

Bilan du concours RobAFIS'08

Jean-Claude Tucoulou, Directeur technique AFIS
David Gouyon, CRAN-Nancy Université
Vincent Chapurlat, LGI2P - EMA Nîmes
Jean-Pierre Meinadier, Conseiller Scientifique AFIS

Organisation générale RobAFIS 2008



■ Organisé pour la troisième année consécutive, RobAFIS est une compétition ouverte à des équipes d'étudiants. L'objectif est de les amener à mettre en œuvre une approche et des méthodologies d'Ingénierie Système et de travailler en équipe, pour concevoir et réaliser un robot.

- Phasage général :
 - Inscription des équipes.
 - Confirmation de l'inscription et envoi du dossier de consultation.
 - Réception des dossiers de Réponse à Appel d'Offre (RAO).
 - Dépouillement - Publication des résultats.
 - Diffusion aux équipes retenues du document de référence pour le développement et du kit de construction de robots.
 - Réception des Dossiers de Développement.
 - Dépouillement.
 - Présentation du Robot par chaque équipe (en atelier).
 - Démonstration opérationnelle (en réunion plénière).

Organisation de l'opération

- Constitution d'une équipe de maîtrise d'ouvrage (MOA) formée de Vincent Chapurlat, David Gouyon et Jean-Claude Tucoulou en charge :
 - de définir le calendrier général de l'opération,
 - d'en assurer le pilotage global,
 - de choisir l'objet du développement,
 - d'en étudier la faisabilité,
 - d'en rédiger le Cahier des Charges Fonctionnel pour la RAO, puis pour la phase de développement (aménagements en fonction des résultats de la RAO),
 - d'élaborer les référentiels de travaux et les lotissements de fournitures pour la phase de RAO et pour la phase de développement,

- de faire réaliser et de valider les moyens utilisés pour l'évaluation opérationnelle (simulation de l'environnement réel d'emploi et instrumentation des moyens d'essais),
- d'organiser et conduire le dépouillement des dossiers de RAO,
- d'organiser et conduire le dépouillement des dossiers de développement,
- d'organiser l'évaluation opérationnelle se déroulant pendant le Forum académique,
- d'organiser et conduire la présentation de la solution par chaque équipe pendant le Forum académique.

L'équipe était assistée dans ses travaux par un certain nombre de collaborateurs de Vincent Chapurlat à l'EMA.

Organisation de la phase finale

- Présentation du robot par chaque équipe (en atelier) :
 - Montage chronométré du robot pour chaque équipe, à partir de son référentiel de définition et vérification de conformité.
 - Présentation de la solution et justification des choix techniques.
 - Evaluation de la solution par le jury (technique, coût, qualité de l'ingénierie système).
- Démonstration opérationnelle (en réunion plénière) :
 - La compétition se déroule comme un tournoi, chaque équipe candidate rencontre successivement chacune des autres équipes. L'objectif est de réaliser la mission complète avec le robot le plus rapidement possible.
 - Présentation des résultats et remise des trophées.

Spécifications applicables

- Au robot :
 - Sortir automatiquement d'un module de transport (MODIS).
 - Aller récupérer un objet spécifié (cible) de façon à permettre son identification et sa localisation, mais placé en un point inconnu du terrain d'évolution.
 - Se saisir de la cible et venir la déposer à proximité du module dans une zone de récupération spécifiée de façon à permettre son identification et sa localisation (à proximité du module).
 - Se déplacer dans un environnement spécifié : terrain d'évolution (nature, dimensions,...), avec la présence d'obstacles caractérisés en forme, dimensions, couleur, mais avec une position inconnue.
 - Être réalisé en utilisant des constituants imposés.
 - Respecter un gabarit maximal compatible avec le stockage dans le module.
 - Être autonome en énergie et pour le guidage.
 - Effectuer la mission en moins de 3 minutes.
 - Être apte à la maintenance.
- Au concours :
 - Répondre aux phases de RAO et de Développement.
 - Réaliser un exemplaire du robot.

