

**Fonds des nouvelles initiatives (FNI) de recherche et de sauvetage**  
**Rapport sommaire final**  
**2005-06**

**TITRE :** *Radar cohérent UHF pour détection des canots de sauvetage, phase II*

**NUMERO DE PROJET ET N°** *DFO 11/03 NIFID # 2003032*  
**IDFNI :** *Rapport de contrat C-CORE N° R-05-012-258*

<b>SOMMAIRE FINANCIER :</b>	<b>Coût réel total :</b>	<b>309 119 \$</b>	
	De FNI :	157 700 \$	(51%)
	D'autres sources :	151 419 \$	(49%)
		<u>FNI</u>	<u>Autres sources</u>
	Exercice 03/04 :	30 000 \$	37 493 \$
	Exercice 04/05 :	88 740 \$	89 751 \$
	Exercice 05/06 :	38 960 \$	24 175 \$

**DESCRIPTION DU PROJET :**

La sécurité des vies humaines en mer et l'efficacité des opérations de recherche et sauvetage en mer (SAR pour Search And Rescue) pourraient être grandement améliorées en augmentant la capacité qu'ont les radars à détecter de petits objets, en particulier pour les états de la mer de degré élevé (> 5 m). Ce projet répond à ce besoin en améliorant les limites inhérentes que possèdent les systèmes de radar maritime pour la détection d'objets d'une surface équivalente radar de l'ordre d'1 m<sup>2</sup> ou moins. Il peut s'agir de canots de sauvetage, de chaloupes de sauvetage, d'autres petits navires et de petits morceaux de glace (bergy bits et bourguignons).

Les systèmes maritimes existants ont une capacité limitée à distinguer les petits objets, en particulier en présence des échos indésirables des vagues en cas d'état de la mer élevé. Le radar cohérent utilise une conception spécialisée et un traitement avancé du signal qui améliorent grandement la performance de détection des systèmes maritimes existants. Les améliorations sont principalement dues aux facteurs suivants :

- Il a été prouvé qu'il est possible de réduire substantiellement le fouillis d'océan (écho radar produit par la réflexion sur la surface de l'océan) en fonctionnant à des fréquences UHF (300 à 3 000 MHz) plutôt que HF (3 à 30 MHz) ou micro-ondes (> 3 GHz).
- Le fonctionnement cohérent permettra le traitement de nombreux échos radar.
- Le fonctionnement cohérent permet l'élaboration d'une conception de signal et de méthodes de traitement des signaux (comme la compression d'impulsions) qui améliorent les niveaux du signal en comparaison aux bruits et échos de fond et qui augmentent grandement la résolution de l'objet.

Ce projet a poursuivi le développement du prototype de radar UHF cohérent, en particulier pour la détection de petits objets. Le prototype de

radar UHF a été développé en tant que validation de principe du concept de radar de faible puissance. L'étendue du projet comprenait le développement d'améliorations, leur incorporation dans le système de radar et la conduite d'évaluations poussées sur le terrain afin de caractériser la performance.

**OBJECTIFS DU PROJET :**

- Développement d'un prototype de radar UHF cohérent.
- Effectuer de nombreuses évaluations sur le terrain du prototype de radar UHF.
- Estimer la différence de performance entre le prototype de radar cohérent UHF et les systèmes de radar maritimes existants (non cohérents).
- Évaluer les améliorations de la conception de l'antenne qui réduisent les effets des lobes secondaires de l'antenne.
- Développer les éléments de la conception pour qu'ils soient du niveau de la qualité d'un prototype bêta (prototype prêt à la commercialisation).
- Maximisation de l'utilisation des technologies sans fil à moindre coût pour démontrer la viabilité de la commercialisation d'une solution de radar cohérent économique et avancée.

**INCIDENCE ET AVANTAGES :**

***Résultats du projet***

Ce projet a été divisé en trois phases distinctes. Le résultat de chacune des phases est décrit ci-dessous.

*Phase 1 : Conception et construction d'un prototype de radar cohérent*

Le prototype de radar cohérent créé dans ce projet était une adaptation d'une conception préalable. La nouvelle conception s'est concentrée sur des améliorations significatives, notamment : des modifications dans la section de l'amplificateur de puissance pour résoudre des problèmes de refroidissement ; l'intégration d'un nouveau démodulateur ; des améliorations de l'isolation de la porteuse radioélectrique entre le transmetteur et le récepteur ; enfin, la réduction du bruit dans l'ensemble du système. Cette phase a aussi permis l'amélioration de l'interface graphique et du logiciel de post-traitement. Enfin, une antenne diélectrique sur mesure a été conçue et fabriquée pour faire des recherches sur la pondération des fentes de radiation afin de réduire les effets des lobes secondaires.

L'ensemble du système s'est avéré très robuste et fiable.

