



**Programme "Systèmes interactifs et Robotique"**

**Présentation des projets financés au titre de l'édition 2007**

AMORCES.....

ASAROME.....

ASSIST.....

C-FLAM.....

FAST.....

LOCANTROHE.....

NANOROL.....

RINAVEC .....

ROB@MARKET.....

STIL $\mu$ FORCE.....

TELEMACH.....

**AMORCES**  
Titre du projet Algorithmes et MODèles pour un Robot Collaboratif Eloquent et Social

Résumé

Le but du projet **AMORCES** est d'étudier l'interaction décisionnelle et opérationnelle homme-robot et, plus particulièrement, l'impact de la communication verbale et non-verbale sur la réalisation de tâches collaboratives entre un robot et un partenaire humain. Une telle interaction s'exprime pleinement dans des situations où l'homme et le robot doivent agir en collaboration (voire en synergie) pour réaliser une tâche où ils partagent l'espace de travail et se perçoivent directement.

Les tâches ciblées dans ce projet sont centrées sur la manipulation de pièces mécaniques disposées dans un espace de travail restreint situé dans le champ d'action et de perception des deux partenaires. Les pièces mécaniques sont supposées connues (formes, apparences, propriétés mécaniques, etc.) : le robot n'a pas à apprendre l'environnement. L'enjeu du projet est en effet d'observer, de modéliser et de contrôler en cohérence les boucles de perception-action intégrant à la fois les actes de communication et les actions sur les objets physiques de l'environnement, tous deux conditionnant le bon enchaînement des sous-buts à atteindre pour réaliser la tâche finalisée : l'assemblage de la pièce finale. L'enjeu scientifique du projet est de développer des modèles cognitifs et computationnels de l'interaction, de proposer des stratégies de négociation et d'apprentissage des boucles de perception-action à partir de l'observation d'interaction homme-homme et de tester la pertinence de ces propositions sur une plateforme expérimentale ciblée. Dans ce projet, quatre aspects fondamentaux de l'interaction décisionnelle et opérationnelle homme-robot seront donc abordés :

1. L'élaboration de modèles couplés d'interaction décisionnelle et opérationnelle ;
2. L'identification et la construction de primitives sensori-motrices qui implémentent les actes de communication multimodaux pour une plus grande fluidité de l'interaction et pour l'expression de l'intentionnalité ;
3. Le développement de systèmes de perception et de décision (permanents et en ligne) qui permettent au robot d'interpréter et d'agir en présence d'incertitude et en intégrant des schémas de collaboration ;
4. Le développement d'une architecture de contrôle et d'une composante décisionnelle adaptée à l'interaction décisionnelle et l'action collaborative homme-robot
5. L'apprentissage de tâches coopératives et l'initiative. Ce problème complexe est vu ici comme une instance de la résolution interactive d'un but commun: apprendre au robot une séquence.

L'approche développée dans le projet vise à couvrir les différentes facettes de l'interaction homme-robot de façon à élaborer des modèles computationnels fondés sur des bases solides et à construire un système robotique qui les implémente.

**Partenaires**

Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes  
Laboratoire Grenoble Images Parole Signal Automatique  
Neuroscience Cognitive et Représentations Multimodales  
Groupe de Recherche en Informatique, Image, Instrumentation et Automatique  
Laboratoire d'Automatique, Mécanique et Informatique industrielles et Humaines

**Coordinateur**

Monsieur Rachid ALAMI

**Aide de l'ANR**

823 725,00 €

**Début et durée**

31/01/08 - 36 mois..

