

# **Proposition de projet de recherche à la MRIS Construction d'un robot sous-marin pour le concours SAUC'E**

*(Poursuite de l'étude financée en 2007-2008)*

Luc Jaulin

Cette fiche présente une proposition de projet de recherche intitulé «Construction d'un robot sous-marin pour le concours SAUC'E». Elle correspond à une période de un an. Ce projet constitue une collaboration scientifique et technologique entre l'ENSIETA et le GESMA (Groupe d'étude sous-marine de l'Atlantique). Il se concrétise par l'encadrement d'étudiants de l'ENSIETA pour la définition du robot sous-marin et se matérialise par la construction d'un prototype qui participera au concours SAUC'E, nécessitant donc l'achat de matériel.

De plus, deux doctorants (Fabrice Le Bars et Jan Sliwka) vont commencer leur thèse en octobre 2008 à l'ENSIETA sur la robotique sous-marine, dans le cadre du concours SAUC'E. Leurs algorithmes seront implémentés sur le robot de l'ENSIETA et validés pour le concours.

## **1 Concours SAUC'E**

Le concours SAUC'E (Student Autonomous Underwater Challenge - Europe) est un concours de robotique sous-marine. Il est réservé à des équipes d'étudiants des différentes universités et écoles européennes : les enseignants-chercheurs doivent donc restreindre, tant que faire se peut, leur intervention à de l'encadrement et du conseil aux étudiants. De nombreuses informations concernant ce concours peuvent être trouvées sur [http://www.dstl.gov.uk/news\\_events/competitions/sauce/index.php](http://www.dstl.gov.uk/news_events/competitions/sauce/index.php)

Il s'agit de construire un robot complètement autonome capable d'effectuer un certain nombre d'épreuves comme le franchissement d'un cadre, le largage d'un marqueur au dessus d'une cible, le touché d'une cible, faire surface au centre d'un hexagone flottant et émetteur d'ultrasons, la cartographie d'une zone, ... Pour cela le sous-marin doit remplir des objectifs complexes tels que la localisation dynamique en piscine, le traitement d'images avec détection de contours, une communication wifi en conditions difficiles ...

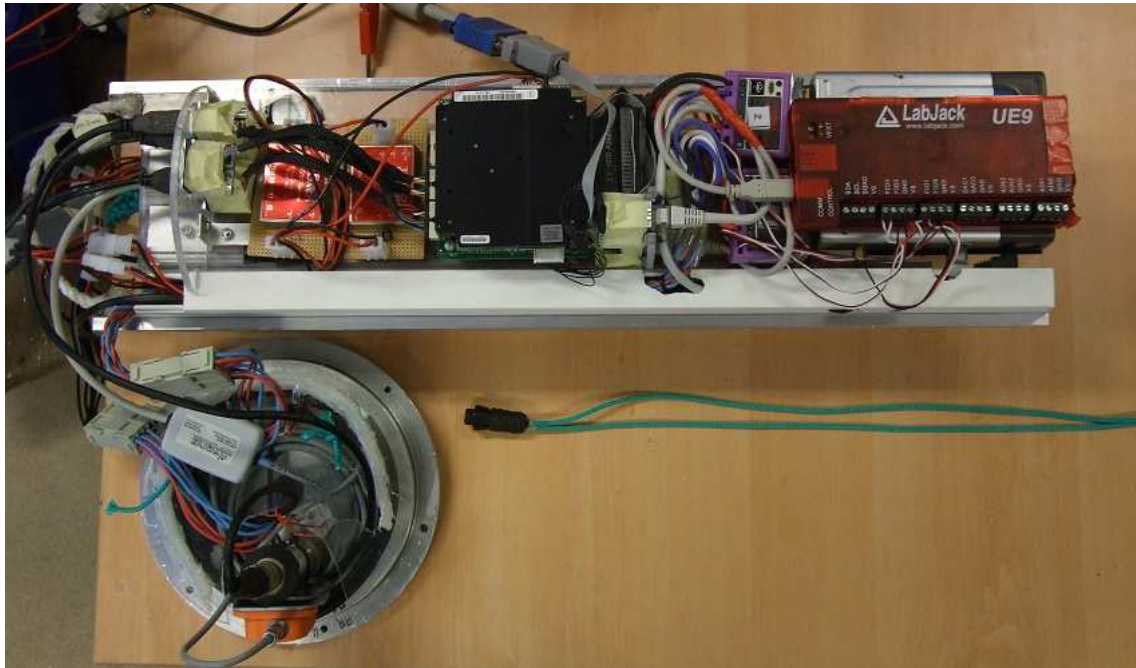
Le concours SAUC'E est sponsorisé par le ministère de la défense anglaise (Research Acquisition Organisation et Dstl) et la DGA.

L'ENSIETA, école de la défense ayant une forte compétence navale, se devait d'inciter ses étudiants à participer à ce concours. De plus, la robotique et la vision sous-marine font partie des thèmes de recherche des membres du laboratoire DTN de l'ENSIETA.

La réalisation d'un robot sous-marin autonome encourage les jeunes ingénieurs à réfléchir aux technologies sous-marines futures et vise à réaliser des missions autonomes réalistes. Son élaboration implique un approfondissement des connaissances dans des domaines aussi variés que la mécanique, l'électronique et l'informatique

## 2 Travail déjà effectué

Durant cette année scolaire 2007-2008, nous avons optimisé et fiabilisé les parties mécaniques et la partie électroniques. Le robot à ce jour n'a aucun soucis d'étanchéité, ses capteurs sont complètement opérationnels, reste stable en tangage, roulis et est équitablement lesté.



