

Calcul ensembliste pour la robotique: développement de robots marins, sous marins, terrestres ou aériens pour l'exploration

Rapport d'avancement T0+6 mois (convention MRIS 2012-2015)

F. Le Bars, A. Bethencourt, V. Drevelle, L. Jaulin

ENSTA Bretagne

29 Mars 2013

Descriptif de l'étude

Dans le cadre de cette étude, nous cherchons à réaliser des plateformes robotiques marines, sous-marines, terrestres et aériennes dans le but de valider des concepts et algorithmes divers, notamment en utilisant des méthodes ensemblistes telles que le calcul par intervalles. Les thématiques liées à ce projet sont variées : réalisation de robots simples, peu coûteux et robustes, téléopération, autonomie, régulation, validation, localisation robuste, SLAM (Simultaneous Localization And Mapping), détection et reconnaissance d'objets, collaboration entre robots...

Voici les principaux travaux en cours cette année :

- Robotique marine de surface : organisation et participation à la WRSC/IRSC 2013 (compétition et conférence de robotique marine de surface autonome), collaboration avec l'Ifremer pour le robot voilier autonome VAIMOS (Voilier Autonome Instrumenté pour Mesures Océanographiques de Surface).
- Robots sous-marins autonomes et concours SAUC-E 2013. Nous pensons cette année présenter 2 équipes comme l'année dernière : une première avec les AUVs SAUC'ISSE et SARDINE utilisés les années précédentes, et une deuxième, avec 2 (sur les 4 qu'on a) ROVs (Remote Operated Vehicles) de la société CISCREA achetés récemment et que l'on a transformés en AUVs (Autonomous Underwater Vehicles). En marge de ce concours et en lien avec d'autres travaux à l'école, nous continuons à étudier les problèmes de localisation, contrôle, et collaboration de robots sous-marins et marins, notamment avec le calcul par intervalles.
- Coupe de France de Robotique 2013. Ce concours est un bon moyen pour initier les étudiants à la robotique.
- EURATHLON 2013. Ce nouveau concours européen (FP7) se veut l'héritier des concours ELROB et SAUC-E. En 2013, il sera terrestre, puis marin en 2014 et enfin terrestre, marin et aérien en 2015. De ce fait, nous prévoyons de participer de manière minimale cette année pour avoir une première expérience dans ce concours.
- Projets étudiants : démonstration de l'intérêt d'une meute de robots hétérogènes pour l'exploration (collaboration entre un planeur, quadrirotor et robot terrestre), robot vélo autonome...

Déroulement de l'année

Comme tous les ans, plusieurs étudiants, stagiaires, doctorants et personnels sont impliqués dans les activités de robotique à l'ENSTA Bretagne. L'année a comme d'habitude commencé par une présentation des robots existants aux étudiants et des initiations aux éléments de base de nos robots les lundis et mardis soirs : programmation C sous Windows et Linux, traitement d'images de webcams, découverte d'OpenCV (bibliothèque de traitement d'images), utilisation du boîtier Labjack pour la commande de servomoteurs, découvertes des cartes électroniques Arduino, CAO (Conception Assistée par Ordinateur)... Des sujets de projets et de stages ont ensuite été proposés aux étudiants. Divers cours dans le cursus des étudiants sont aussi en lien avec la robotique et le calcul ensembliste.

Robotique marine de surface : organisation de la WRSC/IRSC 2013 et collaboration avec l'Ifremer sur VAIMOS



Figure 1 : Logo officiel de la WRSC 2013

La WRSC (World Robotic Sailing Championship) / IRSC (International Robotic Sailing Conference) sont une compétition et conférence annuelle et internationale destinées à favoriser le développement de robots marins autonomes de surface et leurs applications. La nouvelle édition que l'on propose du 2 au 6 Septembre 2013 au Centre nautique du Moulin-Blanc à Brest (voir <http://www.ensta-bretagne.fr/wrsc13>) aura pour nouveauté et particularité par rapport aux autres compétitions de regrouper à la fois des épreuves destinées aux robots voiliers et des épreuves destinées à tout type de robot de surface. Jusqu'à maintenant, la WRSC/IRSC (voir www.roboticsailing.org) était exclusivement réservée aux robots voiliers (tout comme Sailbot, son équivalent américain, voir www.sailbot.org). La compétition Roboboat de l'AUVSI (compétition américaine, voir www.auvsifoundation.org/foundation/competitions/roboboat) propose elle des épreuves plutôt orientées bateaux à moteurs et difficiles pour des voiliers. Elle n'a pas d'équivalent européen à notre connaissance (pour l'année 2013).