*Phase 2 : Programme sur le terrain sur terre ferme*

Le programme sur le terrain comprenait deux segments : un segment sur un lac gelé et un segment en environnement océanique. Les deux segments ont fait appel à une lentille Lunberg comme cible standard pour fournir une surface équivalente radar stable. La cible standard permet une évaluation quantitative de la performance du radar.

L'expérience sur le lac gelé a apporté un environnement virtuellement sans

fouillis permettant de vérifier la détectabilité de la lentille Lunberg en fonction de conditions variables de fonctionnement du radar. Il s'agissait d'une importante étape à franchir avant d'installer le réflecteur sur une bouée dans l'océan. En fait, l'expérience a contribué à l'identification de contraintes de fonctionnement clés, uniques aux radars cohérents à compression d'impulsions, qui auraient autrement été négligées si l'environnement du lac gelé n'avait pas présenté un tel niveau de contrôle.

Le segment sur océan du travail sur le terrain a permis le montage du radar sur une bouée de type rivière Ottawa (ORT pour Ottawa River Type) à Petty Harbour, T.-N.-L., à une distance de 1 800 m du site du radar situé sur la côte. Un fort volume de données a été recueilli pour une analyse ultérieure. Plus précisément, 12 giga-octets de données ont été récoltées, représentant quelque 250 acquisitions de cibles au fil de cinq excursions distinctes.

#### *Phase 3 : Analyse des données*

L'analyse des données comprenait le post-traitement des données brutes acquises et enregistrées par le radar. Le post-traitement est avant tout composé d'un algorithme de compression d'impulsions qui met à profit les propriétés uniques du signal intégrées au système radar afin d'améliorer le pouvoir séparateur radial et la suppression du fouillis. Le résultat de ce traitement est que le radar offre en effet le pouvoir séparateur radial prévu théoriquement (en l'occurrence 3,75 m) tout en isolant les cibles fixes ou à basse vitesse du fouillis océanique environnant.

#### **Avantages du projet**

Cette technologie présentera les avantages suivants au cours des opérations de recherche et sauvetage (SAR) :

- Elle permettra de conduire les opérations de recherche et sauvetage de façon plus efficace en réduisant potentiellement le temps nécessaire à la localisation d'un canot de sauvetage et des personnes en détresse se trouvant dans l'eau.
- Elle engendrera des économies résultant de la réduction de la durée totale de l'opération SAR.
- Bien qu'elle ait été développée en tant qu'outil SAR, on s'attend à ce que cette technologie, ou un de ses dérivés, puisse plus tard être largement utilisée sur les navires commerciaux ou de loisirs. Ceci pourrait permettre de réduire le nombre d'incidents SAR en permettant à ces navires de détecter les dangers de la navigation que les systèmes maritimes existants négligent d'habitude.
- Elle offrira une technologie nouvelle, avancée et à faible coût pour les opérations de recherche et sauvetage.

Un rapport de projet technique (*C-CORE Contract Report # R-05-013-258*) fait partie du produit livrable de ce projet et doit être consulté pour obtenir des détails techniques et des résultats spécifiques aux analyses des données.

#### **ÉVALUATION :**

Ce projet est un succès substantiel étant donné qu'un système de radar opérationnel et fiable a été conçu et construit et que des données de

terrain représentatives ont été recueillies pour évaluer les attributs potentiels du radar maritime cohérent appliquées aux opérations SAR. Pour être viable au niveau économique, cette technologie doit être commercialisée. Ce projet a facilité le rapprochement de C-CORE avec un partenaire potentiel, Rutter Technologies Inc., qui s'intéresse à la fabrication et à la commercialisation de systèmes de radar de ce type. Ce partenariat profitera à C-CORE en étendant son expertise en matière de développement de radars cohérents et profitera au bout du compte à la communauté SAR en apportant un nouvel outil permettant d'assister à la localisation des navires ou personnes en détresse.

**ACTIVITES DE  
COMMUNICATION :**

Les avantages de cette technologie de radar ont été diffusés auprès de parties prenantes potentielles au travers des moyens suivants :

- Présentations conduites à l'Atelier annuel des collaborateurs de C-CORE devant une audience constituée des clients et parties prenantes de C-CORE (3 février 2004 à Calgary, 25 personnes ; 27 avril 2005 à Calgary, 29 personnes).
- Présentations à l'International Ice Management Joint Industry Project (Projet industriel collaboratif pour la gestion internationale de la glace) qui a suscité un fort intérêt auprès des décideurs impliqués dans le développement des champs pétrolifères de Terra-Nova et de White Rose.
- Dialogue en cours avec le ministère des Pêches et des Océans, division des recherches et sauvetage en mer, avec pour résultat l'expression des besoins des SAR.
- Présentations auprès de Rutter Technologies Inc. et dialogue en cours avec eux. Rutter Technologies Inc. reste un partenaire potentiel pour la commercialisation et la fabrication et est fortement intéressé par sa mise sur le marché.
- Présentation auprès du Conseil consultatif régional des citoyens (RCAC) du golfe du Prince William (PWS) en Alaska qui s'intéressent à la surveillance de la glace sur les voies des navires pétroliers.
- L'édition du printemps 2004 de C-CORE News présente un article sur le radar UHF cohérent.

