

# ROBOT TERRESTRE

Au profit du combattant, en répondant au besoin des 3 D (dull, dirty, dangerous)

## DÉFIS MAJEURS

Les systèmes robotisés viennent en appui de la manœuvre aéroterrestre :

- améliorer la protection du soldat,
  - ruptures capacitaires,
- réaliser des tâches répétitives, fastidieuses et dangereuses

## AXES D'INNOVATION

- Perception de l'environnement
  - Autonomie décisionnelle
- Partage et échanges d'informations
- Robustesse des liaisons de données et de l'action (tous temps, tous lieux)
  - Miniaturisation, architecture, gestion de l'énergie

## ACCROÎTRE LES CAPACITÉS DE L'HOMME

La robotisation du contact ne constitue pas une fin en soi

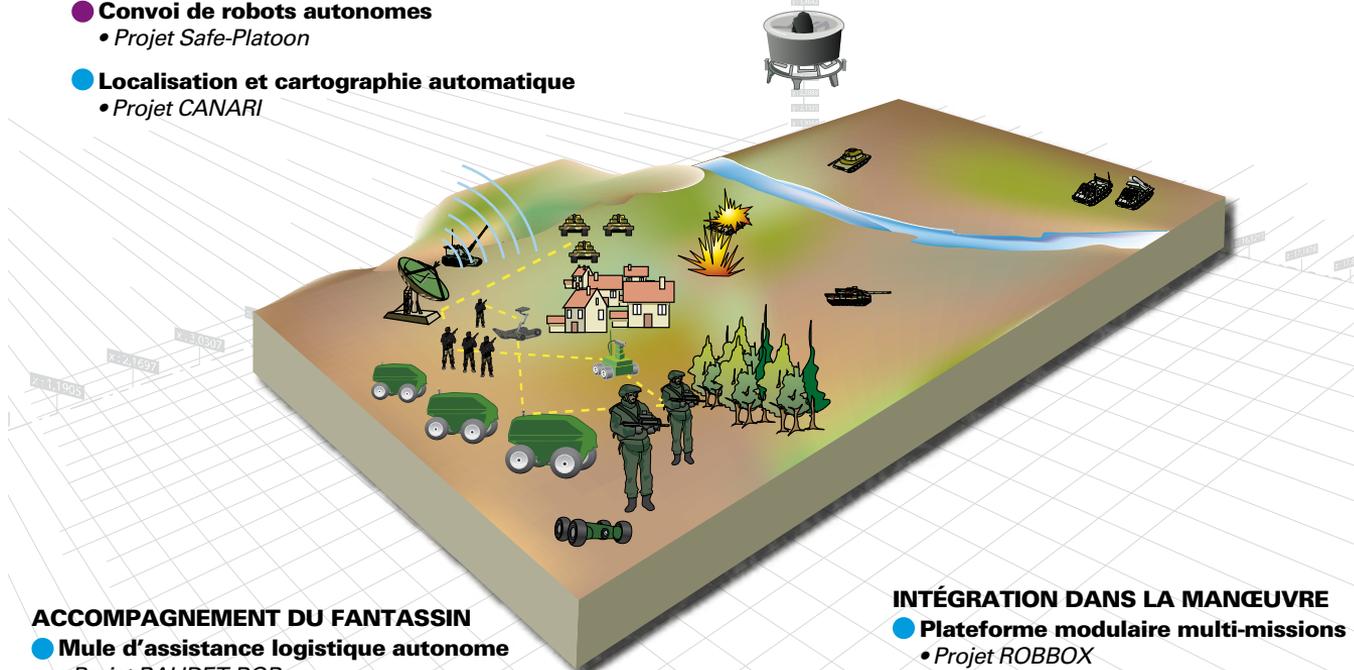
## DIMINUER LES RISQUES POUR L'HOMME

### RECHERCHE APPLIQUÉE : AUTONOMIE DE LA MOBILITÉ

- **Franchissement automatique d'obstacles**
  - projet FRAUDO
- **Convoi de robots autonomes**
  - Projet Safe-Platoon
- **Localisation et cartographie automatique**
  - Projet CANARI

### TRAVAUX DE RECHERCHE FONDAMENTALE

- **Représentation topologique** • Thèse INRIA
- **Localisation temps réel** • Thèse LAAS
- **Groupe robotique et vision** • ENSTA



### ACCOMPAGNEMENT DU FANTASSIN

- **Mule d'assistance logistique autonome**
  - Projet BAUDET-ROB
- **Accompagnement du fantassin**
  - Projet ROBCO

### INTÉGRATION DANS LA MANGÈVRE

- **Plateforme modulaire multi-missions**
  - Projet ROBOX
- **Patrouille en environnement contaminé**
  - Projet SAM UGV

# RT-SLAM

UNE SOLUTION OPÉRATIONNELLE DE LOCALISATION TEMPS RÉEL POUR DES VÉHICULES AUTONOMES BASÉES SUR LE SLAM (VISION, INERTIEL, ODOMÉTRIE, GPS)

## OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

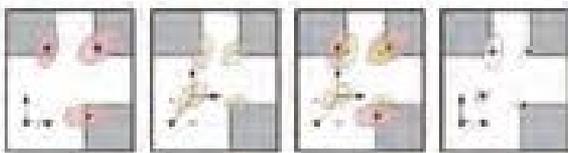
Objectif : développement d'une méthode de localisation dans l'espace précise et haute fréquence, exploitant l'ensemble des informations de localisation disponibles à bord d'un mobile

### Exigences :

- Généricité : possibilité d'intégrer différentes sources d'information (proprioceptives : modèles de mouvement, données inertielles, odométrie ; et extéroceptives : vision monoculaire, stéréoscopique ou panoramique, Lidar)
- Validation : volonté de définir une solution opérationnelle, validée dans de nombreux contextes (types de mouvements et types d'environnements)
- Bas coût : approche centrée sur capteurs inertiels MEMS et vision

## APPROCHE SCIENTIFIQUE

- Choix d'une approche de SLAM (*Simultaneous Localisation And Mapping*), basée sur le filtre de Kalman étendu
- Intégration serrée des données inertielles, estimation des biais en ligne
- Estimation en ligne des dérives des horloges des capteurs.



### Les quatre étapes d'une approche de SLAM

1. Détection et localisation relative d'amers
2. Déplacement du mobile
3. Détection et association des amers connus
4. Affinement de la position des amers et du mobile

## APPLICATIONS / INTÉRÊT DÉFENSE

Localisation de tout mobile, notamment avec des mouvements très dynamiques

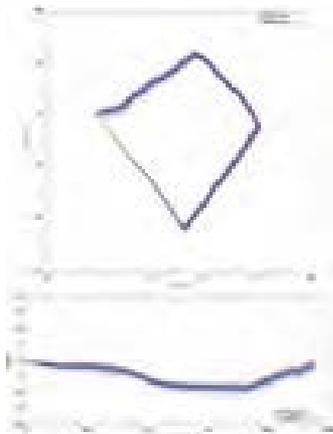
- Localisation de robots terrestres
- Localisation de micro-drones
- Localisation de personnes

Applications possibles dans tout type d'environnement, notamment hors couverture GPS (milieux urbains, indoor, sous couverts, ...).



## RÉSULTATS

- Estimation en temps réel des positions et vitesses (12 paramètres)  $\pm 100$  Hz
- Très grandes robustesse aux conditions d'acquisition des images
- Précisions de positionnement en translation de l'ordre de 0.2 % sur des déplacements de 0,5 km
- Infrastructure logicielle générique



Résultats de l'estimation d'un déplacement de 500 mètres par un robot tout-terrain de 150 kg.

## CONTACTS

### DOCTORANT : CYRIL ROUSSILLON

[cyril.roussillon@laas.fr](mailto:cyril.roussillon@laas.fr)

Directeur de thèse : Simon Lacroix - [simon.lacroix@laas.fr](mailto:simon.lacroix@laas.fr)

### NOM DES LABORATOIRES PARTENAIRES

LAAS/CNRS  
[www.laas.fr](http://www.laas.fr)



# Thèse

# NAVTOPO

## REPRÉSENTATION TOPOLOGIQUE POUR LA NAVIGATION DE ROBOTS MOBILES

### OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

Pouvoir naviguer de façon autonome dans un environnement complexe est une capacité indispensable à tout robot mobile évoluant en intérieur ou en extérieur. Pour cela, le robot par le biais de capteurs, doit se construire une carte du monde qui intègre les différentes couches de représentation nécessaires à une tâche de navigation autonome. Dans cette thèse, nous nous sommes intéressés à définir une couche de représentation topologique. La représentation topologique a pour objectif de coder l'accessibilité aux différentes parties de l'environnement. Elle est constituée par un graphe orienté où les nœuds représentent les éléments caractéristiques de l'environnement et où les arcs représentent l'accessibilité entre les différents éléments (une porte entre chambre et couloir). Pour faciliter la navigation, ce graphe peut être labélisé par des informations contextuelles (parking, bâtiments...) caractérisant la scène.



Représentation sphérique

Niveaux de représentation de l'environnement

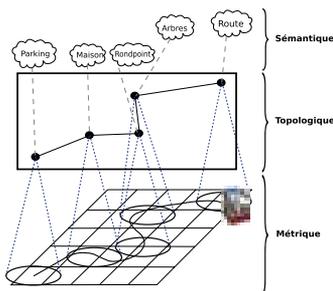
### APPROCHE SCIENTIFIQUE

Le graphe topologique est construit pendant une phase d'exploration où le robot se déplace en acquérant des images sphériques. Exploitant cette séquence d'images sphériques, deux problèmes ont été traités :

- Fermeture de boucle : la localisation du robot n'étant pas connue dans une approche topologique, la construction du graphe requiert la détection des lieux déjà visités uniquement à partir des images perçues.
- Segmentation et caractérisation des lieux : durant l'exploration, les différents lieux traversés (pièces, couloirs, parkings...) sont segmentés automatiquement et caractérisés par leur contenu.

