

Modélisation Cognitive et Réactive

M2SIAM

**AGENTS COGNITIFS : APPLICATION À LA
SURVEILLANCE ET AU CONTRÔLE DES
ACTIVITES DES NAVIRES EN MER**

Jérémy Rivière
jeremy.riviere@univ-brest.fr

Plan

1. Zoom sur la résolution coopérative de problèmes : agents "cognitifs"
2. Présentation du projet : SMA de surveillance et de contrôle des activités de navires en mer

Résolution coopérative de problèmes

L'utilisation de SMA pour résoudre un problème "global" :

- SMA : de nombreux agents en interaction entre eux et/ou avec leur environnement
- Un agent , en règles générales
 - **n'a qu'une vue locale** de son environnement social et virtuel
 - a un **but individuel** - et potentiellement en conflit avec les autres
 - est **incapable de résoudre seul** le problème global (ou bien moins efficace)

Exemples :

- SMA et robots : déménageurs, footballeurs, explorateurs ..
- Trouver le maximum, trafic aérien

Résolution coopérative de problèmes

*Un **agent** clé de contrôle du trafic aérien de l'aéroport de Paris tombe soudainement en panne, laissant tous les vols dans les environs sans indications de vol.*

Les autres **agents** de contrôle du trafic des aéroports autour de Paris :

- **détectent** la panne d'un des leurs,
- se **ré-organisent** et **coopèrent** pour identifier et aider tous les vols affectés.

-> **Prise d'initiative, autonomie (*proactivité*)**

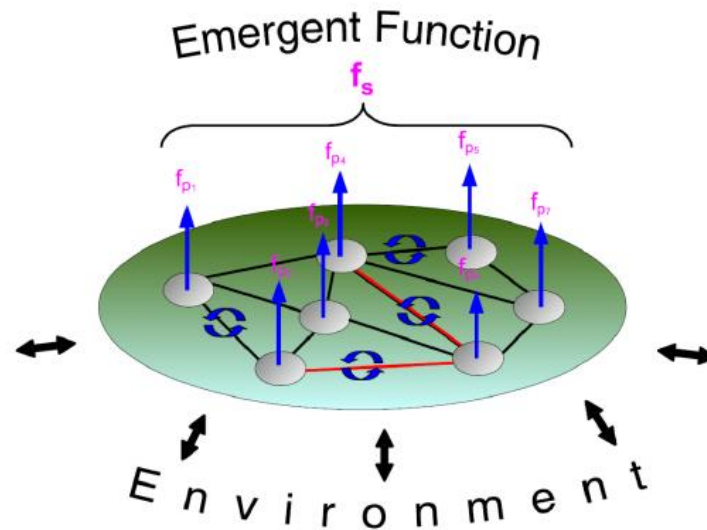
-> Facultés de **coopération** et d'auto-organisation pour résoudre un problème **qu'un seul système ne pourrait résoudre seul**

Résolution coopérative de problèmes

On a besoin d'agents :

- Qui **s'adaptent** aux changements de l'environnement
- Qui soient **capables de s'auto-organiser**
- **Coopératifs.**

-> de leurs interactions et leur coopération émerge la solution (fonction) au problème global