Du fait de ses récentes activités en robotique marine l'ENSTA Bretagne est ressortie lors de la précédente édition comme la mieux placée pour organiser la WRSC/IRSC 2013. Les personnes qui se sont proposées pour son organisation sont Fabrice LE BARS et Luc JAULIN (ENSTA Bretagne). Les partenaires sont :

- Centre nautique de Brest Moulin-Blanc
- DGA/TN/GESMA
- SRB
- Ifremer

- Ecole Navale

Les contrats, sponsors et subventions associés impliquent (ou devraient impliquer) :

- DGA/MRIS
- MBDA
- CGG
- BMO
- Conseil général du Finistère
- Région Bretagne



Figure 2 : Zone de compétition au port du Moulin-Blanc

Les épreuves proposées mettront en jeu des problèmes de station, vitesse, précision, évitement d'obstacles, suivi de cibles, endurance, coopération... La compétition sera ouverte aux catégories de robots suivantes :

- Petits voiliers autonomes jusqu'à 1 m de long, 2 m de hauteur, 100 kg, nommée catégorie Microvoiliers.
- Voiliers autonomes jusqu'à 4 m de long, 10 m de hauteur, 500 kg, nommée catégorie Voiliers.
- Tout type de bateaux autonomes jusqu'à 4 m de long, 10 m de hauteur, 500 kg, nommée catégorie Bateaux à moteur.

Il y aura 2 types d'équipes:

- Equipes étudiantes : au moins 50% d'étudiants (les doctorants étant considérés comme étudiants), un des étudiants étant Team Leader, max de 10 personnes et avoir au moins

1 robot. Leurs robots seront classés dans le classement étudiant s'ils respectent les règles des robots classés.

- Equipes libres : les seules contraintes sont un max de 10 personnes et avoir au moins 1 robot. Leurs robots seront classés dans le classement libre s'ils respectent les règles des robots classés.

Actuellement, 8 équipes avec en tout une douzaine de robots ont manifesté leur intérêt pour la compétition.

En parallèle à la compétition, la conférence IRSC aura lieu du 2 au 3 Septembre 2013. Les thèmes abordés seront :

- Conception mécanique
- Organisation matérielle et logicielle
- Gestion de l'énergie
- Architectures de contrôles et algorithmes
- Planification et optimisation de trajectoire
- Evitement d'obstacles, des collisions et communication entre bateaux
- Intelligence artificielle
- Applications de la robotique marine autonome
- Aspects légaux de la robotique marine autonome
- Robotique marine autonome et enseignement
- ...

Les articles seront publiés dans des proceedings avec Springer.



Figure 3 : VAIMOS en mer

Pour pouvoir effectuer des mesures océanographiques, l'Ifremer a réalisé un robot voilier de 3.65m basé sur une coque de Mini-J et un gréement de type balestron : VAIMOS (Voilier Autonome Instrumenté pour Mesures Océanographiques de Surface). Ce robot

possède une sonde et des pompes permettant de mesurer divers paramètres à la surface de l'eau et à un mètre de profondeur (température, salinité, oxygène, chlorophylle, turbidité...), une carte informatique embarquée ARMADEUS (utilisée dans des cours de robotique à l'ENSTA Bretagne), une station météo (qui donne la direction et la force du vent ainsi que la position GPS), une centrale inertielle, un dispositif de communication Wifi et satellitaire Iridium et les actionneurs nécessaires au contrôle de sa voile et du gouvernail : moteur pas-à-pas qui contrôle l'angle maximal d'ouverture de la voile et servomoteur qui contrôle l'angle du gouvernail. De plus, une balise SPOT, un déflecteur radar, une lumière clignotante et un émetteur VHF sont parfois installés pour minimiser les risques de perdre le robot.