**REFERENCE  
BIBLIOGRAPHIQUE :**

- Chan, H.C. "Evaluation of the FMICW Waveform in HF Surface Wave Radar Applications." Defense Research Establishment Ottawa, Report No. 1219, January 1994.
- Khan, R.H., and Mitchell, D.K. "Waveform Analysis for High Frequency FMICW Radar." IEE Proceedings-F, Vol. 138, No. 5, October 1991.
- Haykin, S., Krasnor, C., Nohara, T., Currie, B., and Hamburger, D. "A Coherent Dual-Polarized Radar for Studying the Ocean Environment." IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. 29, No. 1, January 1991.
- McGregor, J.A., Poulter, E.M., and Smith, M.J. "Switching system for single

antenna operation of an S-band FMCW radar." IEE Proceedings-Radar, Sonar Navigation., Vol. 141, No. 4, August 1994.

Nathanson, F.E. "Radar Design Principles, Second Edition." McGraw-Hill, Inc., New York, 1991.

Scheer, J.A. and Kurtz, J.L., editors. "Coherent Radar System Performance Estimation." Artech House, Boston, 1993.

Skolnik, M. "Radar Handbook, Second Edition." McGraw-Hill Publishing Company, New York, 1990.

**SUGGESTIONS D'ACTIVITES  
SUPPLEMENTAIRES OU  
DE SUIVI :**

Ce qui suit est un résumé des activités considérées comme étant les plus critiques pour toute activité ou projet de suivi :

- Un essai pratique comportant des cibles réelles telles que des icebergs et des petits navires afin de fournir une information tangible quant à l'utilité du radar cohérent.
- Un essai pratique exposant le radar à des conditions en plein océan par un état de la mer extrême.
- À l'heure actuelle, l'algorithme de compression d'impulsions est appliqué en post-traitement. Afin de réaliser un produit commercial, il est nécessaire de procéder à une recherche des exigences de traitement en temps réel de cet algorithme pour qu'il corresponde au balayage et à la fréquence de mise à jour d'un système opérationnel. Selon les scénarios opérationnels envisagés, cela pourrait représenter une charge de traitement significative qui peut rendre nécessaire l'utilisation d'un matériel sur mesure.
- Une nouvelle mouture de la conception du radar devrait le faire évoluer vers une forme commerciale. Les éléments de cette conception comprendront probablement : des cartes de transmission et de réception hautement intégrées (plutôt que l'approche actuelle d'un prototype modulaire) ; un fonctionnement à la fréquence des radars maritimes en bande S (3,05 GHz) ; la conformité aux normes IEC émergentes pour les radars embarqués ; le balayage en azimut ; un nouveau dispositif de synthèse numérique directe (DDS pour Direct Digital Synthesis) avec une fonction de sorties commandées pour éliminer le couplage de la porteuse radioélectrique entre le transmetteur et l'émetteur.
- Pour pouvoir commercialiser un produit, il faut rédiger des spécifications qui considèrent les besoins du marché et les avantages et contraintes uniques d'un radar cohérent utilisant la compression d'impulsions. Ces spécifications devraient définir les caractéristiques de fonctionnement du radar, sa taille, son interface utilisateur et sa performance.
- Il est en outre nécessaire de procéder à de plus amples recherches en matière d'antenne afin de minimiser les conséquences de la radiation due aux lobes secondaires. À ces fins, il faut acquérir un logiciel de simulation adapté.

- Des recherches sur d'autres techniques de conception de signal pourraient s'avérer intéressantes afin de réduire les effets de la corrélation des lobes secondaires, ce qui permettrait une détection de petites cibles à proximité de grandes cibles.

**POUR DE PLUS AMPLES INFORMATIONS, PRIERE DE CONTACTER :**

**Coordination fédérale**

Secrétariat national de recherche et de sauvetage  
275, rue Slater, 4<sup>e</sup> étage  
Ottawa, ON K1A 0K2  
Tél. : (613) 996-2782  
Télec. : (613) 996-3746  
Site Web : <http://www.nss.gc.ca>

**Parrain ou gestionnaire du projet**

Ministère canadien des Pêches et des Océans, division des recherches et sauvetage en mer  
Case postale 5667  
St. John's, NL  
A1C 5X1  
Officier responsable : Brian Stone, directeur  
Tél. : (709) 772-2123  
Télec. : (709) 772-5369  
Courriel : [StoneB@DFO-MPO.GC.CA](mailto:StoneB@DFO-MPO.GC.CA)