Le projet ScanMaris

Projet ANR (Agence Nationale pour la Recherche) entre 2008 et 2010

Partenaires

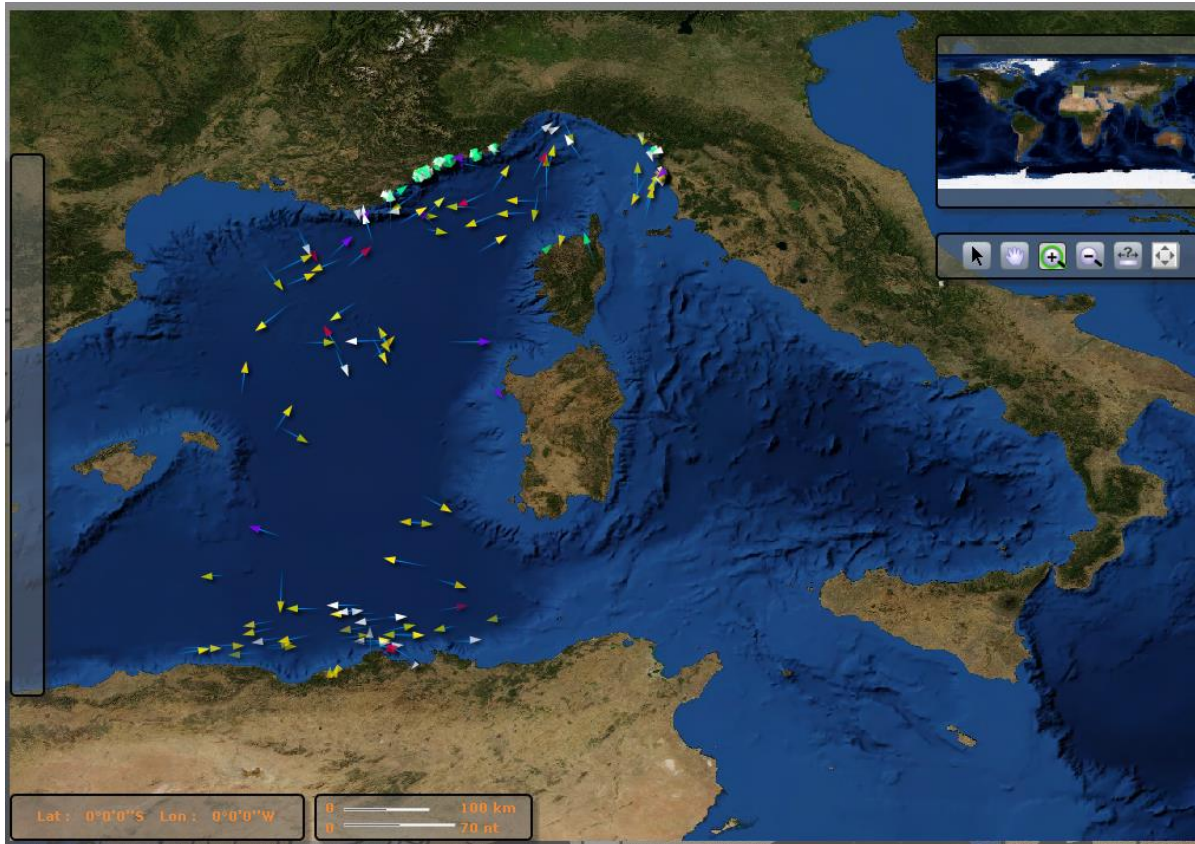
- **Industriels** : DCNS, SOFRESUD, ECOMER
- **Académiques** : IRIT, ECOLE DES MINES, ONERA, CDMT
- **Acteurs opérationnels de la sauvegarde maritime** : DAM, CROSS, MED, CROSSA ETEL, COM (Centre Opérationnel de la Marine), Gendarmerie Maritime

But du projet : système d'aide à la détection de comportements « anormaux » pour la surveillance maritime

<http://www.sismaris.org/>



Plusieurs objectifs



- Couplage des moyens de **surveillance courte et longue portées** (radars)
- Intégration du **plus grand nombre d'informations possibles** sur les navires
- **Détection automatique** de comportements « anormaux » de navires
- Et **quantification** de l'anormalité des navires suspects

Plusieurs objectifs



alertes



feedbacks



*Réclame ou réfute
une alerte*



Apprentissage du système sur la levée d'alerte en fonction de *feedbacks* de l'opérateur humain

Problématiques



- Surveillance temps-réel
- Grand nombre de navires
- Diversité des types de navires
- Qu'est-ce qu'un comportement anormal ?
Règles dynamiques ...
- Quels paramètres pour les alertes ?
- Quels mécanismes d'apprentissage ?

De quoi a-t-on besoin ?