- Participer à la phase finale de présentation du dossier et du robot.
- Concourir contre les autres équipes (être capable de réaliser jusqu'à 5 missions successives).
- Réaliser chaque mission le plus rapidement possible.

Équipes participantes

- INSA Toulouse, Génie des Systèmes industriels :
 - Marc Budinger (réfèrent),
 - Nicolas Albarello, (chef de projet), Thomas Ehlinger, Ittoo Roy.
- Master Ingénierie de Systèmes en Electronique, Electrotechnique, Automation, Productique et Réseaux, Université de Nancy :
 - Jean-Philippe Georges (réfèrent),
 - Ouarda Hamadi (chef de projet), Joseph Luccisano, Jérémy Robert.
- Master mécatronique de l'Université de Franche-Comté :
 - Eric Bonjour (réfèrent),
 - Olivier Bauer (chef de projet), Pierrick Munerot, Mokrane Boudaoud, Othman Meslouh, Jean-Baptiste Gallat, Mathieu Tutinetti.
- ESIAL Nancy :
 - Hervé Panetto (réfèrent),
 - Jean-Marie Prioul (chef de projet), Tristan Parisot, Christophe Meyer.

Perspectives pour les participants

- Pour l'équipe de MOA (équipe mixte d'adhérents AFIS des communautés industrielles et enseignantes) :
 - Travail collectif en équipe projet sur les phases de faisabilité, de RAO et de Développement.
 - Optimisation du phasage et du choix des points clés d'un projet.
 - Elaboration d'un référentiel de consultation (préparation de la phase de RAO).
 - Participation au dépouillement de dossier de RAO.
 - Ajustement d'un référentiel de développement en fonction des résultats de la phase de RAO.
 - Elaboration d'un référentiel de développement.
 - Participation à l'évaluation de dossier de développement.
 - Organisation « industrielle » de l'évaluation opérationnelle finale (prise en compte des contraintes de réalisation et de logistique industrielle).
- Pour les équipes de concurrents (étudiants en Ecoles d'ingénieurs ou en Universités) :
 - Appréciation de l'impact du dossier sur la qualité du produit réalisé.
 - Vision globale des processus, activités et livrables en RAO et en Développement : fournitures de prestations intellectuelles, de dossiers et de produits, participation à une évaluation opérationnelle.
 - Sensibilisation sur quelques thèmes majeurs :
 - Management de l'ingénierie
 - Management d'un projet pour les phases de RAO et de développement
 - Intégration de l'ingénierie de soutien à l'exploitation à l'ingénierie du système à réaliser
 - Maintenabilité d'un système
 - Maîtrise des risques projet et des risques produits
 - Structuration du dossier de définition
 - Maîtrise de configuration et traçabilité des documents et des produits
 - Optimisation des coûts
 - Relations entre Plan Justificatif de Définition (PJD) et Dossier Justificatif de Définition (DJD) : attendus et contenus
 - Attendus et intérêts de la V&V de l'ingénierie et de l'IVV(Q) d'un produit

Evaluations

Les évaluations des dossiers de RAO et de développement ont été faites par un jury composé de Vincent Chapurlat, David Gouyon, Jean-Claude Tucoulou et Jean-Pierre Meinadier.

Critères d'appréciation des réponses à appel d'offres

EVALUATION DU DOSSIER DE RAO	Barème
Dossier : Référentiel des exigences	1
Dossier : Présentation de la Solution	1
Dossier : Justificatif des Choix d'Architecture	1
Dossier : Plan Justificatif de Définition	1
Dossier : Dossier d'Aptitude à la Maintenance	1
Dossier : Macro Plan de Management	1
Mise en œuvre des méthodologies d'Ingénierie Système	1,5
Mise en œuvre des outils d'Ingénierie Système	0,5
Caractère innovant de la solution	1
Propositions d'aménagements du CdC	1

