

# SCANMaris: détection des comportements anormaux des navires Trafic Maritime

Anne LITTAYE, Marie-Annick GIRAUD<sup>2</sup>, Jean-Pierre MANO<sup>3</sup>, Alain BONNOT<sup>4</sup>,  
Aldo NAPOLĀ, Michel BOTALLA<sup>6</sup>, Florent JANGAL<sup>7</sup>, Michel MOREL<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ECOMER, Bureau d'étude en ECOlogie Marine, Etude & Recherche,  
3 lot Cuchintcherry – 64210 Bidart, France.

Tel : 06 70 39 44 76 - [ecomers@orange.fr](mailto:ecomers@orange.fr)

<sup>2</sup>SOFRESUD,

777 avenue de Bruxelles - 83500 La Seyne sur Mer, France

Tel : 04 94 11 57 00 - [www.sofresud.com](http://www.sofresud.com)

<sup>3</sup>IRIT, Institut de Recherche Informatique de Toulouse de l'Université Paul Sabatier,  
UMR 5505

118 route de Narbonne - 31062 Toulouse cedex 9, France

Tel : 05 61 55 82 94 - [www.irit.fr/SMAC](http://www.irit.fr/SMAC)

<sup>4</sup>DCNS, SIS/DDP

BP 403 - 83055 TOLON CEDEX, FRANCE.

TEL : 04 98 03 92 59 - [www.dcms.fr](http://www.dcms.fr)

<sup>5</sup>Mines ParisTech, Centre de recherche sur les Risques et les Crises,  
Rue Claude Daunesse – 06904 Sophia Antipolis, France.

Tel : 04 93 67 89 15 - [www.crc.ensmp.fr](http://www.crc.ensmp.fr)

<sup>6</sup>CDMT, Centre de Droit Maritime et des Transports de l'Université Paul Cézanne  
3 avenue Robert Schuman – 13628 Aix en Provence cedex 1

Tel : 04 42 17 28 62 - [www.cdm.droit.u3mrs.fr](http://www.cdm.droit.u3mrs.fr)

<sup>7</sup>ONERA, Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales  
Chemin de la Hunière – 91762 Palaiseau cedex, France.

Tel : 01 69 93 62 14 - [www.onera.fr/demr/index/php](http://www.onera.fr/demr/index/php)

## Mots clés

Sécurité des frontières maritimes, intégration multifactorielle, système multi-agent, surveillance opérationnelle, zone marine étendue..

## Introduction

SCANMaris est un outil d'aide à la surveillance maritime étendue. L'objectif est la détection automatique de comportements anormaux à partir des trajectoires et des informations disponibles sur ces navires. L'opérateur averti traitera l'alerte selon son analyse de la situation renseignée et les protocoles en vigueur. La mise en œuvre de Trafic2000 en 2002 a permis de renseigner les pistes des navires suivis sur les écrans de surveillance. Spationav, mis en œuvre en 2008, apporte une synergie entre les détections de navires par les deux capteurs opérationnels, Radar et AIS, sur un même écran et la mise en réseau des observations de l'ensemble des sémaphores afin d'élargir la vision des CROSS. SCANMaris teste une dimension supplémentaire d'analyse en temps réel de la situation, d'avertissement de l'opérateur et d'outils d'informations complémentaires.

La situation ci-dessous, élaborée à partir de données réelles et simulées, illustre le fonctionnement de ScanMaris dans un contexte de surveillance du trafic dans le DST de Ouessant et le chenal de la Helle.

## Méthodologie

Les situations étudiées relèvent de la surveillance du trafic maritime (STM en méditerranée et sur les secteurs de surveillance du DST Manche des trois CROSS, Corsen, Jobourg et Gris Nez) et de la surveillance de la pêche (CSP du CROSS Etel). Les types de comportements anormaux, les paramètres permettant de les identifier ont été spécifiés avec l'aide des opérationnels. Les réglementations relatives aux situations d'étude ont été inventoriées et sont intégrées dans la base documentaire du système.