**Référence**

ANR-07-ROBO-0004

Titre du projet	<b>ASAROME</b> <b>AUTONOMOUS SAILING ROBOT FOR OCEANOGRAPHIC MEASUREMENTS</b>
Résumé	<p>Le projet <b>ASAROME</b> (Autonomous <b>S</b>ailing Robot for Oceanographic <b>M</b>Measurements) se situe dans le domaine de la robotique autonome. L'objectif de ce projet est de démontrer la pertinence de l'usage d'engins de surface autonomes (<b>ASV</b> : Autonomous Surface Vehicle) à voile pour la réalisation de missions longues (plusieurs semaines) de mesures et d'observations en milieu marin. Sur la base d'un concept de robotisation de la propulsion vélique mis au point par la société Robosoft, le projet <b>ASAROME</b> se propose d'intégrer des fonctionnalités avancées en matière de modélisation des effets aéro et hydrodynamiques et de perception/action en robotique pour aboutir à un démonstrateur d'<b>ASV</b> capable de naviguer de manière autonome dans des conditions, représentatives à l'échelle, d'états de mer sévères. A terme, de tels systèmes devraient pouvoir être utilisés en remplacement ou en complément des moyens conventionnels utilisés par les acteurs du marché (bouées ancrées ou dérivantes, navires océanographiques).</p> <p>Autour de ces objectifs, le programme de travail est découpé en quatre tâches principales :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une tâche centrale dans laquelle sont réalisés les développements expérimentaux entrepris sur la plateforme expérimentale : contrôle bas niveau, instrumentation, vérification de modèles, implantation des algorithmes de perception et de commande et validation en mer ;</li> <li>• Une tâche de modélisation en particulier des couplages aéro/hydro dynamiques afin d'aboutir à un modèle 3D utilisable pour la commande en temps réel de l'<b>ASV</b> ;</li> <li>• Une tâche consacrée au couplage multi-perceptifs : combinaison vision panoramique, centrale inertielle, accéléromètres et signaux radar pour la détection d'obstacles (bateaux ou objets dérivants) et l'estimation de l'état de la mer (hauteur des vagues, direction de la houle...).</li> <li>• Une tâche consacrée à la commande de l'<b>ASV</b> pour la navigation sur zone (commande en suivi de chemin) et pour la navigation réactive : évitement d'obstacle, adaptation des mouvements à l'état de la mer pour limiter le risque de chavirement.</li> </ul>
Partenaires	<b>ROBOSOFT</b> Institut Système Intelligents et Robotique Laboratoire de Mécanique des Fluides Institut Jean Le Rond d'Alembert
Coordinateur	Monsieur Robert MILLET
Aide de l'ANR	726 395,00 €
Début et durée	30/01/08 - 36 mois.
Référence	ANR-07-ROBO-0009

Titre du projet	<b>ASSIST</b> <b>Etude et développement d'un manipulateur mobile à deux bras pour l'assistance aux personnes handicapées.</b>
Résumé	<p>Le projet "ASSIST" a pour objectif le développement d'un robot mobile autonome, muni de deux bras manipulateurs et d'un système de vision. Il est destiné à porter assistance à des personnes handicapées de type tétraplégiques dans leurs tâches quotidiennes de manipulation d'objets. Ainsi le robot devra, de façon autonome, aller chercher un objet désigné par le patient, donc le reconnaître, le localiser et le saisir, éventuellement le manipuler (ouverture d'un bocal par exemple) et l'apporter au malade dans une zone accessible par celui-ci et dans une configuration compatible avec la suite de l'opération (boire, manger, etc.). Le projet comprend l'étude et la réalisation d'un prototype du robot, ainsi que le développement et l'implantation de tous les logiciels de perception et de commande nécessaires. Pour cela, les compétences complémentaires de quatre laboratoires de recherche reconnus seront mises en commun. Il s'agit du LIRMM de Montpellier (coordonnateur du projet), du CEA-LIST, du LAAS de Toulouse et du LISIF de Paris. Ce consortium est complété par le Centre de Rééducation Neurologique Propara de Montpellier qui définira, entre autres, les besoins réels des malades, guidera les chercheurs dans leur travail et permettra la réalisation en fin de projet d'expériences en situation réelle. Ce dernier point est essentiel dans "ASSIST", car il est très important de valider tous les développements effectués avec des personnes tétraplégiques. Nous aurons ainsi démontré, pour la première fois au monde, la faisabilité et le bien-fondé de l'assistance à des personnes handicapées par un manipulateur mobile autonome, ce qui permettra, nous l'espérons, d'envisager par la suite une industrialisation et une commercialisation d'un tel produit, pour le bien-être de ses utilisateurs.</p>
Partenaires	<p>Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Micro-électronique de Montpellier</p> <p>CEA-LIST</p> <p>Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes</p> <p>Laboratoire des Instruments et Systèmes d'Ile-de-France</p> <p>Union Mutualiste Propara</p>
Coordinateur	Monsieur Philippe FRAISSE
Aide de l'ANR	845 024 €
Début et durée	07/07/08 - 48 mois.
Référence	ANR-07-ROBO-0011