Figure 4 : VAIMOS effectuant une mission à proximité d'un navire océanographique de l'Ifremer

A la suite des différentes missions déjà effectuées (tests en rade de Brest, trajet entre Brest et Douarnenez, campagne océanographique STRASSE au milieu de l'Atlantique avec un navire océanographique de l'Ifremer), VAIMOS devrait être prochainement présenté en action sur le Lac de Maine à l'occasion de la Journée Démonstrateurs à Angers du 12 au 13 Juin 2013. De plus, il devrait être aussi présenté et utilisé pour la WRSC 2013. Les nombreuses données de navigation collectées lors des différentes expériences sont en cours d'analyse pour améliorer les méthodes de simulation et régulation des robots marins, ainsi que pour réfléchir aux problèmes de récupération d'énergie.

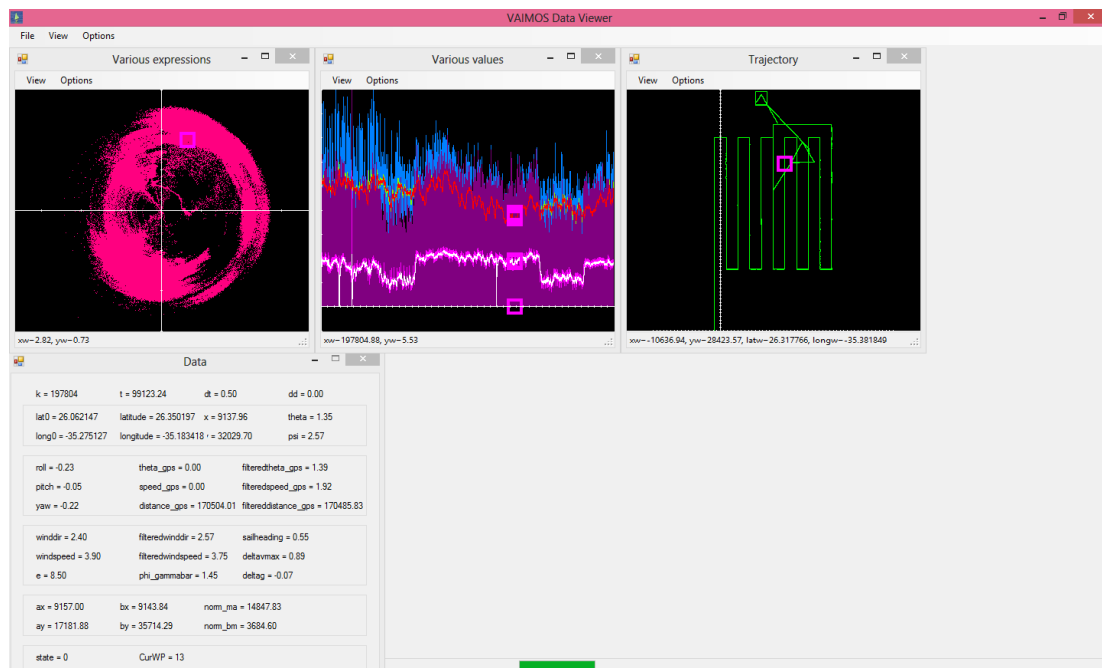
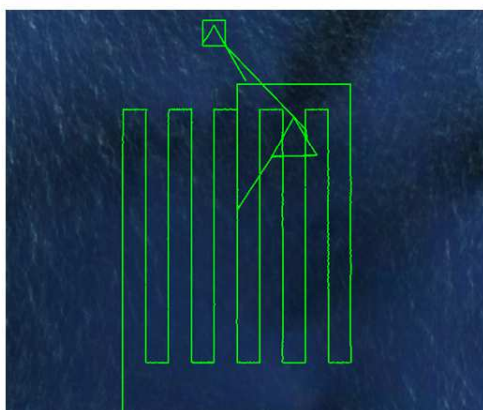