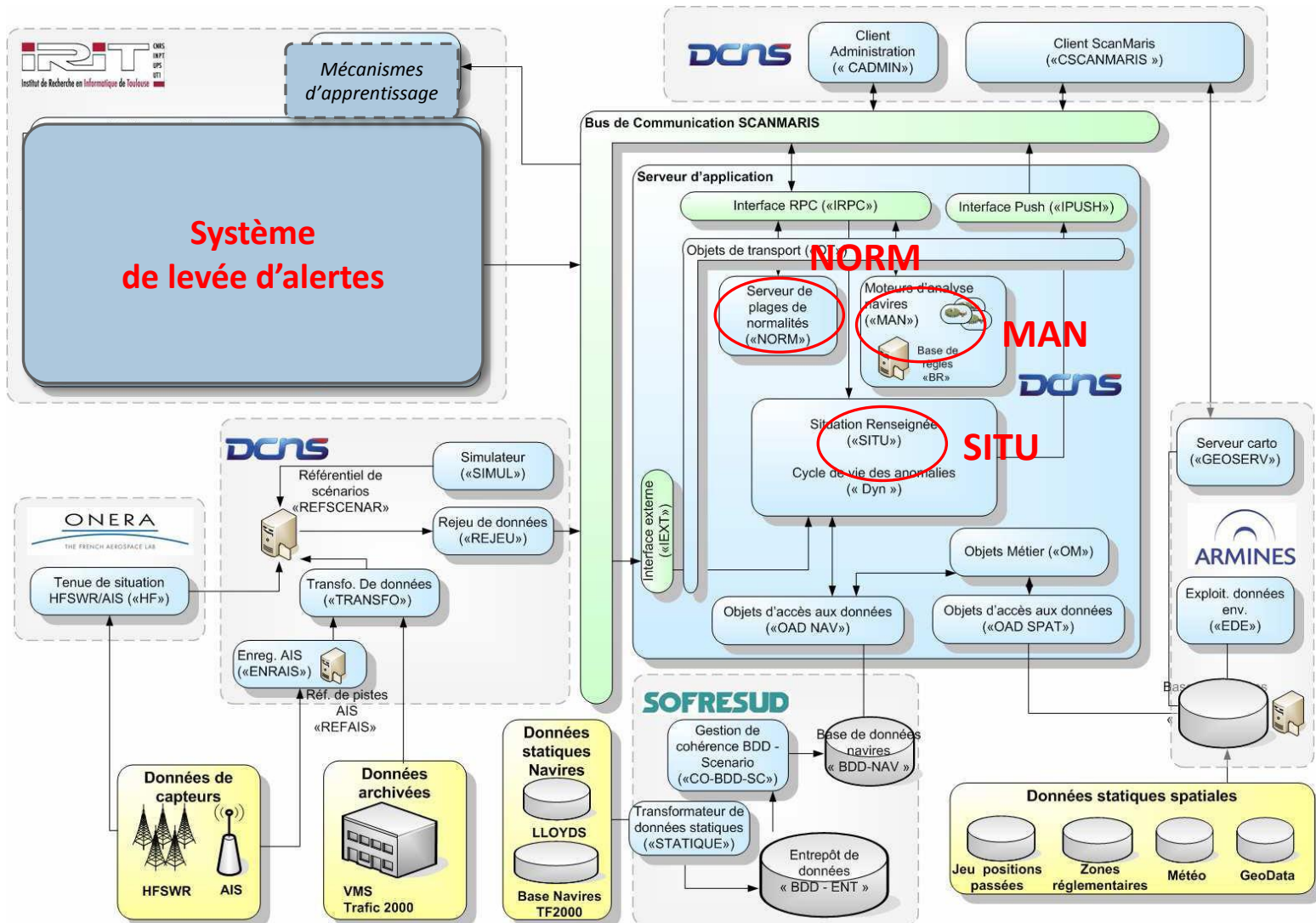
Système de levée d'alertes

- **Tenue de situation renseignée sur les navires :**
 - *données de capteurs/radars (positions, vitesses et caps ...)*
 - *sources d'informations complémentaires (types de cargaisons, destinations, pavillons, certifications ...)*
 - *conditions de navigation (météorologie, océanographie et géographie)*
 - **Base de règles experts (règlementation ...)**
- + Détection **de comportements anormaux complexes** (trafic, transbordement ...) ?
- + **(Très) grande capacité de calcul, ou systèmes distribués, autonomes ?**

Mécanismes d'apprentissage avec prise en compte des feedbacks de l'opérateur

IHM de visualisation des alertes levées

Architecture du projet



Situation renseignée (SITU)

Base de données dynamique

- **Recueille, fusionne et entretient** tous les renseignements obtenus par les différents moyens de détection (radars sur les côtes, AIS – *Automatic Identification System*, radars longue portée)
- **Combine** ces renseignements avec des bases de données en ligne (e.g. *LLOYD's register*)
- **Transmet au système de levée d'alerte** et au NORM les mises à jour des situations (nouveau navire, nouvelle position etc.)