L'approche repose d'abord sur l'utilisation d'une représentation permettant l'élaboration de cartes de navigation fiables même en environnement complexe. D'autre part, afin de capturer l'information indépendamment de l'orientation du robot, nous utilisons une représentation sphérique générique.

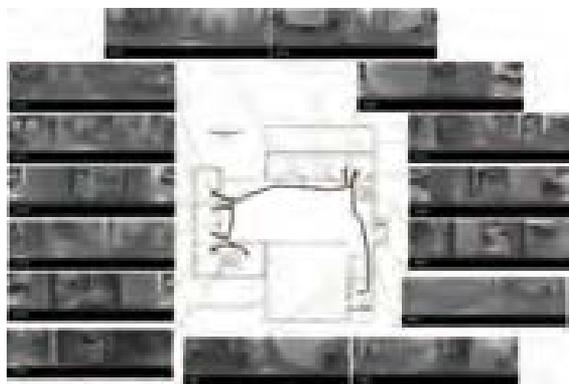
L'exploitation des propriétés géométriques de la sphère a permis d'accroître la fiabilité des algorithmes.



### APPLICATIONS / INTÉRÊT DÉFENSE

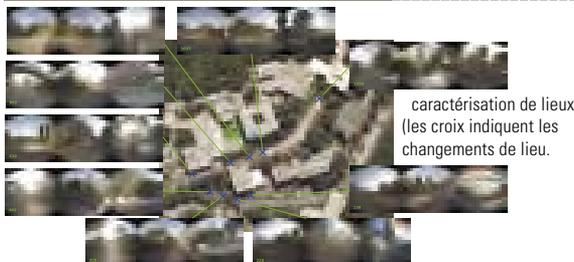
Les engins autonomes qu'ils soient terrestres ou aériens sont déjà un élément essentiel des systèmes opérationnels. Acquérir des cartes orientées navigation est également indispensable à la préparation et à l'exécution des missions qu'elles soient civiles ou militaires. Les domaines d'application de nos algorithmes sont très nombreux d'autant plus que les méthodes ont été conçues pour être le plus générique possible. On peut citer, par exemple, l'exploration de zones urbaines ou de bâtiments, ou la mise à jour de cartes de zones sinistrées ou à risques.

L'intérêt pour la défense est que ces méthodes n'utilisent que de la vision, c'est à dire un capteur passif donc difficilement détectable. Le robot peut se localiser de manière complètement autonome sans nécessiter de communication avec une infrastructure ou un GPS.

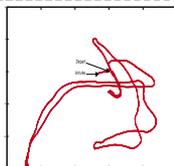


Cartographie d'un bâtiment  
Robot de surveillance en environnement intérieur.

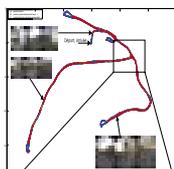
### RÉSULTATS



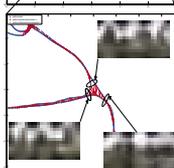
caractérisation de lieux  
(les croix indiquent les changements de lieu.)



Estimation de la trajectoire par odométrie visuelle



Détection de fermeture de boucle  
Correction de la trajectoire



Fermeture de boucle dans une situation de type carrefour

La méthode de détection de fermeture de boucle a permis d'obtenir des résultats très concluants dans un environnement complexe de bâtiments, de parkings et de végétation. L'expérimentation a été effectuée sur une distance de 1,5 km.

La méthode de caractérisation de l'environnement donne des premiers résultats très satisfaisants à partir desquels nous développons une couche sémantique complétant notre représentation orientée navigation. Cette couche sémantique sera utilisée pour de la navigation contextuelle.

### CONTACTS

**DOCTORANT (INRIA) : ALEXANDRE CHAPOULIE**

alexandre.chapoulie@gmail.com

Directeur de thèse (INRIA) : Patrick RIVES - patrick.rives@inria.fr

Co-directeur de thèse (ENSTA-ParisTech) :

David FILLIAT - david.filliat@ensta-paristech.fr

### NOM DES ENTREPRISES / LABORATOIRES PARTENAIRES

INRIA Centre de Sophia Antipolis, ENSTA-ParisTech, ECA  
Thèse financée par la DGA

Cartographie de l'INRIA Sophia Antipolis.

# VISION EMBARQUÉE ET ROBOTIQUE COGNITIVE

Rechercher, reconnaître, interpréter

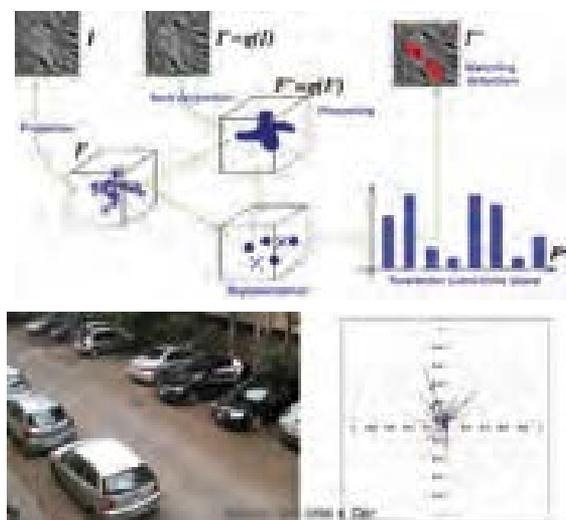


Figure 1 : représentation d'images dans les espaces de caractéristiques

Figure 2 : descripteurs d'actions pour la vidéo-surveillance

Le groupe "Robotique et Vision" mène des recherches fondamentales et appliquées pour concevoir des robots mobiles, autonomes et évolutifs. Ces travaux sont mis en oeuvre dans des applications d'assistance aux personnes, de véhicule intelligent et de sécurité.

