

## Nouveaux matériaux multifonctionnels applicables dans le secteur de la défense

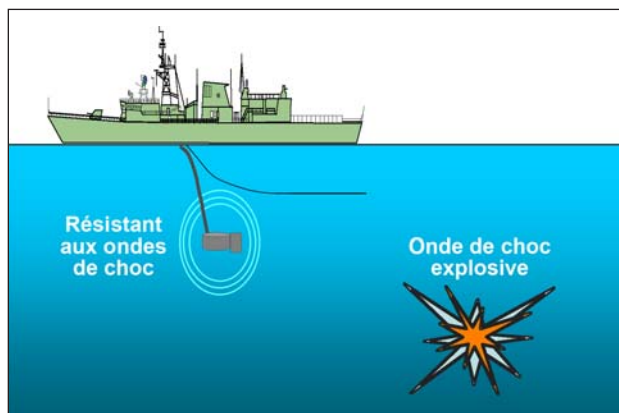
La protection accrue des plateformes et du personnel militaires en situation de combat constitue une priorité pour les Forces canadiennes (FC). Le premier niveau de protection aérienne, terrestre ou maritime est la minimisation du risque de détection. Les matériaux utilisés pour construire et recouvrir une plateforme militaire sont d'importants facteurs de réduction de la détection par les capteurs radar, sonar, électro-optiques et visuels. De plus, chez les FC, la connaissance de la situation et les capacités de détection peuvent être améliorées grâce à de petits systèmes de capteurs robustes qui consomment peu d'énergie et dont la sensibilité est élevée.

Le Laboratoire du chantier naval Atlantique (LCNA), une unité de Recherche et développement pour la défense Canada (RDDC) – Atlantique, se consacre à un programme de recherche diversifié sur des matériaux intelligents, multifonctionnels et de haut rendement. Les matériaux intelligents s'adaptent ou réagissent à leur milieu (température, forces, champs électriques, etc.), ce qui en fait des solutions appropriées pour les capteurs, les actionneurs et les systèmes de contrôle adaptatifs. Par exemple, les capteurs qui utilisent des matériaux intelligents peuvent mesurer et réduire les signatures de plateforme qui sont susceptibles d'être détectées.

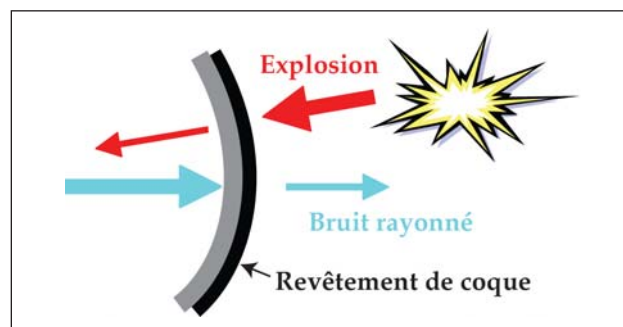
Les matériaux multifonctionnels offrent plusieurs caractéristiques de rendement, par exemple des

caractéristiques d'actionnement et de détection, voire des propriétés d'insonorisation et de gestion thermique. Leur appariement fonctionnel peut être mis à parti dans des composantes (transducteurs, actionneurs, capteurs, etc.) ou des revêtements (pour des besoins de furtivité, de protection, etc.) destinées aux systèmes et aux plateformes militaires modernes.

Le galfenol magnétostrictif est un « acier intelligent » à base de fer dont les capacités magnétostrictives sont élevées. La résistance mécanique, la formabilité et la soudabilité du galfenol sont similaires à celles des aciers de construction, ce qui rend ce matériau approprié pour la construction de transducteurs, d'actionneurs et de capteurs robustes qui peuvent fonctionner dans des environnements propices aux chocs. En adoptant une démarche scientifique, le LCNA a élaboré des procédures conventionnelles de traitement économique pour produire un galfenol polycristallin sous des formes utilisables dont la texture et l'alliage ont été choisis pour en accroître la résistance et l'endurance : ceci a permis d'obtenir une limite d'élasticité conventionnelle de plus de 500 Mpa et un allongement en traction de plus de 15 %. Des techniques de soudage et d'assemblage ont été élaborées. Le LCNA étudie actuellement le potentiel de l'utilisation des aciers magnétostrictifs pour la protection contre les effets du souffle et les chocs. RDDC Atlantique collabore avec l'Office of Naval Research des États-Unis, le Naval Surface Warfare Center des États-Unis, le laboratoire Ames des États-Unis, Etrema Products Inc. et



*Des matériaux intelligents robustes sont nécessaires à la construction de transducteurs et de capteurs pour les opérations dans des milieux propices aux chocs.*



*Il est possible que certains revêtements multifonctionnels pour coques soient à même de diminuer le bruit rayonné et d'offrir une protection contre les effets du souffle.*