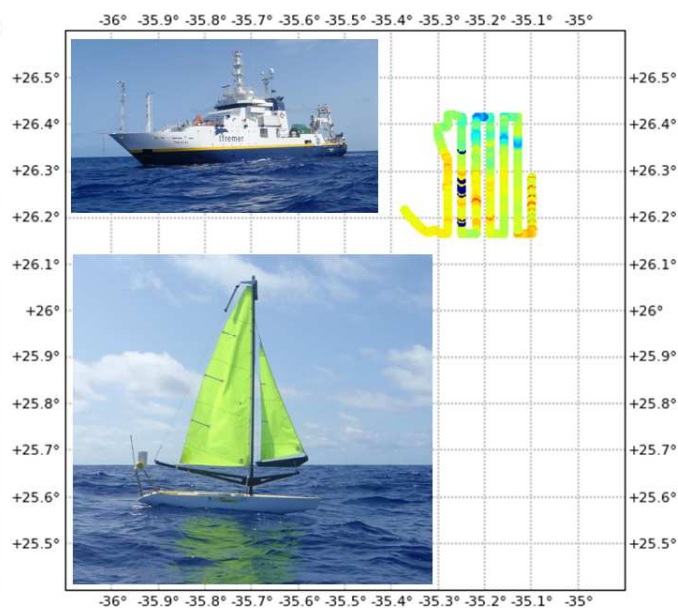
Figure 5 : VAIMOS Data Viewer, un des logiciels en cours de réalisation pour analyser la polaire des vitesses de VAIMOS

Campagne STRASSE sur le navire océanographique Thalassa

Au cours de ses 6 sorties et plus de 1000 km parcourus, VAIMOS, le prototype de robot voilier autonome développé par l'Ifremer et l'ENSTA Bretagne a permis de récupérer plus de 70 h de mesures à la surface de l'eau et 80 cm de profondeur



Quadrillage de zone et attentes en zones de station effectués du 6 au 9 Septembre 2012



Quadrillage de zone et mesures de salinité effectuées du 21 au 24 Août 2012, photo du Thalassa (en haut) et de VAIMOS (en bas)

Figure 6 : Campagne STRASSE sur le navire océanographique Thalassa

Robotique sous-marine : SAUC-E

Comme tous les ans, l'ENSTA Bretagne participera au concours de robots sous-marins autonomes SAUC-E 2013 à La Spezia, Italie du 28 Juin au 06 Juillet 2013 (voir <http://www.sauc-europe.org>). Comme l'année dernière, nous pensons présenter 2 équipes:

- Equipe 1 SAUC'ISSE et SARDINE : les 2 anciens robots sous-marins entièrement construits à l'école, voir la video de présentation sur YouTube : <http://youtu.be/0xrXhngPo-A>. Une mise à jour de leurs connecteurs étanches, de leur batteries, et de certains éléments de leurs circuits d'alimentation sont en cours.



Figure 7 : SAUC'ISSE et SARDINE

- Equipe 2 CISSAU (CIScrea Sauc-e AUv's) : nouveaux ROVs CISCREA achetés par l'école fin 2011 et modifiés pour pouvoir fonctionner en mode AUV pour réaliser les missions du concours SAUC-E 2012 de manière autonome, voir la video de présentation sur YouTube : <http://youtu.be/QFnKeopSZ1I>. Les modifications faites pour les rendre autonomes sont en train d'être entièrement reprises pour améliorer leur fiabilité. De plus, 2 modems acoustiques (comme ceux prêtés par les organisateurs du concours SAUC-E 2012) sont en cours d'achat. Ils seront partagés entre tous nos robots selon les besoins.