Electronique du robot



Mécanique du robot

Le robot de l'ENSIETA est désormais constitué d'un tube étanche réduit de 72cm de long et de 20 cm de diamètre, doté de trois propulseurs.

Un PC embarqué de type PC104 commande les propulseurs à partir de données reçues par l'intermédiaire de deux caméras haute résolution, d'un sonar, d'une centrale inertielle, et d'un capteur de pression. La communication entre le PC et l'extérieur, se fait par WIFI. Les propulseurs sont eux même commandés par une carte de puissance de type modélisme. Le PC embarqué communique avec les cartes de puissances par bus USB. Deux caméras (webcams) sont placées à l'intérieur de caissons étanches.

Le squelette interne du sous-marin a été repensé pour plus de robustesse et d'efficacité : la connectique comporte le moins de soudures possibles pour juguler l'infiabilité et l'interfaçage avec l'extérieur a été amélioré (accès simplifié au PC pour rajouter clavier-écran etc...)

Le tube est fermé par deux tapes dont l'une est condamnée, pour des raisons pratiques. Par ces tapes sortent les fils pour alimenter les trois propulseurs (deux fils par propulseur), les fils pour les webcams (6 fils par webcam), les fils pour le wifi et le fil pour le sonar. L'interfaçage est réalisé par le biais des connecteurs. Le tube est ceinturé par un squelette externe sur lequel sont fixés les caméras, les propulseurs et l'antenne wifi.

Nous avons participé pour la deuxième fois au concours, qui s'est tenu en France à Brest en juillet 2008. Nous sommes arrivés deuxièmes.

### 3 Proposition technique

Cette année l'enjeu principal du groupe qui a travaillé sur le sous-marin était de fiabiliser et d'augmenter les performances du prototype qui avait été élaboré l'année précédente. Par exemple nous avons acheté des propulseurs plus efficaces et capables de descendre à une pression supérieure à 3 bars.

Arrivés presque au terme de notre année de travail sur le sous-marin, nous proposons les avancées techniques dont pourrait être doté le robot l'année prochaine.

Nous pensons en premier lieu qu'il faudra créer un environnement utilisant des FPGA : ce sont des circuits composés de nombreuses cellules logiques élémentaires librement assemblables. Celles-ci sont connectées de manière définitive ou réversible par programmation, afin de réaliser la ou les fonctions numériques voulues. Grâce à ce type de circuit, nous pensons pouvoir libérer le PC embarqué de la lourde tâche de calcul de localisation. Ainsi nous pourrions par exemple faire du traitement d'images en temps réel (détection d'obstacle), fonction qui nous est impossible actuellement. La réalisation d'un bloc alliant sonar, centrale inertielle et FPGA sera un apport non négligeable à l'optimisation des missions du sous-marin ; en effet le FPGA réalise tous ses calculs en parallèle et ressortira donc directement l'information de la position du sous-marin dans la piscine pour le PC. L'avantage supplémentaire sera d'autoriser le portage sur d'autres types de véhicule, simplement en déplaçant le bloc.

En second lieu il sera possible de fabriquer le même genre de bloc avec nos caméras haute-résolution car le traitement d'images est un travail gourmand en termes de temps de calcul de la même manière que la localisation.

Nous pensons aussi qu'il sera envisageable de remplacer la tôle que nous avons cloisonnée cette année par une demi-sphère en plexiglas. Ainsi il ne sera plus nécessaire de réaliser des caissons étanches pour les Webcams puisque celles-ci pourront être directement dans le sous-marin.

Il est aussi toujours à l'idée d'acheter notre propre sonar et notre propre centrale inertielle puisque ceux-ci nous sont prêtés réciproquement par M. Seube du laboratoire DTN et le GES

#### 4 Personnel et étudiants impliqués dans le projet

L'équipe enseignante qui travaillera sur cette étude sera constituée de

- L. Jaulin, professeur des universités,
- J. Sliwka, doctorant,
- F. Le Bars, doctorant.

Les étudiants de l'ENSIETA qui interviendront dans la réalisation du robot seront des étudiants de troisième année (à travers de l'application système), cinq étudiants de deuxième année (à travers le projet industriel), des étudiants de première année (dans un cadre hors scolaire) et des stagiaires de deuxième année.

Les deux doctorants J. Sliwka et F. Le bars consacreront la majeure partie de leur temps au développement d'algorithmes pour le robot, principalement, la localisation, la commande et la planification de trajectoire.

#### 5 Dépenses envisagées

Vous trouverez ci-joint les éléments budgétaires prévisionnels.

Accéléromètre :	2000 euros.
Sonar :	5000 euros
Accessoires divers	1000 euros.
Outillage	1500 euros.
Logiciels	1500 euros.
Déplacement :	4000 euros.
Congrès	5000 euros.
Total :	20 000 euros.

Pour l'année 2007-2008, de même que pour l'année 2006-2007, le financement de la MRIS a été de 15 000 € TTC.

Pour l'année 2008-2009, la demande de financement par la MRIS est de 20 000 € TTC. Cette différence vient du fait que deux doctorants sont désormais impliqués dans ce projet, qu'ils développeront leurs recherches dans le cadre du concours SAUC'E. Cela engendrera des dépenses supplémentaires dues principalement aux déplacements et à l'inscription aux congrès.