Les situations du trafic qui servent de support au développement et aux tests de performances sont issues d'enregistrements réalisés durant trois mois. Des récepteurs AIS ont été installés au CROSS Gris Nez, au CROSS Corsen, au Pic de l'Ours dans le Var et dans la rade de Toulon. Un dispositif de main courante des événements maritimes permet d'isoler des situations d'étude. Des événements simulés sont superposés afin d'amplifier la criticité de certaines situations par une augmentation du nombre d'événements. Concernant les situations de pêche, les trajectoires et données sont entièrement simulées, sur le format de données issues de capteurs AIS. Ce choix se justifie par l'obligation, effective au 1<sup>er</sup> janvier 2009, des navires de pêche de plus de 15m de longueur à être équipé du boîtier d'émission AIS. De plus, les pointages du navires étant plus fréquents (2 min pour AIS, 1H pour le VMS), l'identification de l'activité du navire par sa trajectoire est plus fine. L'un et l'autre des systèmes est coopératif.

Le système de bout en bout peut être décomposé en 5 phases :

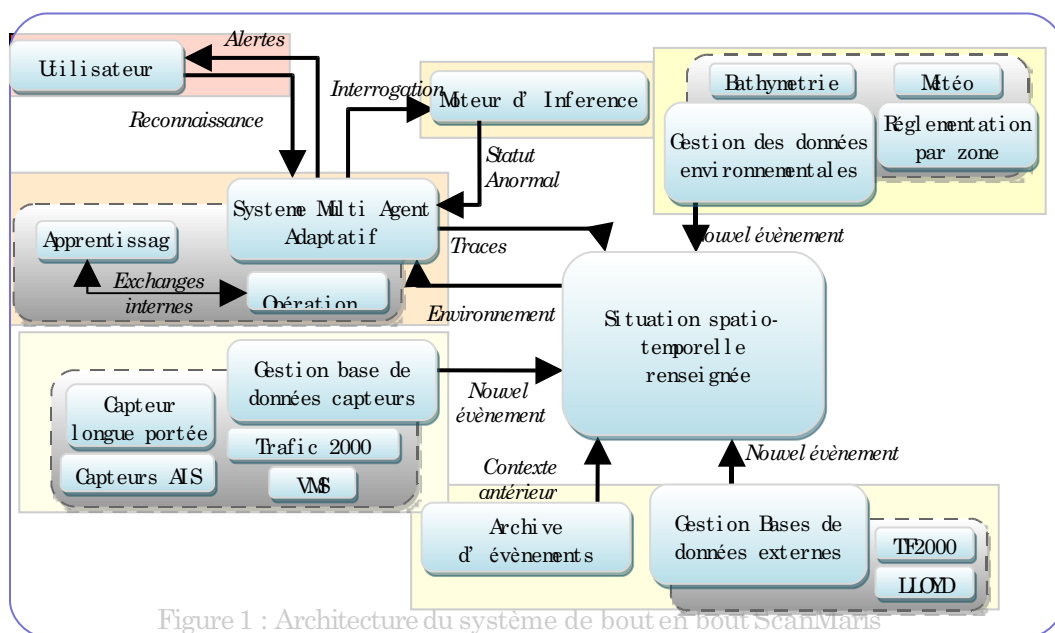


Figure 1 : Architecture du système de bout en bout ScanMaris

**Phase 1** : récupération des détections AIS et intégration pour constituer la situation maritime. Les détections du radar HWSFR, (portée 200 nm) déployé par l'ONERA, seront également intégrées pour quelques situations.

**Phase 2** : Les cartes électroniques de navigation ENC, au format S57, produite par le SHOM servent de support visuel et de base d'informations (bathymétrie, balisage, chenaux...) contribuant à l'analyse.

**Phase 3 :** Dès qu'un navire est détecté par un capteur, le système recherche des informations sur ce navire ; Outre les données dynamiques (données cinématiques telles que la vitesse et le cap, et données liées au voyage telles que le port de destination ou encore la cargaison), il existe de nombreuses informations statiques (type de bâtiment, tonnage, motorisation...) ou semi statiques (pavillon, propriétaire, résultats d'inspection) relatives au navire réparties dans de multiples bases métier et/ou accessibles via différentes sources de données (TRAFIC2000 – messages CRO et AIS, Lloyd's register, Paris MoU).

Elles sont fusionnées et consolidées dans une base de données qui a un double rôle :

- ✓ Renseigner la situation maritime
- ✓ Alimenter le moteur de règles et le système d'analyse multi-agents SMA.