**C\_FLAM**  
Titre du projet Coordination \_Flotilla Localization & Mapping

Résumé

La coordination de flottilles de véhicules sous-marins autonomes représente le prochain enjeu pour l'exploration des océans, des mers et des lagunes, pour l'observation de la faune et de la flore, la détection de sources ou de produits polluants, pour des relevés benthiques, l'inspection de câbles ou de pipelines, sans oublier les applications militaires et de sécurité civile.

La mise en oeuvre de réseaux denses de capteurs dédiés à l'observation environnementale ou à la surveillance se heurte dans le cadre sous-marin à deux problèmes majeurs: le positionnement et les communications. Par rapport au contexte généralement admis dans le domaine des « réseaux de capteurs », les flottilles de robots sous-marins présentent des avantages qui sont leur capacité d'acquisition, de stockage et de traitement d'informations que nous exploiterons dans ce projet.

L'objectif de C-FLAM est d'étudier des solutions de coordination de flottilles de capteurs mobiles pour l'observation du milieu marin, en considérant deux cadres opérationnels principaux : la cartographie et la surveillance de régions benthiques. Deux modes opérationnels distincts seront envisagés : le premier considère l'existence de groupes de robots capables de communiquer à l'intérieur d'un même groupe, et utilisant un véhicule de surface comme relais pour la communication entre groupes distincts. Dans le deuxième mode inspiré de solutions proposées dans le cadre des réseaux de capteurs, nous envisageons l'action coordonnée de véhicules ayant deux rôles distincts : un premier ensemble de véhicules de référence, capables d'établir leur position géographique par rapport à un engin de surface motorisé, ces véhicules participent à la tâche en cours de cartographie tout en permettant de localiser un deuxième ensemble de véhicules auxiliaires. Ces derniers élargiront la région couverte par les véhicules de référence, en se positionnant par rapport à eux. Ils ne disposent pas de moyens de positionnement absolu, mais possèdent des capacités de communication et de traitement local d'information. Selon l'application considérée, nous considérerons soit l'auto-localisation de ces véhicules soit leur localisation par les véhicules de référence.

Les sous problèmes seront traités : la coordination supervisée des trajectoires des véhicules pour garantir une connectivité de la flottille; l'identification d'algorithmes de localisation pour géo-référencer les données acquises qui combineront des approches par triangulation synthétique et par mise en correspondance de cartes locales (SLAM décentralisé) acquises par chaque robot; la coordination de la flottille, par une approche multi-agents ayant de faibles capacités de communication pour envisager une coordination à une échelle de résolution grossière et une approche basée sur la commande répartie. L'ambition du projet est de mettre en oeuvre les solutions qui seront développées sur une flottille constituée de véhicules hétérogènes.

**Partenaires**

Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Micro-électronique de Montpellier

Laboratoire de Traitement et de Communication de l'Information

Informatique, signaux et systèmes de Sophia - Antipolis

ECA SA

**Coordinateur**

Monsieur Bruno JOUVENCEL

**Aide de l'ANR**

426 416,00 €

**Début et durée**

12/03/08 - 48 mois.