General Information

Name : XX
IMO : 65348703
Flag : Bahamas
Type : Combination
Subtype : Bulk/Oil Carrier
MMSI : 308954333
Callsign : C6SH4
Operator : XX
Owner : XX
Manager : XX

Tonnage Characteristics

Deadweight tonnage : 80394
Gross tonnage : 100232

Engine Characteristics

Engine type : Motor Diesel
Engine number: 2
Service Speed : 18/25

Structure Characteristics

Length overall/Draft : 243/17.62
Beam/Depth : 32.25/20.10
Sea way : Odessa to Arzew

Liquid Capacities

Liquid : 86345
Tanks : 11

Serveur de plages de normalités (NORM)

Serveur d'invariance

- Définit pour chaque navire de la situation une **plage d'invariance** à partir des informations transmises par la SITU
 - **Indique au système de levée d'alerte** la sortie d'un navire d'une plage d'invariance
- > changement du contexte de fonctionnement d'un navire

Exemple : pour un navire de type « tanker » qui avance à 50 nœuds, le serveur d'invariance peut définir une plage de vitesse allant de 45 à 55 nœuds

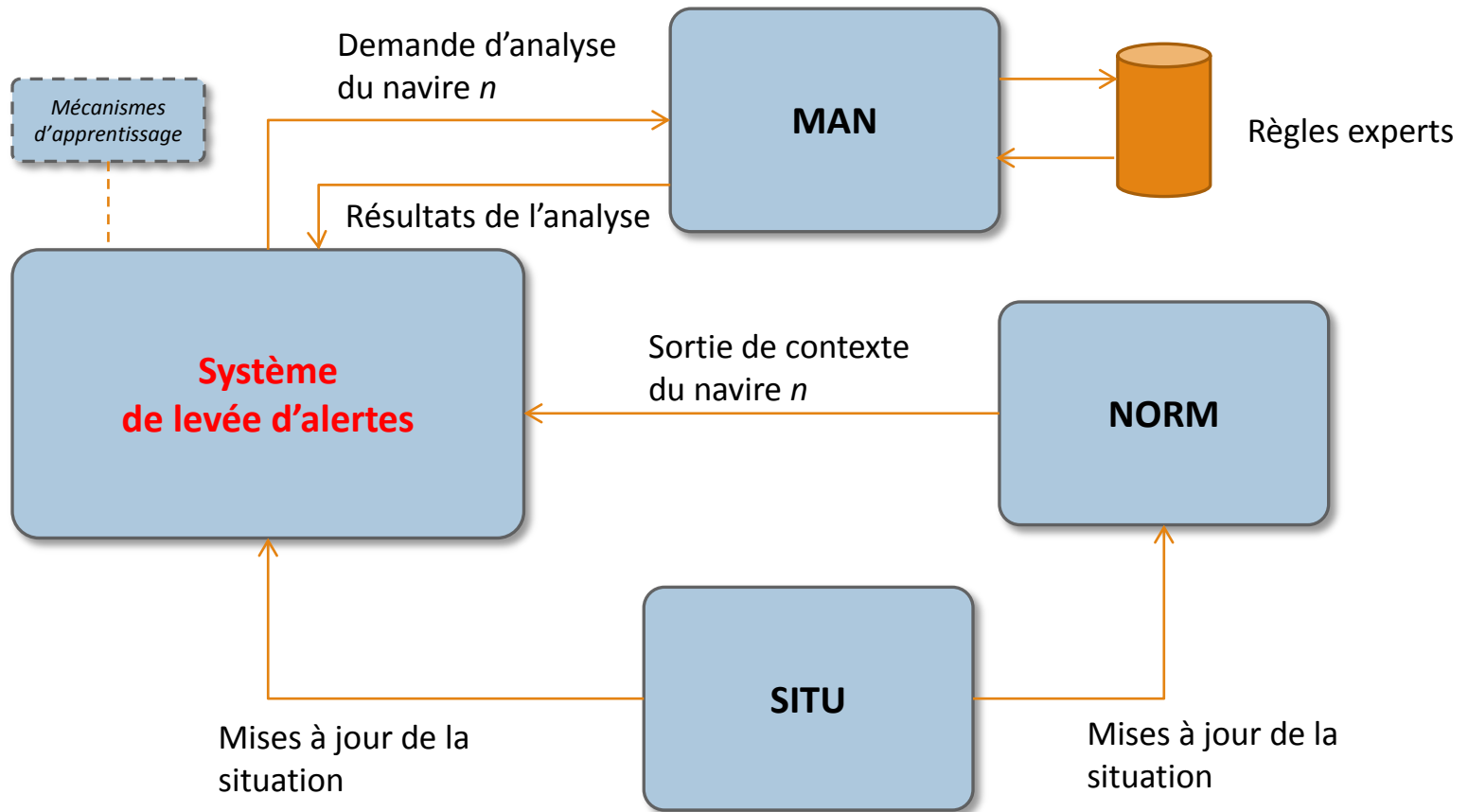
Moteurs d'Analyse Navire (MAN)

