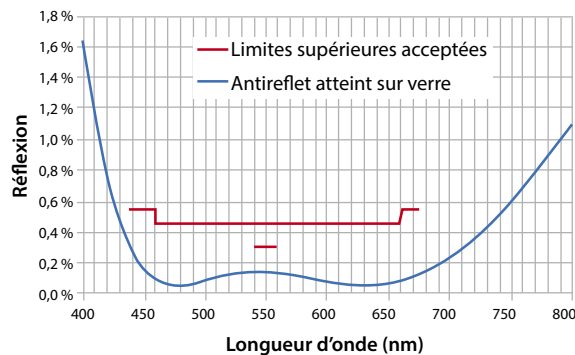


Figure 3 : réflexion à incidence nulle de l'antireflet, sur verre



Figure 4 :
cockpit avion d'armes



Figure 5 :
cockpit avion de transport

DURÉE DES TRAVAUX : 36 mois
Décembre 2011 à décembre 2014

NOMS DES ENTREPRISES/LABOS PARTENAIRES :
Polyrise, Thales Avionics LCD,
CEA/Le Ripault

CONTACT (ENTREPRISE PORTEUSE DU PROJET) :
Polyrise
Mélania LOUARN-DUPONT
melania.louarn@polyrise.com
Tél : +33 (0)5 56 06 40 54



OBJECTIFS TECHNOLOGIQUES DU PROJET

Simplification du processus de fabrication de la fonction antireflet sur écrans LCD.

INNOVATIONS DÉVELOPPÉES PAR LE PROJET SUR LE TRAITEMENT ANTIREFLET

Passage d'une technique de dépôt multicouches sous vide sur verre collé sur le polariseur (figure 1) à une technique de vernis liquide sol-gel directement déposé sur la surface du polariseur avant des écrans LCD (figure 2).

Le procédé basse température rendra possible l'application sur des matériaux optiques plastiques, restant compatible avec les contraintes d'environnement des systèmes avioniques embarqués.

RÉSULTATS OBTENUS

- modélisation et réalisation d'un revêtement optique bicouche aux spécifications cibles : réflexion $< 0,3\%$ à 550 nm (figure 3) ;
- adhérence de l'empilement antireflet sur polariseur.

EN COURS

- durcissement des couches optiques par post-traitement basse température ;
- développement de la technique de dépôt couches minces par enduction laminaire sur polariseurs 400 x 400 mm² (brevet CEA N° 92/08524).

APPLICATIONS MARCHÉS

Applications marché défense :

- avionique : cockpits avion et hélicoptères (figure 4) ;

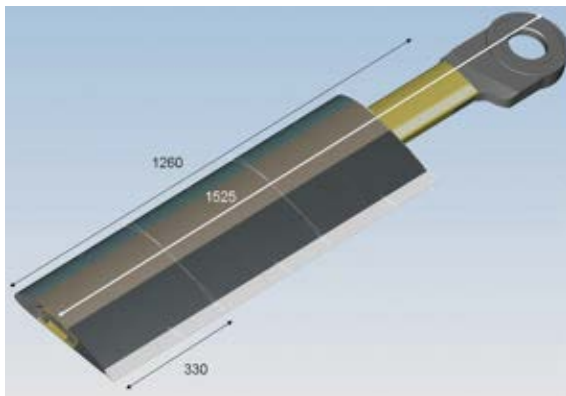
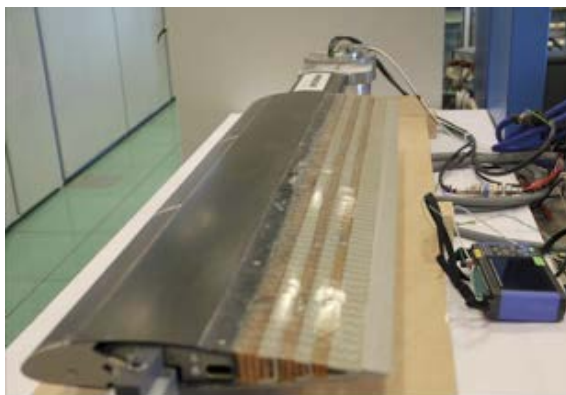
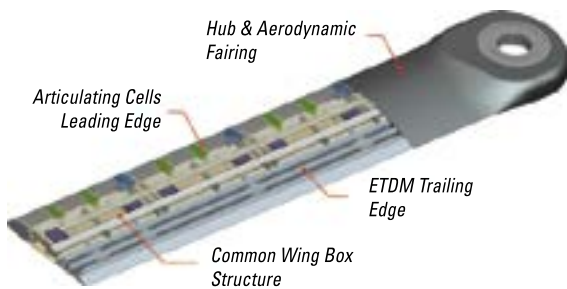
Applications marché civil :

- avionique : cockpits avions et hélicoptères (figure 5) ;
- industries techniques (écrans de contrôle d'appareillage...);
- marché grand public des écrans LCD (téléphones, ordinateurs, systèmes de vision automobile...).



ITP SMART MORPHING

STRUCTURE ADAPTATIVE POUR AILE À PROFIL DÉFORMABLE



DURÉE DES TRAVAUX : 48 mois

NOM DES ENTREPRISES / LABORATOIRES PARTENAIRES

MBDA UK & Fr, Imperial College, ONERA, Metz Université (ENSAM LEM3), NIMESIS

CONTACT

MBDA France
Gérard SAUSSEREAU
Ingénieur Matériaux & Procédés
Tél. : +33 (0)1 71 54 23 23
gerard.saussereau@mbda-systems.com

MBDA
MISSILE SYSTEMS



OBJECTIF DU PROJET

Amélioration des performances d'une aile de missile par adaptation du profil aérodynamique de voilure aux phases de vol afin d'optimiser les coefficients de portance et traînée.

CONTRAINTES

Techniques :

- Faibles volumes, optimisation de la masse, énergie limitée, environnements missiles.
- Développer une peau souple, déformable et résistante aux efforts aérodynamiques.

CARACTÈRE INNOVANT DU PROJET

- À ce jour pas de missiles connus avec une fonction de morphing de voilure.
- Pas de solutions et ou composants commerciaux répondant directement aux contraintes techniques.

ÉTAPES FRANCHIES

- Études & Spécifications aérodynamiques.
- Sélection de 2 concepts de morphing applicables à des ailes de missile.
- Étude de peaux et développement des matériaux associés : élastomère renforcé par alliage à mémoire de forme.
- Design architecture d'une aile missile avec la fonction de morphing.
- Réalisation d'un démonstrateur d'aile fonctionnel en vraie grandeur.
- Tests fonctionnels et structuraux sol.

RÉSULTATS OBTENUS

- Démonstrateurs de principe des concepts.
- Démonstrateur d'aile - fonctionnel et vraie grandeur.
- Validation par des tests structuraux et essais sol des 2 concepts sur le démonstrateur – TRL4.

APPLICATIONS

- Missiles moyenne et longue portée, munitions rôdeuses, bombes guidées, drones.
- Morphing d'entrée d'air.

PEA