## THÈME "MODÈLES ET ALGORITHMES POUR LA VISION"

- OBJECTIF : Concevoir des représentations efficaces et génériques de l'information visuelle, pour structurer de façon géométrique et sémantique l'environnement perçu
- RÉALISATIONS : Espaces de caractéristiques - Espace de paramètres - Détection de mouvement - Poursuite d'objets - Analyse du flux optique - Reconnaissance d'actions - Détection d'objets
- PROJETS DGA : Thèse DGA N. Burrus - Thèse DGA R. Barate - PEA "CALADIOM" - Convention DGA - Thèse DGA A. Tran

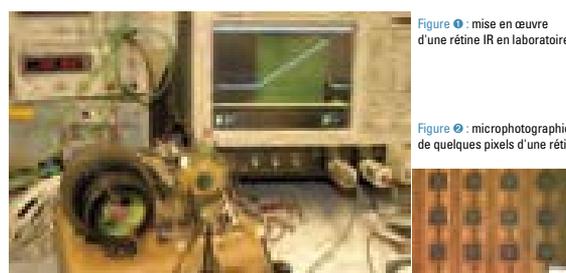


Figure 3 : mise en oeuvre d'une rétine IR en laboratoire

Figure 4 : microphotographie de quelques pixels d'une rétine

## THÈME "VISION PARALLÈLE ET PLAN FOCAL"

- OBJECTIF : Concevoir des architectures et algorithmes qui minimisent la dépense énergétique des systèmes de vision en demeurant génériques et adaptatifs
- RÉALISATIONS : Rétines programmables visible et infra-rouge - Multi-core et Many-core - Réseaux programmables asynchrones
- PROJETS DGA : PEA "CALADIOM" - Thèse DGA V. Gies - Convention DGA



Figure 5 : détection de piétons en temps réel

Figures 6 et 7 : amélioration de la segmentation d'objets en prenant en compte l'information de profondeur

## THÈME "APRENTISSAGE, DÉTECTION ET RECONNAISSANCE D'OBJETS"

- OBJECTIF : Concevoir des méthodes qui permettent de mieux caractériser les objets entourant un agent robotique
- RÉALISATIONS : Détection de piétons en temps réel - détection de véhicules - segmentation multi-modale - classification multi-modale en temps réel - apprentissage autonome de catégories - mise au point de la base de données PACOM
- PROJETS DGA : Thèse Th. Hecht - ANR PACOM - Convention DGA (M. Dubois)



Figure 8 : navigation sémantique basée sur la position et les relations entre les objets repérés

## THÈME "NAVIGATION SEMANTIQUE"

- OBJECTIF : Concevoir un système robotique mettant en relation la navigation et de l'information de haut niveau (objets, murs, portes,...)
- RÉALISATIONS : concours PACOM - recherche d'objets basée sur des relations de haut niveau
- PROJETS DGA : Convention DGA - ANR PACOM

**NOMS DE L'ÉCOLE ET DU/DES LABORATOIRES :**  
ENSTA-ParisTech

### CONTACT :

Unité d'informatique et d'ingénierie des systèmes (U2IS)  
Groupe Robotique et Vision  
David FILLIAT  
david.filliat@ensta-paristech.fr  
Tél : +33 (0)1 81 87 20 34



Projet soutenu par la



# SAFEPLATOON

Vers la sûreté des convois de véhicules autonomes



## OBJECTIFS SCIENTIFIQUES DES TRAVAUX

L'objectif du projet SafePlatoon est d'étudier la problématique des convois de véhicules autonomes en milieu urbain, militaire et agricole. Son caractère novateur réside dans la conception et la mise en œuvre de capacités de déplacement en convoi étendus et robustes. Le projet prend en compte plusieurs configurations géométriques de convois (par ligne, triangle, colonne, mixte : ligne et colonne). Il intègre aussi la possibilité de changer dynamiquement la configuration du convoi.

## APPROCHES SCIENTIFIQUES

La conduite de véhicules autonomes en convoi implique des mécanismes de localisation, de perception, de contrôle et de communication. La localisation est faite selon deux approches : une approche de mise en correspondance de points 3D et une approche par construction simultanée d'une cartographie de son environnement et de l'estimation de sa localisation (SLAM).

Deux approches de contrôle sont étudiées :

- la première approche dite « globale » élabore les lois de commandes de chaque véhicule en fonction d'une référence commune au convoi ;
- la deuxième approche dite « locale » où chaque véhicule agit en fonction de ses voisins.