Critères d'appréciation des dossiers de développement

EVALUATION DU DOSSIER DE DEVELOPPEMENT	Barème
Référentiel des exigences	/20
Présentation de la solution retenue	/40
Description détaillée de la solution	/10
Spécifications Techniques	/10
Architecture fonctionnelle détaillée	/10
Architecture Organique détaillée	/10
Dossier de Définition	/30
Dossier Justificatif de Définition	/30
Plan d'IVVQ	/20
Dossier d'Etudes de Maintenabilité et de Définition de la Maintenance	/20
Dossier d'Etudes	/5
Plan de maintenance	/5
Fiches de maintenance	/5
Validation du plan de maintenance	/5
Plan de management	/30
Gestion et Suivi de projet	/7,5
Pilotage par la Qualité, les Coûts, les Délais	/7,5
Plan de Management des risques	/7,5
Suivi des coûts produit au cours du développement	/7,5
Qualité rédactionnelle du dossier	/10

Résultats de la compétition

Équipes	UHP Nancy	ESIAL	INSA Toulouse	Mécatronique Besançon
RAO	1 ^{er} ex	4 ^{ème}	3 ^{ème}	1 ^{er} ex
Développement	3 ^{ème}	4 ^{ème}	1 ^{er}	2 ^{ème}
Evaluation opérationnelle	Non validé	Non validé	Non validé	Non validé
Global	3 ^{ème}	4 ^{ème}	1 ^{er}	2 ^{ème}

■ Les notes obtenues pour le dossier de RAO et le dossier de développement sont cohérentes : une phase de RAO bien maîtrisée et complète est une garantie de maîtrise du développement. Il faut noter, que l'écart sur les notes obtenues par les trois premiers du classement, en phase de RAO comme en phase de développement, est très faible, respectivement 1% et 2%.

■ La validation en évaluation opérationnelle devait correspondre aux résultats des compétitions faites en séance plénière. Aucune équipe n'ayant été en mesure de conduire la mission complètement et dans le temps imparti, le classement a donc été établi uniquement sur la base de l'appréciation des dossiers de développement.

Faits marquants à retenir

■ Globalement, pour la RAO, comme pour le développement, il y a eu de la part de chaque équipe une vraie démarche d'ingénierie système sur une majorité de processus et d'activités, qui a bénéficié aux documents fournis et au produit. Le pilotage du développement a systématiquement fait l'objet d'une activité de management de projet pertinente et bien adaptée (identification, répartition et enchaînement des tâches, maîtrise des délais, suivi des coûts).

■ Pour la première fois cette année, pendant la phase de préparation de la RAO et pendant celle de développement, il y a eu des contacts et des échanges assez réguliers entre les équipes concurrentes et l'équipe de MOA, pour apporter des précisions sur les référentiels fournis, pour demander des conseils sur les méthodologies à utiliser, pour étudier les possibilités éventuelles d'amendement des documents contractuels, comme dans une vraie relation Client-Fournisseur ou MOA-MOE.

■ Bien que très complets, les référentiels d'exigences ont souffert du manque de précision apportée à l'analyse des 2 scénarios principaux d'emplois, dans l'environnement nominal (une mission à réaliser sur la planète) et l'environnement d'évaluation (jusqu'à 5 missions à réaliser sur le plateau d'essais).

■ Les exigences de maintenabilité et en conséquence le besoin de testabilité ont été parfaitement pris en compte à la fois dans le référentiel d'exigences applicable au robot, mais aussi tout au long des travaux de définition et de justification. Par contre les possibilités différentes de testabilité et de réalisation d'opérations de maintenance en fonction des contraintes applicables, en environnement nominal et en environnement d'évaluation, n'ont pas été distinguées.

■ L'ensemble des dossiers fournis traduit un approfondissement bien plus important que pour les concours antérieurs.