Moteur de règles

- **contient des règles simples** élaborées par des experts, souvent liées au contexte juridique
- permet de **répondre à une demande d'analyse** du système de levée d'alerte concernant un navire

Exemple de règle : un navire de jauge > 3000 tjb (tonneaux de jauge brute) chargé n'est pas autorisé à emprunter le chenal de La Helle

Pour résumer



Système de levée d'alerte

Rôle :

Détecter des **anomalies** dans le comportement des navires et les signaler, lorsque c'est **approprié**, à un opérateur humain, *via* des **alertes**

Outils à disposition du système

- Reçoit des mises à jour régulières sur l'état des navires (position, cap, vitesse) via la SITU
- Reçoit les sorties de contexte de fonctionnement des navires (plage de vitesse, de cap) via le NORM
- Connait l'état d'un navire par rapport à la réglementation en cours par le MAN, après demande de vérification

Système de levée d'alerte

Alertes et anomalies

Concrètement, comment définir une anomalie dans le comportement d'un navire (stop, vitesse excessive ...) ?

Plusieurs anomalies ?

Leur évolution au cours du temps ?

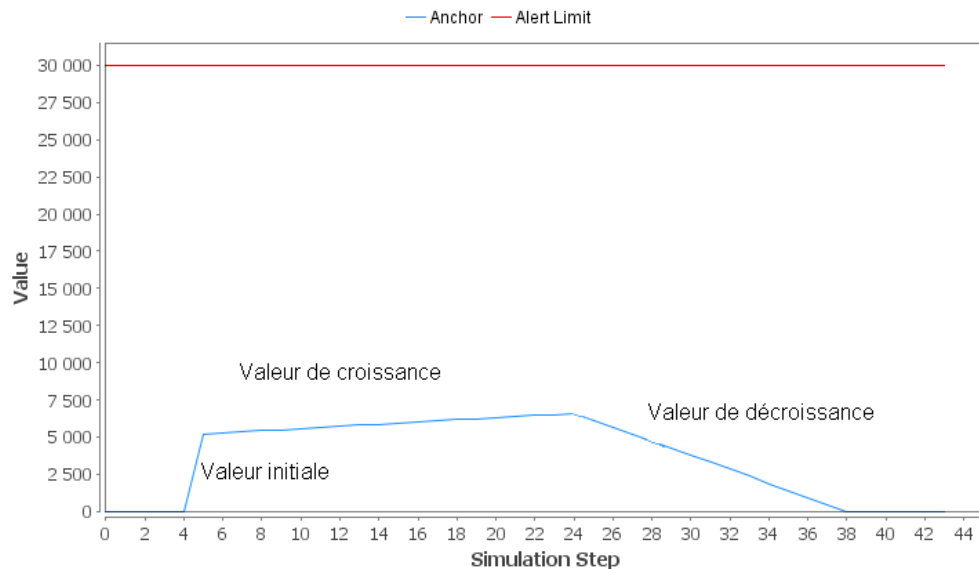
Une alerte ?

Système de levée d'alerte

Alertes et anomalies

1) Construction, pour chaque navire, d'une courbe d'anormalité, ou **courbe de « criticité »**

2) Mise en place d'un **seuil d'alerte** : si la courbe de criticité passe ce seuil, le système doit **lever une alerte** pour le navire concerné



Formellement, la valeur d'une anomalie x au temps $t_{courant}$ se traduit par :

$$f_x(t_{debut}, t_{courant}) = V_{initiale} + (t_{courant} - t_{debut}) * V_{croissance}$$

si l'anomalie est en cours, et par

$$f_x(t_{debut}, t_{courant}) = V_{initiale} - (t_{courant} - t_{debut}) * V_{décroissance}$$