**Phase 4 :** Le moteur de règles définit des comportements qui seront testés par le SMA.

Dans les situations d'étude, pour exemple, les règles suivantes ont été établies :

- ✓ un navire de jauge >3000tjb chargé n'est pas autorisé à emprunter le chenal de La Helle
- ✓ une vitesse <5kts hors mouillage pour un navire de commerce est anormale
- ✓ les navires de commerce doivent respecter les voies de circulation du DST.

Certaines règles sont modulées par les conditions météorologiques.

**Phase 5 :** Les situations renseignées sont analysées par un SMA. Un indice de criticité (niveaux normal, vigilance, pré-alerte, alerte) est positionné sur chaque navire et évolue à chaque pas de temps (fig.2). Pour chaque agent représentatif d'un navire, il est déterminé si son contexte de fonctionnement a changé ; Le SMA interroge le moteur de règles et en fonction de sa réponse, ajoute de nouvelles anomalies ou en supprime, et met à jour le niveau de criticité de celles en cours.

Exemples de changement de contexte :

- ✓ la vitesse du navire N1 est passé de 15kts à <5kts au cours des 5 pas de temps écoulés (vitesse indiquant une non manoeuvrabilité du navire alors qu'il est dans un chenal).
- ✓ le navire N3 est sortie de la voie montante du DST (entrée/sortie de zone réglementée)

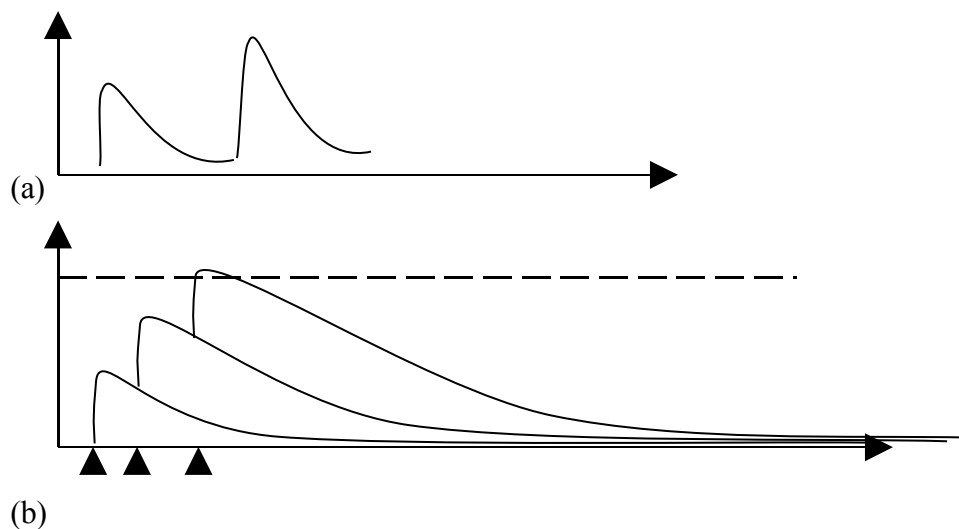


Figure 2 : intégration temporelle du signal

(a) construction de la criticité pour un seul navire

(b) construction d'une criticité composée dans le cas de plusieurs navires

L'indice de criticité augmente ou diminue selon les informations et résultats d'interrogation du moteur de règle à chaque pas de temps. Par exemple, si au bout d'un certain temps, le navire N3 n'effectue pas un changement de cap pour revenir sur la voie montante du DST, l'indice passe de « vigilance » à « pré-alerte ».

Le danger et les risques créés par le comportement du navire N1 positionne directement l'indice sur « alerte » ; Ce navire peut être un vecteur de collision ou peut s'échouer à court terme au vue de la situation géographique parsemée d'écueils.

## Résultats

La situation du 17 octobre 2008 à 12H est figurée ci dessous :



Figure 3 : Situation maritime du chenal de la Helle et du DST Ouessant, transcrite sur fond cartographique ENC, format S57.

