

# Réalisation d'un robot sous-marin autonome

Fourniture 3 du contrat MRIS 2006-2009

## *Résumé*

Dans le cadre d'un projet étudiant, un groupe d'élèves de l'ENSIETA (Thomas DEMONGEOT, Florent KERMARREC, Fabrice LE BARS, Sébastien LE BOUTER, Marie LUDWIG) a réalisé un robot sous-marin autonome appelé SAUCISSE. Celui-ci devra à terme être capable de se localiser et de repérer des objets dans une piscine. L'objectif principal était de réaliser un robot simple et facilement réutilisable par d'autres étudiants. C'est pourquoi ce robot est basé sur des technologies éprouvées (une architecture mécanique basée sur un tube et 4 propulseurs, et une architecture électronique réduite au minimum et basée sur des composants déjà existants). Le robot sert cependant de support à de nombreux thèmes de recherche en particulier au niveau de la localisation du robot de façon dynamique dans une piscine et de la reconnaissance d'objets en milieu sous-marin.

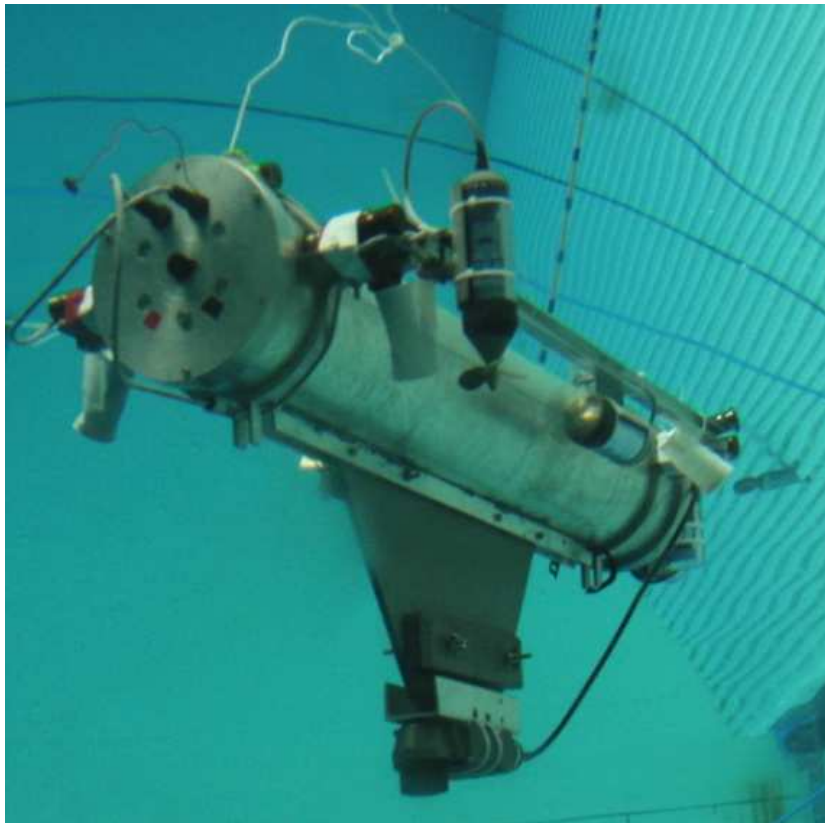


Photo du robot SAUCISSE

## Présentation du robot SAUCISSE

### Dispositif d'arrêt d'urgence

Il est composé d'un aimant qui permet de commander un ILS (Interrupteur à Lame Souple) qui se trouve derrière la tôle. Cet ILS permet d'actionner un relais contrôlé par un PIC ce qui permet la mise en marche de l'ensemble du sous-marin

### Tube en aluminium

Le sous-marin est basé sur un tube en aluminium d'un mètre de long et de 20 cm de diamètre. Celui-ci contient l'ensemble de l'électronique embarquée ainsi que les batteries.