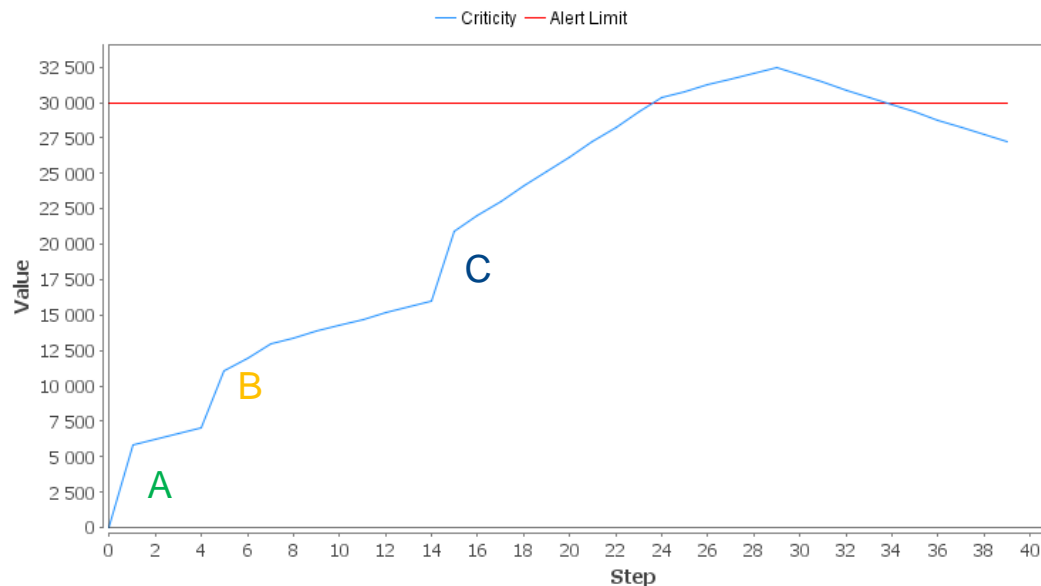
sinon

Système de levée d'alerte

Alertes et anomalies

Possibilité de **cumuler** des anomalies qui interviennent au cours du temps

Composition des anomalies A, B et C



Formellement, la criticité C_t au temps $t_{courant}$ s'écrit :

$$C_{t_{courant}} = \sum_{j=0}^{t_{courant}} \sum_{k=0}^{n-1} f_{x_i,k}(j, t_{courant})$$

avec n le nombre d'anomalies en cours et x_i les différents types d'anomalies

Système de levée d'alerte

Alertes et anomalies

Après discussion avec les experts, définition de **17 types d'anomalies** :

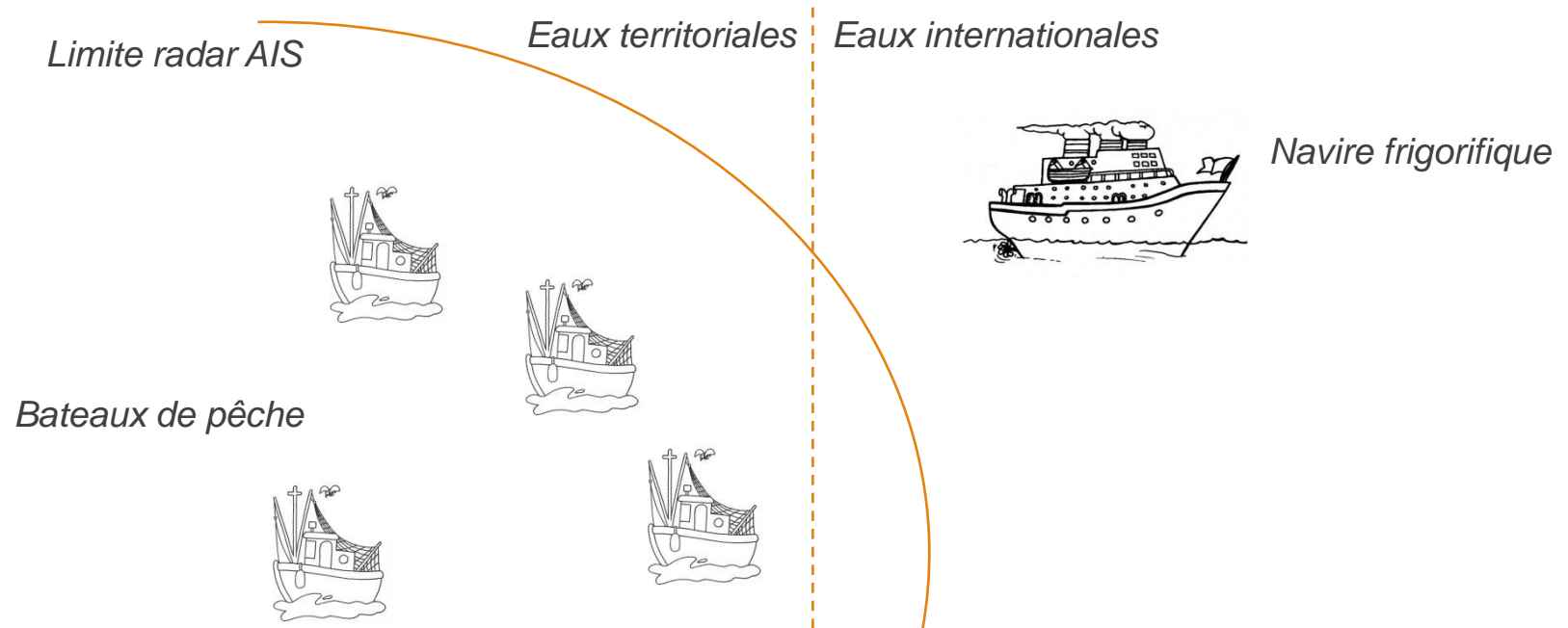
- Anomalies "simples" -> règles simples
 - *Vitesse excessive,*
 - *Mouillage interdit dans une zone spécifique,*
 - *Pêche interdite*
 - *Arrêt en pleine mer*
 - ...