Une étude théorique est réalisée de façon à définir des propriétés de sûreté, à les vérifier et les valider par la simulation et l'expérimentation.

## PRINCIPAUX RÉSULTATS OBTENUS ET FAITS MARQUANTS :

- amélioration des algorithmes de localisation par vision monoculaire ;
- amélioration de la précision sur l'angle de braquage en utilisant l'approche adaptative et prédictive sur des robots mobiles en milieu naturel ;
- expérimentation avec des convois de 3 véhicules en multiconfiguration ;
- sûreté : vérification de la non collision pour un convoi de 5 véhicules en ligne droite à 40 km/h ;
- intégration dans les projets LABEX "Innovative Mobility: Smart and Sustainable Solutions" ;
- collaboration avec les Universités Libanaise, de Monastir et de Coimbra.

## PRODUCTION SCIENTIFIQUE

3 revues et 15 conférences internationales, 1 brevet.

**DURÉE DES TRAVAUX :** 42 mois

Mars 2011 - Septembre 2014

### NOMS DES ENTREPRISES/LABOS PARTENAIRES :

IRSTEA, Institut Pascal, CIVITEC, DGA, Effidence, Voxelia, Pôle Véhicule du Futur et VIAMECA, IRTES-SeT

### CONTACT (ENTREPRISE PORTEUSE DU PROJET) :

IRTES-SeT UTBM

Abderrafiaa KOUKAM - Professeur

abder.koukam@utbm.fr

Tél : +33 (0)3 84 58 30 81

Fax : +33 (0)3 84 58 33 42

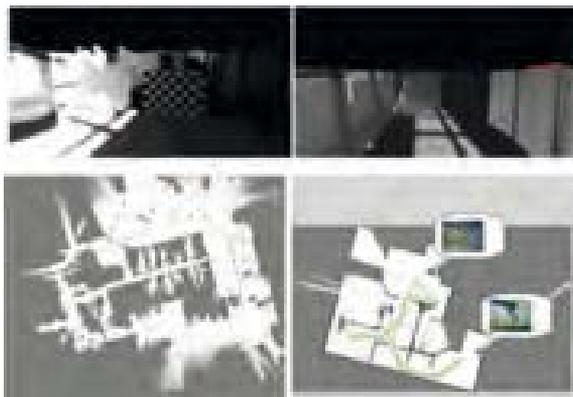




IHM CAMELEON - COBRA unifiée



Le robot Caméléon (ECA) équipé de son module d'exploration et de son module marsupial (à gauche). La charge utile d'exploration autonome seule (à droite).



Visualisation des cartographies réalisées  
Cartes 3D basées vision (en haut) et cartes 2D basées laser (en bas)

**DURÉE DES TRAVAUX :** 32 mois  
Du 1<sup>er</sup> juillet 2010 au 28 février 2013

### NOMS DES ENTREPRISES/LABOS PARTENAIRES :

- INRIA Sophia - équipe AROBAS ;
- ECA Robotics.

### CONTACT (ENTREPRISE PORTEUSE DU PROJET) :

ROBOPEC  
Christophe ROUSSET - Directeur  
cro@robopec.com  
Tél : +33 (0)4 94 46 70 31  
Site : www.robopec.com

### OBJECTIFS TECHNOLOGIQUES DU PROJET

Bien qu'intéressant à la fois les acteurs militaires et civils, l'exploration des bâtiments en complète autonomie par un robot reste encore aujourd'hui un sujet particulièrement difficile et incomplètement maîtrisé. L'objectif de CANARI est d'apporter une contribution significative dans ce domaine en proposant un système robotisé mobile capable :

- d'explorer automatiquement un environnement inconnu *a priori* ;
- de construire une carte de cet environnement incorporant à la fois des données géométriques et sémantiques (objets rencontrés dans les pièces explorées).

### INNOVATIONS DÉVELOPPÉES PAR LE PROJET ET RÉSULTATS OBTENUS :

- réalisation d'une charge utile pour un robot intégrant un télémètre laser, un capteur de type Kinect, une caméra omnidirectionnelle et une unité de calcul embarquée ;
- les algorithmes suivants ont été conçus et intégrés pour un fonctionnement temps réel dans la charge utile :
  - algorithme de localisation et de cartographie simultanée (SLAM) ;
  - stratégie d'exploration, planification de trajectoire, guidage et évitement d'obstacles ;
  - détection d'objets d'intérêts dans les lieux explorés et affichage de leur positionnement dans la carte créée. Ces différents algorithmes dotent le robot d'une totale autonomie pour l'exploration d'un bâtiment, sans aucune intervention humaine ;
- concept marsupial : utilisation d'un minirobot lors des phases d'exploration pour atteindre des zones inaccessibles par le robot porteur ;
- le projet a permis de valider la faisabilité et l'intérêt du couplage d'un laser et d'une caméra omnidirectionnelle pour la cartographie et la reconstitution 3D d'un environnement.