Il est fermé par deux têtes en aluminium sur lesquelles sont fixés les connecteurs IP68 qui permettent la communication avec les périphériques extérieurs

### Antenne WIFI

Celle-ci permet la communication avec le PC de base en surface et lors des phases de plongée jusqu'à 1m. L'antenne WIFI permet également la commande du sous-marin en surface à l'aide d'une PSP ou d'un ordinateur muni d'un joystick.



### Propulseurs

SAUCISSE est équipée de 4 propulseurs :

- Les deux propulseurs verticaux permettant de régler la profondeur du sous-marin
- Les deux propulseurs horizontaux permettant de régler la vitesse et le cap

Le roulis et le tangage ne sont pas contrôlés mais ceux-ci sont stables grâce à la présence d'une quille lestée qui sert également de support au sonar.

### Sonar

Le sonar nous permet de localiser le sous-marin en cherchant à détecter les murs de la piscine. Le sonar effectue un balayage continu sur 360°.

Nous utilisons un sonar compact qui peut-être utilisé directement sur un ordinateur.

### Webcam

Nous utilisons deux webcams afin de repérer les différents objets dans la piscine.

Les webcams ont été démontées puis intégrées dans un boîtier étanche du même type que celui utilisé pour les moteurs. Les caméras sont placées sur un socle en mousse expansée ce qui permet d'assurer la stabilité de la caméra sur son support.

# Présentation de l'électronique embarquée

## PC embarqué.

C'est une carte au format mini-ITX (un format développé initialement pour les mini-PC de salon). Son format raisonnable (17x17cm) lui permet d'être intégré directement dans le tube. Notre carte est architecturée autour d'un processeur VIA C3 1Ghz et est équipée de 1Go de Ram et d'une carte Compact Flash de 4 Go.

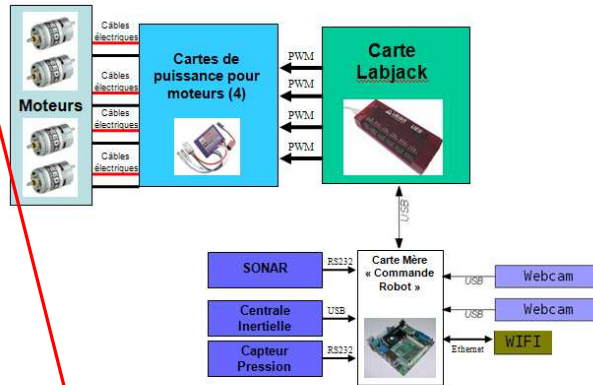
Le système d'exploitation utilisé est un Linux Mandriva que nous avons personnalisé pour une utilisation embarquée. Cette distribution de Linux est également utilisée sur le PC de base.

## Carte d'alimentation du PC embarqué

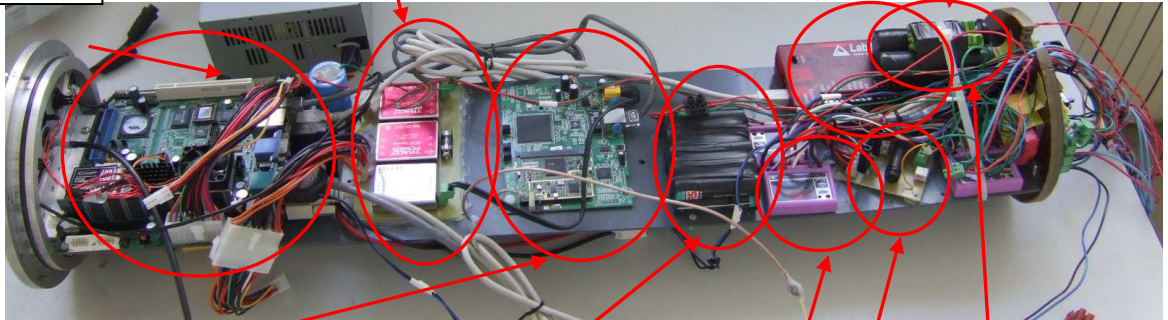
Elle permet de produire une alimentation au format ATX (le format des PC de bureau) à partir d'une alimentation 12V.