■ Relativement aux années précédentes, les dossiers de définition étaient très complets et permettaient une très bonne maîtrise de l'assemblage du produit et de sa reproductibilité. Néanmoins un oubli « habituel » majeur, commun aux quatre équipes, était que la nomenclature n'incluait pas cette année encore le logiciel. L'article logiciel n'était ni géré en configuration, ni documenté, alors que celui-ci avait évolué de façon continue pendant le développement et la mise au point du robot.

■ Malgré leur apparente ressemblance, les quatre solutions proposées, bien qu'utilisant des composants pris dans le même ensemble constituant le kit fourni par la MOA et devant répondre au même CdCf, présentaient à la fois des architectures générales et des choix de définition au niveau sous-ensembles relativement très différents.

■ Les quatre solutions proposées étaient globalement viables, mais nécessitaient encore d'importantes mises au point. Les vérifications et la validation constructeur ont été insuffisantes pour identifier les améliorations et la fiabilisation à apporter, ce qui explique la non réussite en évaluation opérationnelle :

■ Une stratégie de déplacement et de localisation pas toujours bien établie et insuffisamment validée.

■ La non prise en compte de l'influence des dispersions des caractéristiques des capteurs.

■ Sur les entrées extérieures sonores et lumineuses et sur les identifications d'obstacles ou de couleur, pas de redondance, ni sur la détection, ni sur le traitement du signal.

■ Pas ou peu de vérifications et de validations à des niveaux intermédiaires d'intégration du système, mais une validation essentiellement réalisée sur le système complet.

■ Avant tout, nous avons constaté que la principale difficulté rencontrée a été le manque de temps et de moyens disponibles pour réaliser globalement une validation complète, dans un environnement réellement représentatif de celui spécifié pour l'évaluation opérationnelle.

■ Pour toutes les équipes, le projet RobAFIS a été un projet de plus s'ajoutant aux programmes de formation et aux autres projets d'étudiants déjà très chargés. Malgré ces conditions, il faut insister sur le travail très complet et de grande qualité qui a été réalisé aux niveaux études et développement, traduisant l'intérêt pédagogique porté et les compétences mises en œuvres par les étudiants.

■ En situation de relations réelles contractuelles entre une MOA et des industriels, nous aurions ouvert la possibilité à chaque fournisseur de revoir et représenter sa solution, après amélioration, dans un délai donné, et de participer à une nouvelle évaluation opérationnelle. Ni l'organisation du forum et du concours, ni la disponibilité des étudiants, ne permettaient d'envisager cette possibilité.

Support et financement du concours

■ L'organisation de ce concours, ainsi que l'équilibre de son budget (pour couvrir notamment les coûts relatifs aux matériels, aux kits robots, aux inscriptions des membres des équipes participantes au forum, aux récompenses des équipes, retransmission vidéo, ...), ont été rendus possibles grâce au support de l'Ecole des Mines d'Alès et de l'incubateur d'entreprises Innov'Up commun à la CII de Nîmes et à l'EMA.



Robot Esial Nancy



Robot INSA Toulouse



Robot Mécatronique Besançon



Robot UHP Nancy



Ci-dessus :

Les robots compétiteurs (extraits des dossiers de développement des équipes candidates).

Ci-contre :

Fin de préparation des plateaux pour l'évaluation opérationnelle devant un auditoire attentif et impatient.

Conclusions

Afin de tirer les enseignements à retenir de RobAFIS 2008 pour préparer les prochaines éditions de ce concours et en améliorer le déroulement, nous devons exploiter les points suivants :