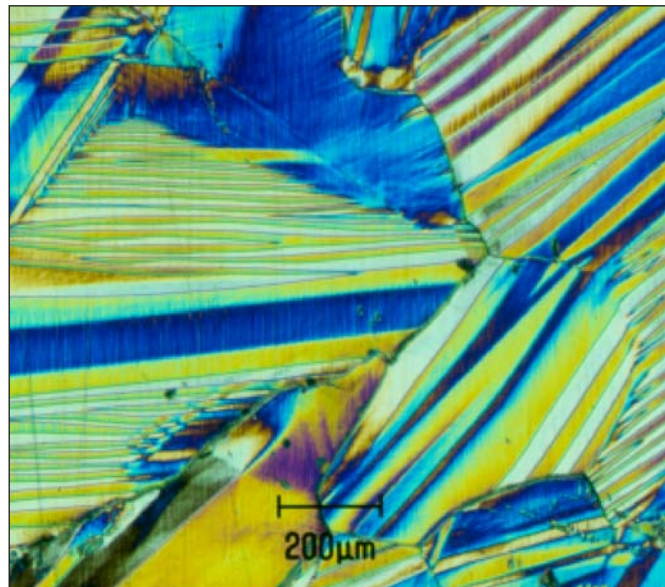
# Nouveaux matériaux multifonctionnels applicables dans le secteur de la défense

différentes universités dans le cadre de travaux d'étude sur les matériaux magnétostrictifs à base de fer.

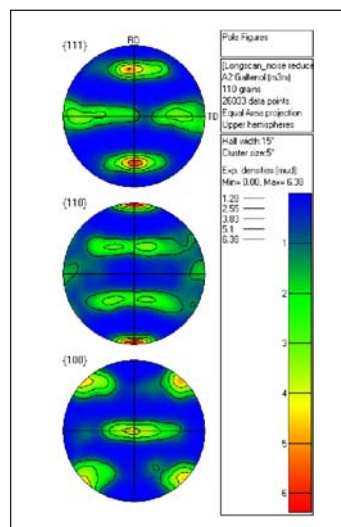
Les alliages à mémoire de forme à actionnement magnétique, une nouvelle catégorie de matériaux pour actionneurs, possèdent une fréquence de fonctionnement, une densité d'énergie et un taux de déformation élevés. Leur déformation réversible déclenchée par des champs magnétiques est comparable à celle des alliages à mémoire de forme conventionnels à actionnement thermique; leur vitesse de réaction est toutefois beaucoup plus élevée. Le LCNA élabore actuellement des méthodes de conception, de production et de caractérisation de ces alliages et facilite leur utilisation dans des dispositifs militaires. Le LCNA a produit des alliages à mémoire de forme à actionnement magnétique qui présentent des formes et des compositions différentes, en plus de construire des dispositifs qui illustrent des capacités actives de contrôle des vibrations et de récupération d'énergie (la capture d'énergie ambiante par de petits dispositifs autonomes).

Les actionneurs diélectriques constituent une catégorie de matériaux intelligents offrant un potentiel pour la fabrication de capteurs, d'actionneurs et de dispositifs de récupération d'énergie. Une différence de potentiel appliquée sur une membrane mince comprime l'élastomère et accroît sa longueur. Le LCNA a mené à terme un projet du Fonds d'investissement technologique destiné à fabriquer des actionneurs diélectriques laminés pour l'amortissement actif des vibrations. Bodycote Materials Testing Ltd a produit en sous-traitance des fibres diélectriques de longueur et de géométrie transversale arbitraires qui pourraient être utilisées pour fabriquer un « tissu intelligent ». L'armée canadienne finance des travaux du LCNA afin d'élaborer des actionneurs diélectriques en élastomères à l'aide de fibres d'élastomère thermoplastique extrudées.

Actuellement, des revêtements de coque distincts sont appliqués aux navires et aux sous-marins à des fins de réduction de la signature, d'isolation thermique et de protection contre la corrosion. Il est possible qu'une couche unique de tuiles multifonctionnelles pour coque offrant des capacités combinées puisse présenter des avantages de coûts et de rendement pour les FC. Ultérieurement, des revêtements de polyuréthane pulvérisables pourraient offrir aux navires une protection accrue contre les effets du souffle. Le LCNA procède actuellement à des recherches théoriques et expérimentales sur l'utilisation des revêtements de polyuréthane pour le contrôle des signatures acoustiques. L'atténuation des vibrations et les caractéristiques acoustiques des plaques et des piliers à plusieurs couches qui comportent des couches de polyuréthane ont été caractérisées et des études paramétriques ont été réalisées sur des configurations à couches à l'aide de simulations numériques. Des études sont également consacrées aux caractéristiques vibro-acoustiques des tuiles des coques de sous-marin conventionnelles.



Micrographie d'un alliage polycristallin à mémoire de forme Ni-Mn-Ga à actionnement magnétique présentant différents domaines de macles.



Figures de pôle présentant une texture recherchée dans un galfenol polycristallin laminé/recuit.



Actionneur diélectrique en polymère laminé

## Pour plus d'information

**Chef, Laboratoire du chantier naval Atlantique**

Téléphone : (902) 427-3421

Courriel : atl.h.dla@drdc-rddc.gc.ca

**Bâtiment D-20, CFB Halifax**

P.O. Box 99000 STN FORCES, Halifax (Nouvelle Écosse) B3K 5X5

Téléphone : (902) 427-3422 Télécopieur: (902) 427-3435

**[www.atlantic.drdc-rddc.gc.ca](http://www.atlantic.drdc-rddc.gc.ca)**

Fiche d'information DLA0208\_f

© RDDC Atlantique 2008