Système de levée d'alerte

Alertes et anomalies

Après discussion avec les experts, définition de **17 types d'anomalies** :

- Anomalies "complexes" -> ?
 - **Transbordement** et Collision



Système de levée d'alerte

Alertes et anomalies

Cela reste ouvert, le système doit pouvoir accepter de nouveaux types d'anomalies, en supprimer d'autres, etc.

+ Définition de **4 types de navires** :

navires de pêches, navires de plaisance, ferry et cargo

-> Coefficients n_a attachés à chaque anomalie

Système de levée d'alerte

Alertes et anomalies

Avantages

- Permet de quantifier l'anormalité du navire
- Permet de modéliser la dynamique d'une anomalie dans le temps (croissance et décroissance)

Inconvénient

- Introduit un certain nombre de paramètres qu'il faudra par la suite pouvoir ajuster

Problèmes

- Comment maintenir **en temps réel** un tel système **ouvert** surveillant une **grande zone** maritime, contenant beaucoup de navires de différents types ?
- Comment détecter les **anomalies complexes** ? (transbordement, piraterie, collision ...)

Système de levée d'alerte

Dans ScanMaris, le système a été développé à l'IRIT (Institut de Recherche en Informatique de Toulouse) dans l'équipe SMAC (Systèmes Multi-Agents Coopératifs)

Mise en place d'un **Système Multi-Agent** de levée d'alerte pour la surveillance maritime

A vous de jouer !

Instructions

- **Organisez-vous en binômes**
 - Copier le projet « ScanMaris » depuis */home/commun_depinfo/enseignants/riviere/M2 SIAM/Projet* dans votre dossier personnel (*J:\enseignants\riviere\M2 SIAM\Projet* sous Windows)
 - Lancer Eclipse ou NetBeans en créant un nouveau workspace, et importer le projet ScanMaris
 - Documentation : dossier doc
 - Diagramme de classes UML
 - Javadoc

Rapport + workspace pour mardi 17 novembre, 10h

Rapport et code

Modèle de SMA pour la levée d'alerte appliquée à la surveillance maritime

- Répondre aux questions suivantes :
 - 1) Que sera un agent ? Quel sera son but ? Ses capacités, ses attributs ? Son comportement ?
 - 2) Comment le système va-t-il détecter les anomalies simples (stop, vitesse excessive ...) et complexes (collision, transbordement) ?
 - 3) Comment le système de levée d'alerte est-il relié au reste du système ? Comment est-il relié aux agents ?
- **Implémentation** en langage Java ou avec JADE - votre choix

Worspace (en entier) et rapport à déposer dans un dossier à votre nom (ou noms du binôme) puis sur la clé, dans « Travaux étudiants »