**Référence**

ANR-07-ROBO-0002

**FAST**  
Titre du projet **Fast Autonomous rover SysTem**

Résumé

Le projet de recherche fondamentale FAST a pour objectif de concevoir un robot mobile terrestre tout terrain autonome, capable de se mouvoir à très haute vitesse (10m/s) dans un couloir prédéfini en assurant son intégrité physique. Pour ce faire, le projet proposera plusieurs développements ayant trait à différents axes de recherche connexes à la robotique au sein d'une démarche intégrée. En effet, un premier axe centré sur la conception mécatronique consistera à proposer des dispositifs innovants permettant de modifier en ligne les caractéristiques dynamiques du robot mobile afin de compenser les fortes perturbations auxquelles il est soumis. Un deuxième axe relatif à la commande aura pour but de synthétiser des lois de commandes non linéaires à caractères adaptatifs permettant d'appréhender les fortes variabilités de l'interaction entre le robot et son environnement. Ces commandes interviendront sur différents organes du robot. En premier lieu, les déplacements à haute vitesse par rapport au couloir désiré seront asservis, en prenant en compte les conditions extérieures (adhérences, irrégularités...), la précision de la perception, ainsi que les aspects de stabilité. La génération de trajectoires locales d'évitement d'obstacle sera également étudiée en intégrant les contraintes dynamiques de la plate-forme. Ensuite, la commande des dispositifs de stabilisation additionnels sera réalisée en anticipant sur les déplacements prévus afin d'adapter le comportement du robot pour limiter le risque de renversement. Un dernier axe scientifique sera centré autour de la définition d'algorithmes de perception de l'environnement dans des conditions de déplacement à haute vitesse. Cet axe aura pour but de fournir les informations permettant la commande du robot : la posture dynamique, les risques de renversement prédits, la détection et la caractérisation des obstacles à éviter, ainsi que la localisation (ce dernier point n'étant pas prioritaire).

Réparti sur 36 mois, ce projet comporte plusieurs phases permettant d'appréhender les thématiques nouvelles liées à l'augmentation des vitesses d'évolution sur des terrains non structurés et d'y apporter des solutions. Il débouchera sur la conception d'un prototype de démonstrateur mettant en avant les contributions des travaux effectués. Au terme de ce projet, des avancées significatives sont attendues pour l'accroissement de l'autonomie des robots terrestres, en terme de rayon d'action et de temps d'intervention. De telles avancées sont susceptibles d'avoir des retombées significatives sur différentes applications, tant dans les domaines civils (sécurité, agriculture...) que militaire (surveillance, ravitaillement...).



**Partenaires**

Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes  
Fédération de Recherche TIMS – Technologies de l'Information, de la Mobilité  
et de la Sécurité  
ROBOSOFT  
Institut Système Intelligents et Robotique

**Coordinateur**

Monsieur Roland LENAIN

**Aide de l'ANR**

853 004,00 €

**Début et durée**

14/05/2008 - 36 mois.

**Référence**

ANR-07-ROBO-0008

Titre du projet	<b>LOCANTHROPE</b> <b>Fondements calculatoires de la locomotion humaine</b> <b>Computational foundations of human locomotion</b>
Résumé	<p>Le corps humain est un système complexe composé de nombreux segments corporels. Le postulat de base du projet LOCANTHROPE est de considérer que le style, voire l'état cognitif d'une personne en train de marcher peut être observé à partir d'un nombre restreint de paramètres qui caractérisent la forme des trajectoires locomotrices. Le projet a pour but d'explorer les <i>fondements calculatoires de la locomotion humaine</i>, c'est à dire de construire des modèles de calcul de la locomotion humaine pour simuler et planifier des actions et des interactions <i>naturelles</i> pour des robots et des acteurs digitaux. Par <i>modèles</i> de calcul, on entend des modèles d'entrée d'algorithmes de planification et de contrôle de mouvements locomoteurs. LOCANTHROPE est un projet de recherche fondamentale multi-disciplinaire qui réunit quatre équipes de recherche en robotique (LAAS), en animation graphique (IRISA), en biomécanique (M2S) et neurosciences (LPPA).</p> <p>L'organisation du projet s'articule autour de trois type de lots :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- trois lots sont dédiés à la modélisation de la locomotion humaine. Ils suivent tous les trois une même méthodologie : définition de protocoles, acquisition de données, analyse de données. Les cas d'études portent sur la locomotion en champ libre d'obstacle, l'évitement d'obstacles et l'interaction entre personnes. Ces lots de modélisation représentent 45% de des efforts de recherche ;</li> <li>- un lot est consacré à l'intégration des modèles de locomotion dans des algorithmes de planification et de contrôle du mouvement pour systèmes anthropomorphes. Ce lot représente 20% du projet ;</li> <li>- L'ensemble des travaux sera ancré sur l'étude de trois scénarios de démonstration portant respectivement sur la simulation d'interaction entre acteurs digitaux (15%), l'interaction homme-robot (10%) et la génération de mouvement pour les robots humanoïdes (10%).</li> </ul>
Partenaires	Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes Laboratoire de Physiologie de la Perception et de l'Action Mouvement Sport Santé Institut de Recherche en Informatique et Systèmes Aléatoires
Coordinateur	Monsieur Jean-Paul LAUMOND
UI LAUMOND	733 547,00 €
Début et durée	01/02/08 - 36 mois.
Référence	ANR-07-ROBO-0007