### APPLICATIONS MARCHÉS :

#### Applications marché défense :

La charge utile développée dans Canari permet de doter des robots militaires de capacités d'exploration en autonome :

- inspection automatique d'un bâtiment ;
- rondier de surveillance ;
- cartographie d'un bâtiment pour l'identification des pièces cachées ou en vue de préparer une intervention. Cela permet de réduire l'exposition des combattants au danger tout en leur permettant de se consacrer à des tâches à plus fortes valeurs opérationnelles.

#### Applications marché civil :

La même charge utile peut être intégrée sur des robots civils pour effectuer des rondes de surveillance pour la sécurité des entrepôts, pour la surveillance des parking, ou encore pour la gestion de l'occupation des parking souterrains.

# FRAUDO

## FRANCHISSEMENT AUTOMATIQUE D'OBSTACLES

Systeme robotique 3D temps-réel pour le franchissement d'obstacles

figure 1



figure 2



figure 3



figure 4



### OBJECTIFS TECHNOLOGIQUES DU PROJET

L'objectif de ce projet est de concevoir un système de franchissement temps-réel embarqué qui exploite les capacités mécaniques d'un robot mobile.

Ce système, appelé FRAUDO (figure 1), vise à accroître le domaine de fonctionnement d'un robot en développant ses capacités de franchissement et en les automatisant. Le robot peut ainsi être téléopéré plus confortablement, même par un opérateur néophyte, dans une plus grande variété d'environnements, incluant des environnements complexes comme des escaliers, ou des piles de gravas.

### INNOVATIONS DÉVELOPPÉES PAR LE PROJET ET RÉSULTATS OBTENUS :

- estimation de mouvement 3D temps-réel à partir d'un capteur RGB-D bas coût (Kinect) ;
- reconstruction 3D temps-réel de l'environnement à partir d'un capteur bas coût (figure 3) et de l'estimation de mouvement ;
- planification de trajectoires 3D temps-réel à partir des modèles fournis par le module de reconstruction (figure 4). Le planificateur gère la forme et les articulations du robot et optimise sa stabilité et sa motricité tout au long du déplacement ;
- intégration du système dans une architecture embarquée temps-réel (figure 2).

### APPLICATIONS MARCHÉS

*Applications marché défense :*

- étend le domaine de fonctionnement d'un robot mobile à des environnements jusqu'alors infranchissables (gravas, escaliers, débris etc...) ;
- simplifie la tâche de téléopération et soulage la charge cognitive de l'opérateur ;
- technologie applicable aux robots EOD, NRBC et de reconnaissance.

*Applications marché civil :*

- robotique personnelle dans des environnements non plan ;
- robots d'inspection ou rondier dans des environnements complexes (plateformes pétrolières, centrales nucléaires).

**DURÉE DES TRAVAUX :** 31 mois

### NOMS DES ENTREPRISES/LABOS PARTENAIRES :

ECA Robotics, I3S-CNRS, ISIR-CNRS

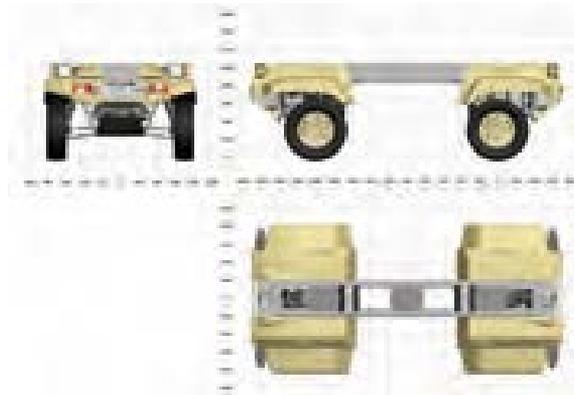
### CONTACT (ENTREPRISE PORTEUSE DU PROJET) :

ECA Robotics  
Benoit MORISSET  
bmo@eca.fr

# ROBBOX

ROBOT + TOOLBOX

Un robot «couteau suisse» pour s'adapter à la mission à remplir



**DURÉE DES TRAVAUX :** 22 mois

#### NOMS DES ENTREPRISES/LABOS PARTENAIRES :

- SERA Ingénierie est le porteur du projet ;
- le CRIIF est sous-traitant sur les parties contrôles commandes et communication.

#### CONTACT (ENTREPRISE PORTEUSE DU PROJET) :

SERA Ingénierie  
Sylvain CROSNIER  
sylvain.crosnier@sera-ingenierie.fr  
Stéphane TROCHET  
stephane.trochet@sera-ingenierie.fr

**sera**   
GROUPE SOGECLAIR ingénierie

**criif** Centre de Robotique Intégrée d'Ile de France

#### OBJECTIFS TECHNOLOGIQUES DU PROJET

De nombreux projets de véhicules robotisés apparaissent dans les domaines civils et militaire pour réaliser des missions d'inspection, de surveillance et d'intervention dans des zones dangereuses pour l'homme.

ROBBOX est une plateforme robotisée de taille moyenne (3,2 m de long, 650 kg hors charge utile) destinée aux industriels des secteurs civil et défense, et prédisposée à accueillir et énergiser des modules missions dans la classe des 400 kg.