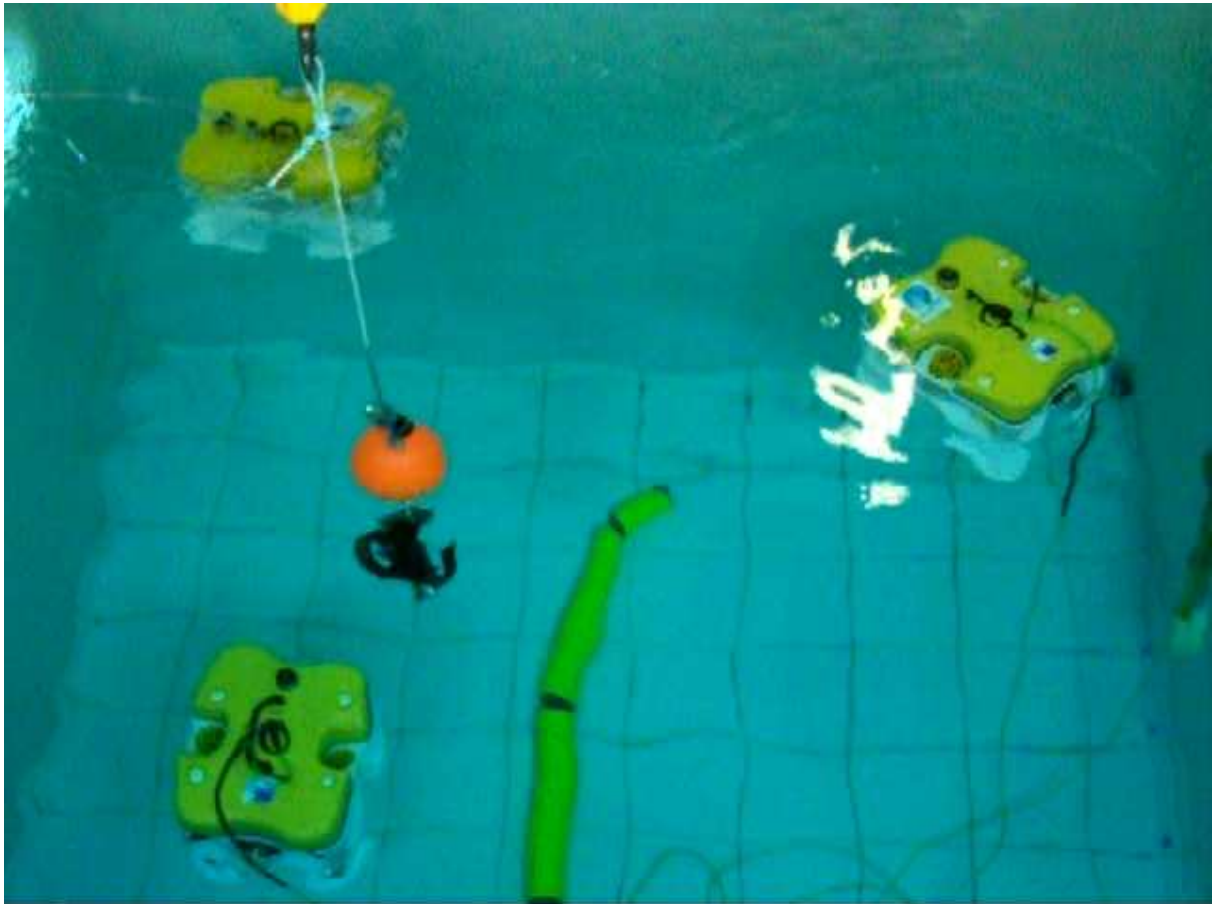


Figure 8 : Robots CISCREA en tests d'évitement d'obstacles dans la piscine de l'ENSTA Bretagne

Les nouvelles règles du concours ont été publiées très récemment et sont assez ambitieuses. Les travaux à faire sont en lien avec d'autres projets à l'école, comme le projet COMET.

Robotique terrestre : Coupe de France de Robotique et EURATHLON 2013

L'ENSTA Bretagne participera à la Coupe de France de Robotique 2013. Cette compétition est un bon moyen pour permettre aux étudiants de s'initier à la robotique autonome, avant de travailler sur des projets dans des environnements plus complexes.