La phase 3 renseigne cette situation comme suit :

- N1 : navire vraquier français, chargé, vitesse 15kts, cap 340°
- N2 : navire passager, ligne Ouessant-Conquet, 11kts, cap 88°
- N3 : chimiquier grec, >3000tjb, vitesse 18kjt, cap 26°
- N4 : vraquier espagnol, <3000tjb, vitesse 15kts, cap 28°
- N5 : porte container panaméen, liste noir Paris MoU, cap 76°

Au cours de la phase 5, en sortie de l'analyse par la SMA, 1 alerte est positionnée sur le navire N1 et 3 vigilance concernent les navires N2, N3, N5.

- N1 : alerte « vitesse < 5kts sur 10 min
- N2 : vigilance car route collision avec N1 non manoeuvrant
- N3 : vigilance sortie du DST – pas de changement de cap au point tournant
- N5 : vigilance engagement dans DST avec angle trop fort

Ces résultats s'affichent sur l'écran de surveillance avec une symbolique spécifique. L'opérateur peut valider, supprimer des alertes, ajouter manuellement des alertes non détectée par le système mais obtenue par son expertise et ses enquêtes radio.

Sur la figure 4, la symbolique employée n'est pas définitivement spécifiée.



Figure 4 : Situation maritime renseignée et analysée, 17 octobre 2008

### Discussion et perspectives

Un message pop-up indique à l'opérateur la nature de l'alerte. Des outils d'interrogation lui donne accès à tout élément qu'il jugerait nécessaire pour approfondir la compréhension de l'événement avec notamment l'accès automatique à la fiche Navire regroupant toutes les informations courantes avec possibilité d'obtenir des informations plus spécifiques à la demande pour ce navire particulier ou un accès aux données météorologiques et océaniques qui apparaissent dans une fenêtre supplémentaire.

Le système est dit « adaptatif » car de nouvelles situations anormales ; validées comme telles par l'opérateur, pourront être mémorisées au niveau du SMA et testées lors d'une prochaine occurrence.

SCANMaris est un prototype d'une solution de bout en bout. Les perspectives seront de deux ordres :

1- élargissement du nombre de sources de détection coopérative ou non (radar MF moyenne fréquence, LRIT...).

2- diversification des comportements anormaux traités (liées à la diversité des navires et activités détectés).

### Références bibliographiques

[Jean-Pierre Mano](#), [Christine Bourjot](#), [Gabriel Lopardo](#), [Pierre Glize](#). *Bio-inspired Mechanisms for Artificial Self-organised Systems*. Dans / In: *Informatica*, [Slovene Society Informatika](#), Vol. 30 N. 1, p. 55-62, 2006.

[Marie-Pierre Gleizes](#), [Valérie Camps](#), [Jean-Pierre Georgé](#), [Davy Capera](#). *Engineering Systems which Generate Emergent Functionalities*. Dans / In: *Engineering Environment-Mediated Multiagent Systems - Satellite Conference held at The European Conference on Complex Systems (EEMMAS 2007)*, Dresden, Germany, 01/10/2007-05/10/2007, Danny Weyns, Sven Brueckner, Yves Demazeau (Eds.), [Springer-Verlag](#), Lecture Notes in Artificial Intelligence (LNAI) 5049, 2008.

[Michel Morel](#), [A Napoli](#), [Anne Littaye](#), [Marie-Pierre Gleizes](#), [Pierre Glize](#). *ScanMaris: an Adaptive and Integrative Approach for Wide Maritime Zone Surveillance*. Dans / In: *Cognitive systems with Interactive Sensors (COGIS 2007)*, Stanford University California USA, 26/11/2007-27/11/2007, p. 10-14, 2007

[Michel Morel](#), [Jean-Pierre Georgé](#), [Anne Littaye](#), [Florent Jangal](#), [A Napoli](#) *ScanMaris - Automatic Detection of Abnormal Vessel Behaviours*. Dans / In: *3AF International symposium : Europe and the Transformation of its Forces*, Paris, 2008

[Anne Littaye](#), [Michel Morel](#), [Alain Bonnot](#), [Aldo Napoli](#), [Jean-Pierre Georgé](#) , [Marie-Annick Giraud](#), [Florent Jangal](#), [Michel Botalla](#) *Trafic Maritime : détection des comportements anormaux des navires*. Dans/in: 7<sup>èmes</sup> journées scientifiques et techniques du CETMEF – Paris – 8, 9 et 10 décembre 2008