L'objectif de ROBBOX consiste à réunir, dans un vecteur bas coût simple à maintenir :

- une variété de versions de propulsion (thermique, électrique, hybride) ;
- une priorité à l'adaptation à la charge utile (architecture et modularité) ;
- un niveau de mobilité élevé ;
- une disponibilité élevée grâce à un recours systématique à des composants industriels éprouvés.

#### INNOVATIONS DÉVELOPPÉES PAR LE PROJET ET RÉSULTATS OBTENUS

*Ce projet est innovant par :*

- l'adaptabilité aux exigences des modules de mission à embarquer ;
- l'architecture permettant de réaliser simplement des versions mono ou bi moteur, thermiques, hybrides et électriques ;
- la philosophie : base roulante peu coûteuse sur base de composants sur étagère d'origine quadricycle ;
- le positionnement : robot d'environ 1000 kg.

#### APPLICATIONS MARCHÉS

*Applications marché défense :*

- lutte contre les IED ;
- dé-pollution de zone ;
- mule de section, d'évacuation sanitaire ;
- robot tactique multi missions.

*Applications marché civil :*

- surveillance de site et observation (rondier) ;
- intervention et observation, manipulation, en site hostile ;
- mise en œuvre de mini robots spécialisés (transport, relais de communication, énergie).

**rapid**

# ROBCO

ROBOT COMPAGNON

*Bienvenue dans le monde de la robotique consommable*



**DURÉE DES TRAVAUX :** 24 mois

**NOMS DES ENTREPRISES/LABOS PARTENAIRES :**

R&D TECH France, BA Systèmes, TE2M / ENIB

**CONTACT (ENTREPRISE PORTEUSE DU PROJET) :**

R&D TECH France

Pascal MOIGNE

pascal.moigne@retdtechfrance.com

Tél : +33 (0)6 68 36 40 42



**OBJECTIFS TECHNOLOGIQUES DU PROJET**

Le projet ROBCO a consisté au développement d'un petit système robotisé terrestre de reconnaissance doué pour l'observation dans des lieux confinés.

L'originalité du système provient du très faible coût de production en intégrant des innovations technologiques.

**INNOVATIONS DÉVELOPPÉES PAR LE PROJET ET RÉSULTATS OBTENUS**

**Trois innovations technologiques**

**1/ Produire un système robotique consommable**

*Un enjeu de la mini robotique est d'arriver à produire des systèmes peu coûteux, y compris pour des petites séries.*

- Conception mécatronique générique et paramétrique
- Conception économique à partir de composants civils de grande série
- Prototypage / Fabrication rapide

**2/ Assurer l'étanchéité totale du robot**

*La robustesse des robots est une question essentielle lorsqu'il s'agit de les employer sur des théâtres d'opérations difficiles.*

- Conception d'un système de couplage magnétique miniature (aucune liaison mécanique entre la roue et le châssis), autorisant la progression en milieu immergé ou sablonneux

**3/ Maintenir le lien de communication sur tout type de terrain**

*Une des frustrations de la robotique terrestre réside dans le manque de fiabilité et de portée des moyens de communication usuels, limitant les missions dévolues aux robots.*

- Technologie filaire légère (transmission données et énergie) permettant une architecture innovante du robot autorisant l'exploration de milieux très confinés

**APPLICATIONS MARCHÉS :**

*Applications marché défense :*

Le besoin d'un robot de reconnaissance, consommable à bas coût pour :

- les missions de reconnaissance y compris dans des zones difficiles d'accès (bâtiments, grottes, ... ) ;
- la lutte contre les engins explosifs improvisés.

*Applications marché civil :*

- la surveillance des chantiers pour lesquels des engins équipés de caméra peuvent jouer le rôle de rondiers ;
- l'inspection des canalisations qui nécessite des engins filaires de petite taille.



# SAMUGV

## SEMI-AUTONOMOUS UNMANNED GROUND VEHICLE

Démonstrateur de robot autonome



### OBJECTIFS DU PROJET

Réalisation d'un démonstrateur robotisé :

- plateforme mobile munie de larges capacités d'autonomie ;
- architecture modulaire ;
- destiné aux missions NRBC et anti-IED ;
- doté de fonctions d'assistance pour les phases de semi autonomie :
  - cartographie, planification et recherche d'itinéraire, détection d'obstacle, réacquisition de liaison radio.

### CONTRAINTES :

- adaptation d'un véhicule neuf ;
- protocole commun d'échanges multi-calculateurs et OS.

### CARACTÈRE INNOVANT DU PROJET :

#### Poste de commande

- Un opérateur contrôle le véhicule et les modules missions, et gère intégralement la mission.
- Écrans tactiles, permettent une configuration dynamique des différentes vues.
- « Look and feel » tablets.

#### Module mission

- Observation directe
  - vision jour et nuit simultanée sur tourelle.
- Acquisition de l'environnement :
  - scan lent ou rapide sur 360° ;
  - reconnaissance IR et Détection de points chauds.
- Suivi de cible
  - tracking automatique, Asservissement sur cible.

#### Autonomie ajustable - mission

- Préparation mission basé sur la librairie de comportements sensorimoteurs (CS).
- Exécution mission avec un contrôleur embarqué assurant 3 niveaux d'autonomie.
- Gestion des événements mission.
- Opérateur concentré sur la mission et non le pilotage.