Titre du projet

**NANOROL  
NANOanalyser pour micromanipuler**

Résumé

Le développement des fonctionnalités des microsystèmes est actuellement en partie limité par l'absence de techniques de micro-assemblage fiables qui faciliteraient l'hybridation de technologies. Or, l'étude du micro-assemblage est rendue difficile par les perturbations intrinsèques aux échelles microscopiques que subissent les micro-objets à assembler (micromonde). Ainsi, les forces de surface et forces d'adhésion, couramment négligées lors d'un assemblage conventionnel perturbent de manière importante les tâches de micro-assemblage. Le cadre général de ce projet porte sur le microassemblage robotisé pour lequel la tâche de micromanipulation (prise, dépose) est particulièrement complexe.

La caractérisation (modélisation ou mesure) des forces spécifiques aux échelles microscopiques représente un défi majeur, nécessaire à la conception de systèmes robotiques de micromanipulation. L'étude de stratégies fiables et répétables de micromanipulation robotique est confrontée internationalement à deux verrous scientifiques forts :

- (i) le manque de modèles des forces perturbatrices directement exploitables par la communauté robotique ;
- (ii) l'absence de moyens de mesure de ces effets sur des micro-objets.

L'objectif de ce projet est le développement d'une plateforme scientifique s'attachant à la résolution de ces deux verrous, et composée :

- i) d'une plate-forme logicielle innovante permettant la simulation du comportement des micro-objets ;
- (ii) d'une plate-forme expérimentale de mesure de forces utilisant des concepts nouveaux basés sur la robotique. Cette plate-forme est un projet central pour la communauté scientifique française et internationale en microrobotique actuellement confrontée à un manque crucial de moyens d'analyse des micro-objets nécessaires au développement de l'ensemble des fonctions microrobotiques.

Ce projet est structuré en quatre sous-projets :

- (i) "Modélisation et simulation du comportement des microobjets" qui a pour objectif la modélisation des forces prédominantes entre micro-objets et la réalisation de la plate-forme de simulation de leurs comportements ;
- (ii) "Moyens de mesure de forces" qui porte sur la réalisation de nouveaux moyens de mesure de forces adaptés aux échelles considérées ;
- (iii) "Structure robotique de haute précision" qui s'attache à la synthèse d'un système robotique pour assurer un positionnement relatif nanométrique des objets à tester ;
- (iv) "Intégration et gestion de la plate-forme" qui porte sur l'intégration des travaux dans une plate-forme unique.

**La finalité de ce projet est la réalisation d'une plate-forme scientifique ouverte aux utilisateurs au plan international permettant la nano-analyse du micromonde pour la micromanipulation robotique.**

**Partenaires**

Institut FEMTO-ST

Institut des Systèmes Intelligents et Robotique

**Coordinateur**

Monsieur Michaël GAUTHIER

**Aide de l'ANR**

576 465,00 €

**Début et durée**

01/02/08 - 48 mois.