## Le boîtier Labjack

Afin de commander les moteurs nous avons utilisé une carte Labjack UE9. C'est un système professionnel d'acquisition de données universel à connexion USB ou Ethernet. Ce module est doté de nombreux ports d'entrée-sortie et permet en particulier de générer jusqu'à 6 signaux PWM (qui permettent la commande des moteurs). Il dispose également d'un capteur de température qui nous permet de surveiller la température interne du sous-marin et ainsi d'éviter une surchauffe à l'intérieur du tube.



Organigramme des entrées/sorties, cartes et capteurs utilisés



## Le routeur WIFI

Relié au PC embarqué avec un câble Ethernet croisé, il permet de communiquer avec le PC de base

## Batteries et carte d'alimentation

Le circuit d'alimentation est divisé en trois parties :

- La partie puissance qui alimente chacune des cartes de puissance en 12V
- La partie numérique qui alimente la carte mère et le routeur en 12V
- Le sonar nécessite lui une alimentation spécifique en 24V

Cette séparation en plusieurs parties est due essentiellement au fait que la mise en marche des moteurs peut générer un appel de courant et donc provoquer une chute de tension.

Chaque carte d'alimentation est composée d'une partie protection (fusible et diode), et d'une partie commande (interrupteur à lame souple et transistor de puissance).

De plus la partie numérique est régulée en tension.

## Lest

Le sous-marin est lesté de façon à être très légèrement flottant afin de remonter à la surface en cas d'arrêt des moteurs

## Carte de puissance

Les cartes de puissance sont des interfaces de puissance entre les signaux provenant du boîtier Labjack et le fonctionnement des moteurs. Elles permettent d'assurer une propulsion progressive du moteur en marche avant comme en marche arrière et de délivrer la puissance requise.

## Compétition

Le concours SAUC'E (Student Autonomous Underwater Challenge – Europe) est organisé conjointement par le Ministry of Defense (MoD) Britannique et la Délégation Générale pour l'Armement (DGA). La deuxième édition s'est déroulée du 12 au 15 juillet 2007 à Gosport dans la baie de Portsmouth (UK). Elle a réuni 6 équipes venant du Royaume Uni (Bath, Southampton, Heriott Watt, Cambridge) et de France (ENSIETA et Nice). SAUCISSE s'est hissée sur la troisième marche du podium et a également remporté le prix innovation et contrôle décerné par Thalès.



Saucisse est un robot sponsorisé par la DGA

*L'équipe SAUCISSE 2007 : Florent, Sébastien, Stéphane, Thomas et Fabrice*

SAUCE est une compétition de robots sous-marin autonomes réalisés par des équipes étudiantes. Il est composé de plusieurs épreuves en particulier le passage d'un cadre, la détection de cible, la remontée à un endroit prédéterminé et la cartographie du fond d'une piscine.

## Ce qu'il reste à faire

Dans le cadre du concours SAUCE nous avons réalisé un prototype de robot sous-marin. Nous sommes aujourd'hui capables de le faire se mouvoir via une communication WIFI et de le localiser dans une piscine à l'arrêt. L'ensemble des capteurs est aujourd'hui opérationnel (webcams, capteurs de pression, sonar, centrale inertielle) et va nous permettre de le rendre autonome. Il est actuellement capable de se localiser en dynamique dans une piscine et d'y repérer différents objets comme une boule rouge ou un pneu. Mais toutes ces tâches ne sont pas accomplies de façon fiable. Ces prochains mois, il nous faut

- 1) fiabiliser l'ensemble,
- 2) faire un tableau de bord sur le PC distant, qui nous permette de savoir à chaque instant quel est l'état du robot,
- 3) et valider la technique de localisation

Enfin, nous envisageons participer au concours SAUC'E 2008. SI tel est le cas il nous faudra aussi sûrement, suivant l'évolution du concours, revoir certains choix sur la mécanique et sur l'électronique.