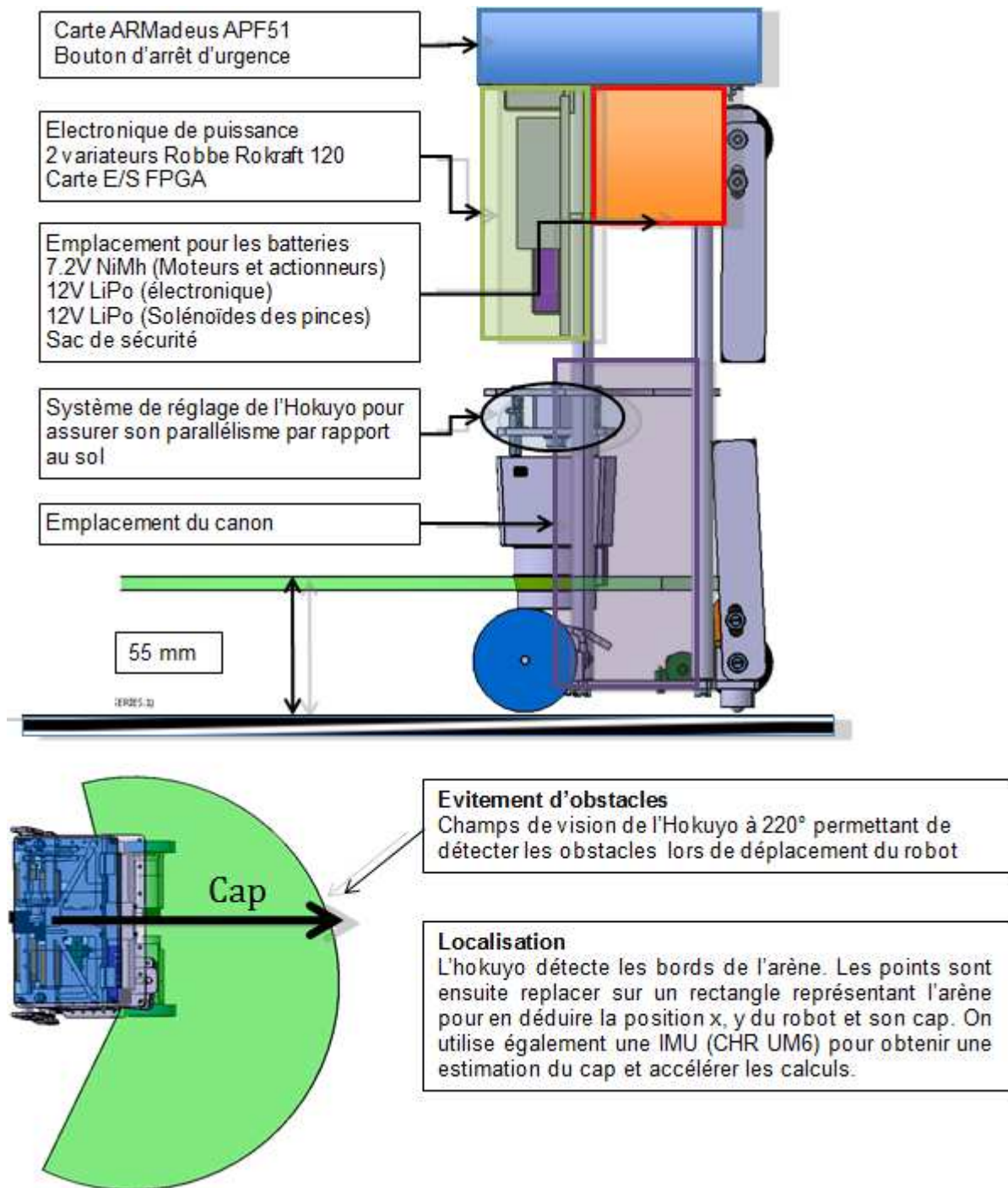


Figure 9 : Schéma d'un des robots en construction pour la Coupe de France de Robotique 2013

De plus, une nouvelle compétition de robotique est en train de se mettre en place : EURATHLON (voir <http://www.eurathlon2013.eu/>). En 2013, le concours impliquera des robots terrestres et il est prévu qu'il soit marin en 2014 (probablement en remplacement du concours SAUC-E) et enfin terrestre+marin+aérien en 2015. Nous envisageons d'y participer de manière minimale cette année (23-27 Septembre 2013, en Allemagne) : nous allons nous inscrire à 1 épreuve seulement, utiliser un maximum de matériel existant (ancien robot du concours ETAS, meute de robots buggys...) et avec une équipe de 2 ou 3 personnes.