**Référence**

ANR-07-ROBO-0003

Titre du projet

**RINAVEC**

Reconnaissance d'itinéraires et Navigation en convoi de Véhicules Communicants

Résumé

Ce projet vise à développer et évaluer des fonctions avancées de Perception et de Modélisation de l'Environnement, pour des véhicules évoluant en convoi sur un itinéraire inconnu a priori, en milieu ouvert (périurbain ou naturel). Le contexte applicatif concerne la navigation de convois humanitaires dans des zones de conflit ou accidentées : pour diverses raisons (mines, autres véhicules ou personnes), la progression de tels convois est très difficile et dangereuse. Le but sera d'évaluer les progrès récents en Perception pour la navigation de véhicules communicants, dans ce contexte très exigeant.

Chaque véhicule du convoi est équipé de capteurs proprioceptifs bas-coût (GPS, inertiel) et de caméras. Le véhicule de tête (leader) modélise la trajectoire suivie par le convoi. Pour éviter tout danger, les autres véhicules (suiveurs) doivent emprunter cette trajectoire, avec une déviation maximale de 10cm. Le leader, téléopéré par un opérateur qui peut être dans un véhicule du convoi, enregistre sa trajectoire sous la forme de positions successives, relatives à des amers 3D fixes de l'environnement, détectés et suivis dans les images acquises en mouvement. Le leader détecte aussi des objets mobiles proches de l'itinéraire, et évalue leurs états -positions et vitesses.

Trajectoire, positions des amers fixes, états des objets mobiles sont stockés dans une carte stochastique, périodiquement envoyée aux suiveurs. Chacun l'exploite pour se localiser par rapport aux amers déjà perçus par les précédents, et pour corriger sa trajectoire afin de respecter la contrainte de déviation maximale. Chacun enrichit la carte en fonction de ses propres observations. Nous exploiterons d'abord des amers ponctuels reconstruits depuis des points d'intérêt (SIFT, Harris...), puis des amers structurés (lignes, surfaces) correspondant à des entités sémantiques de l'environnement (arbres, bordures, panneaux, façades de bâtiment) dans l'objectif de réduire la quantité d'informations stockées et transmises.

Plusieurs variantes de ce scénario seront considérées : convoi espacé (les véhicules ne se voient pas) ou resserré (localisation mutuelle), rejeu différé d'un itinéraire, véhicule sans capteur guidé par les autres.

La thématique scientifique centrale étudiée dans ce projet est le **SLAM** (*Simultaneous Localization and Mapping*), combinant Perception pour détecter, suivre et identifier des caractéristiques de l'environnement, et Estimation de l'état des véhicules et de l'environnement en tenant compte des imprécisions des données sensorielles. Plusieurs variantes du SLAM seront étudiées : cartes hétérogènes, sous-cartes, SLAM distribué et SLAMMOT (*Mobile Object Tracking*).

**Partenaires**

Thales Optronique S.A.  
Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes  
Laboratoire des Sciences et Matériaux pour l'Electronique, et d'Automatique

**Coordinateur**

Monsieur Frédéric LE GUSQUET

**Aide de l'ANR**

568 220,00 €

**Début et durée**

11/03/08 - 36 mois.

**Référence**

ANR-07-ROBO-0006

Titre du projet

**RobM@rket**  
ROBot Manipulation for @maRKET

Résumé

L'objectif du projet RobM@rket est de développer des applications automatiques de préparations de commande dans un secteur en très fort développement où la majorité des tâches sont manuelles. Le scénario d'application visé correspond à la mise en carton avant expédition d'articles commandés sur internet sur un catalogue en ligne de plus de 1000 références ou la préparation de commandes destinées au montage de produit (kitting).