#### Architecture modulaire

- Échanges basés sur le middleware DDS.

#### Système de communication

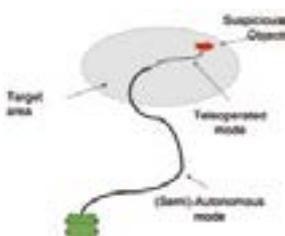
- Portée : 1 à 3 km LOS rural, faible latence (< 80 ms).

### RÉSULTATS OBTENUS :

- CS robustes : suivi de lisière, ralliement d'amer, suivi de bord de route ;
- contrôleur mission permettant le choix du meilleur CS en fonction des besoins opérateurs et de l'environnement, avec contrôle des modules missions ;
- poste opérateur muni d'une IHM innovante pour la téléopération, la planification et le suivi de mission ;
- système de communication adapté ;
- module mission d'observation ;
- la suite avec Hy-MUP (Hybrid Manned/Unmanned Platooning).

### APPLICATIONS :

Surveillance de périmètre : zones dotées de risques industriels, zones sécurisées (entreprise, camp militaire)



**DURÉE DES TRAVAUX :** 36 mois  
Décembre 2009 - Novembre 2012

**NOMS DES ENTREPRISES/LABOS PARTENAIRES :**  
ECA Robotics, Thales Optronique, Rheinmetall (D), Diehl(D)

**CONTACT (ENTREPRISE PORTEUSE DU PROJET) :**  
ECA Robotics Daniel GUERSON dg@eca.fr  
Thales Optronique Thierry DEVEZE  
thierry.deveze@fr.thalesgroup.com

# BAUDET-ROB

ROBOT AUTONOME D'ASSISTANCE LOGISTIQUE



▲ figure 1 Démonstrateur BAUDET-ROB



▲ figure 2 Accrochage virtuel du fantassin 'leader' avec le BAUDET-ROB



▲ figure 3 Base d'images réelles servant de tests aux algorithmes de suivi

**DURÉE DES TRAVAUX :** 36 mois  
Mars 2012 à mars 2015

**NOMS DES ENTREPRISES/LABOS PARTENAIRES :**  
Institut PASCAL, IRSTEA, Effidence (start-up d'Irstea et de l'Institut Pascal)

**CONTACT (ENTREPRISE PORTEUSE DU PROJET) :**  
Institut PASCAL/LASMEA - CNRS  
Roland CHAPUIS - Professeur  
chapuis@lasmea.univ-bpclermont.fr  
Tél : +33 (0)4 73 40 77 54  
Site : www.lasmea.univ-bpclermont.fr

## OBJECTIFS SCIENTIFIQUES DES TRAVAUX

Le déplacement autonome d'un robot en milieu ouvert est encore à un niveau de maturité non opérationnel. L'objectif principal du projet BAUDET-ROB est l'élaboration d'un robot capable de suivre en complète autonomie un groupe de personnes, tout en transportant une partie de leur matériel. Un des challenges du projet est de faire en sorte que le robot soit capable de s'adapter de lui-même aux contextes et situations extrêmement diversifiés qu'il sera susceptible de rencontrer.

## INNOVATIONS DÉVELOPPÉES PAR LE PROJET ET RÉSULTATS OBTENUS

Les 3 défis scientifiques de BAUDET-ROB sont :

- 1/ Identification et suivi d'un fantassin 'leader'**  
Sélection et identification d'un 'leader' dans un groupe de fantassins
- 2/ Gestion intelligente du suivi (figure 2)**  
Concept d'« attelage virtuel » avec le 'leader'
- 3/ Autonomie complète du déplacement du robot**  
Évitement d'obstacles, suivi de chemin, analyse du comportement du 'leader', prise de décision

Un premier démonstrateur est fonctionnel (figure 1) : le fantassin est équipé d'un petit GPS et d'une centrale inertielle bas coût et de faible encombrement. Sa position est envoyée au véhicule suiveur qui est lui-même équipé des mêmes capteurs et d'un moyen de communication.

Une base d'images a été réalisée permettant de tester des algorithmes de suivi utilisant la vision sur des terrains accidentés (figure 3).

## APPLICATIONS MARCHÉS

*Applications marché défense :*

Les actions opérationnelles visées dans un premier temps sont :

- l'aide au transport des sacs des fantassins débarqués (nourriture, munitions, couchage) ;
- l'aide au transport d'obus pour suivre un véhicule de tir.

Ces actions sont particulièrement pénibles, augmentant la fatigue et diminuant la réactivité du fantassin

*Applications marché civil :*

Trois applications civiles sont envisagées :

- l'aide au ramassage des fruits et légumes par le suivi automatique du personnel chargé de la récolte ;
- l'aide dans les grandes exploitations céréalières agricoles (ex : suivi d'une moissonneuse pour permettre une vidange automatique, suivi d'une ensileuse) ;
- l'aide au transport de petites marchandises lourdes dans des entrepôts, des industries, des hôpitaux (transport des linges, lits, équipements...).



Effidence