Le système robotique sera constitué d'une base mobile autonome de type AGV (Automatic Guided Vehicles, de BA Systèmes) et d'un bras robotique industriel. Cette base robotique sera utilisée pour intégrer différents algorithmes permettant à partir d'un fichier de commande, d'aller chercher dans un entrepôt les objets sélectionnés et de les ramener en vue de leur expédition ou de leur assemblage. Les articles seront disposés soit de manière ordonnée ou au contraire positionnés en vrac dans des caisses.

Le robot pourra travailler soit seul, soit en accompagnement d'un opérateur afin d'augmenter l'efficacité de la préparation (temps, fiabilité, partage des tâches) et réduire la pénibilité du travail de l'opérateur (charge lourde, en hauteur).

Au niveau recherche robotique, les équipes s'appuieront sur des solutions innovantes mais dans leur grand principe connues, afin de garantir dans un contexte industriel la faisabilité d'un scénario robotique classique mais non maîtrisé à ce jour :

- Manipulation d'objets ordonnés en commande référencée vision + recalage en effort ;
- Manipulation d'objets en vrac en commande hybride force position + recalage par vision ;
- Détection apprentissage et stratégie de saisie d'objet ;
- Mode robotique.

Sur un plan économique, le développement de cette technologie permettra à terme à la société BA systèmes de vendre un produit clé en main en Europe et à l'international dans plusieurs secteurs d'activités de la production et de la logistique. Cette offre robotique permettra d'autre part d'augmenter la compétitivité des entrepôts et de réduire la pénibilité du travail des opérateurs.

**Partenaires**

B.A. Systèmes  
Université de CAEN  
Institut de Recherche en Informatique et en Automatique  
CEA-LIST

**Coordinateur**

Monsieur Guy CAVEROT

**Aide de l'ANR**

754 054,00 €

**Début et durée**

26/03/08 - 24 mois.

**Référence**

ANR-07-ROBO-0001



Titre du projet

## **STIL $\mu$ FORCE**

Etude et développement de stations de mesure de micro et nano forces pour l'industrie

Résumé

Le projet STIL $\mu$ FORCE a pour objectif de permettre à l'entreprise STIL de développer une maîtrise de la mesure de micro et nano forces par l'approche des ressorts magnétiques passifs. Cette maîtrise passe notamment par le développement et la fiabilisation de deux prototypes novateurs de stations de mesure de micro et nano forces.

Le domaine de la mesure de micro et nano forces constitue un marché émergent avec un fort potentiel de croissance. Sont notamment concernés par ce marché les industries des nanomatériaux, les industries de la micromécanique et des microtechniques, les nombreuses industries utilisant la micro-encapsulation, les laboratoires de recherche en micro et nanotechnologie, et enfin le marché plus confidentiel de la recherche biomédicale qui commence à avoir besoin de caractériser l'influence de stimuli mécaniques sur les cellules.

Pour se positionner sur ces futurs marchés, STIL souhaite développer une compétence dans le domaine des ressorts magnétiques qui présentent un certain nombre d'avantages par rapport aux approches concurrentes pour la mesure de micro et nano forces : dimension centimétrique, peu fragile, faible raideur, grande sensibilité, grande plage de mesure, bonne linéarité, facilité d'étalonnage, raideur ajustable. L'acquisition de cette compétence passe par l'étude, le développement puis la fiabilisation de stations de mesure de micro et nano forces. Le partenariat choisi pour y parvenir repose sur :

- le LAB (porteur) qui a développé le principe de la mesure de micro et nano forces par ressorts magnétiques passifs. Ce laboratoire a une activité forte en microrobotique et en micro assemblage ;
- la PME STIL qui est leader dans la mesure de distance par principe confocal chromatique. Un capteur de force nécessitant une mesure de déformation structurelle, la technologie confocale chromatique, extrêmement performante, sera l'une des clés qui garantira les performances des futurs capteurs ;
- le LMS, qui a une très forte activité en micro-nano-tribologie et fonctionnalisation des surfaces  
interviendra en qualité d'expert dans les phases de validation des prototypes,
- l'équipe « Génétique et reproduction : qualité des gamètes et du conceptus » qui a des problématiques de mesures de forces sur des ovocytes et qui interviendra en qualité d'expert pour la mesure en milieu liquide.

La durée totale du projet est de 3 ans. Le travail à effectuer s'articule autour de cinq sous projets qui nécessitent une coopération active des partenaires :

- SP1 : étude et développement d'un capteur de forces par lévitation diamagnétique ;
- SP2 : étude et développement d'un capteur de forces par flottaison passive et active ;
- SP3 : validations expérimentales ;
- SP4 : spécification d'une gamme fonctionnelle de stations de mesure de micro et nano forces ;
- SP5 : études de faisabilité d'un nanotribomètre et de mesures de forces en milieu liquide.

**Partenaires**

Laboratoire d'Automatique de Besançon  
Sciences et Techniques Industrielles de la Lumière  
Laboratoire de Microanalyse des surfaces  
Equipe Génétique et Reproduction

**Coordinateur**

Monsieur Emmanuel PIAT

**Aide de l'ANR**

829 408,00 €

**Début et durée**

05/02/08 - 36 mois.

**Référence**

ANR-07-ROBO-0005

Titre du projet

**TELEMACH**  
**TELE OPERATED MAINTENANCE FOR TBMs CUTTER-HEAD**  
**TOOLS**

Résumé

Le projet TELEMACH trouve son origine dans le domaine de la construction des tunnels dominé par l'industrie européenne tant en terme de construction que d'exploitation de machines spécialisées. La nécessité de creuser toujours plus profond et plus long conduit à des risques majeurs. Le changement des outils impose alors de travailler à des pressions élevées dans un environnement exigü, rempli de boues et accessible par des sas.

Le présent projet consiste à développer des outils robotiques télé-opérés et génériques qui se substitueraient à l'homme. Les éléments essentiels de l'étude portent sur trois sujets de recherche complémentaires :

- L'architecture mécanique d'un bras télé-opéré déployé dans un environnement confiné à partir d'un logement, protégé des matériaux excavés. Ce bras doit être en mesure d'assurer des tâches de nettoyage, d'inspection et de changement d'outils. La molette, qui est l'outil de base, pèse 150 kg. Il faut donc s'assurer de la capacité du bras à reprendre les efforts en allant chercher des points d'appuis dans un environnement encombré et sale ;
- La maîtrise du bras s'appuie sur la connaissance précise de la localisation de chacun de ses éléments par rapport à la structure de la tête de coupe dans laquelle il évolue. A cet effet, le système est équipé de deux bras, lesquels seront utilisés pour visualiser et nettoyer. Ce principe de coordination main oeil sera augmenté d'une commande sur modèle 3D pour sécuriser la manipulation et assister le déploiement de process ;
- Le dernier sujet porte sur la réalisation de tâches élémentaires, par exemple la manipulation d'une molette.

Ce travail nécessite la mise en place d'outils adaptés au transport de charges lourdes. Un bras du système est utilisé pour contrôler la charge portée par un palan, tandis que l'autre bras extrait la molette de son logement. Cette co-manipulation de l'objet à transporter, par l'intermédiaire d'effecteurs hétérogènes, doit être effectuée avec dextérité, c'est-à-dire en fournissant à l'opérateur un retour complet des efforts d'insertion ou de dégagement des objets. Une autre tâche est consacrée à la spécification des besoins et à la validation des résultats. Les techniques à mettre en oeuvre sont empruntées à l'industrie nucléaire.

A la fin de cette étude de 2 ans, il sera possible de démontrer la faisabilité des opérations de base à partir de maquettes virtuelles, mais aussi de maquettes physiques.

**Partenaires**

BOUYGUES Travaux Publics  
Herrenknecht  
CYBERNETIX  
CEA - LIST  
Institut des Systèmes Intelligents et Robotique

**Coordinateur**

Monsieur Michel De BROISSIA

**Aide de l'ANR**

786 501,00 €

**Début et durée**

03/02/08 - 24 mois.

**Référence**

ANR-07-ROBO-0010