- La qualité des travaux d'ingénierie réalisés par les quatre équipes d'étudiants conforte le choix de l'AFIS d'intégrer au concours une composante originale portant sur la mise en œuvre de savoir faire et de méthodologies d'ingénierie système, à condition de limiter l'ampleur des travaux à réaliser par les concurrents et de réduire le temps et les ressources à y consacrer et la durée de l'opération.
- Le concours fournit un excellent support pédagogique à une mise en œuvre globale de l'ingénierie système, sur l'ensemble du cycle de vie d'un produit, clarificateur des formations suivies par les étudiants ; il est souhaitable de maintenir cette vision.
- A contrario, la complexité du problème posé et la quantité de travaux à conduire rend la participation au concours de moins en moins compatible avec les cursus d'enseignement suivis, au vu du constat de manque relatif de disponibilité des équipes inscrites et du nombre réduit d'Ecoles et Universités prêtes à relever le défi proposé. Nous devons, par des choix d'organisation, faciliter l'inscription d'un plus grand nombre d'équipes et générer une charge de travail plus raisonnable, en redéfinissant les objectifs et en reformatant le concours. L'exploitation du retour d'expérience de l'édition 2008 est dès maintenant prise en compte comme un projet prioritaire du CT Formation et Compétences pour l'organisation de RobAFIS 2009.
- Les concurrents 2008 ont, sur le coup, assez mal vécu l'échec apparent lors de l'évaluation finale, devant un public de « spécialistes de l'IS » et ont momentanément oublié tout ce que cette opération leur avait apporté et leur avait permis de démontrer en terme de capacité à mettre en œuvre de bonnes pratiques d'ingénierie système et de management de projet. Nous avons aussitôt veillé à relativiser ce résultat, en faisant ressortir le caractère globalement positif de leur participation, ceci sans omettre de se poser la question : qui, parmi les participants industriels présents au forum, pouvait avoir la prétention de n'avoir jamais connu une telle situation lors d'une évaluation par un client ? Il faut retenir, qu'en cas de non réussite d'une majorité ou de l'ensemble des compétiteurs, le MOA est souvent obligé de donner la possibilité de revoir le produit présenté, afin de permettre d'en améliorer la définition et de réussir la démonstration. Cela n'avait pas été prévu dans le contexte de ce concours.
- Des échanges qui ont eu lieu avec les étudiants après la compétition, il ressort qu'en général, si l'enseignement de l'IS aborde assez correctement les problématiques de la gestion des exigences et de l'architecture des systèmes, il ne traite pas ou très peu de l'IVV du système, ni de la logique et des méthodologies à y associer. Les travaux réalisés pour rédiger la nouvelle version de Découvrir et Comprendre l'IS nous ont permis de prendre conscience aussi que ce sujet n'avait été que peu abordé jusqu'à maintenant à l'AFIS par les GT, y compris par le GT IVVQ, et qu'il faudra savoir le faire prendre en compte par le ou les CT concernés.

RobAFIS cherche à répondre à plusieurs objectifs pas obligatoirement cohérents, à intéresser des publics avec des attentes différentes, avec des contraintes pas toujours compatibles :

- Permettre aux étudiants de démontrer leur capacité à répondre au challenge technique proposé, tout en démontrant la maîtrise d'un savoir faire en ingénierie système et de rencontrer et d'échanger avec des représentants du monde industriel, plus largement impliqués dans le jury du concours ou présents lors de la compétition finale.
- Participer à l'image des établissements d'enseignement en compétition et à celle de l'AFIS pour le service qu'elle cherche apporter aux communautés enseignantes et industrielles.
- Proposer une animation ludique dans le cadre du forum, devant un auditoire pouvant être critique.

RobAFIS 2008 a cherché une fois de plus à satisfaire au mieux ce difficile compromis et pour ceux qui seraient réservés, nous vous invitons à lire ou à relire ci-après, ce que la presse régionale a, avec un peu de recul et beaucoup d'humour, retenu de l'opération.

Quand la presse régionale se fait l'écho de RobAFIS : « Sciences : quand les grosses têtes jouent aux enfants » (Le Midi Libre du 4 décembre 2008)

« Les étudiants d'université et des grandes écoles en ingénierie système font un concours national de robot chaque année. La finale avait lieu hier à Nîmes.

C'est face à un parterre d'universitaires, de chercheurs et de représentants de grandes entreprises (industrie spatiale, aéronautique, automobile, nucléaire...) que les élèves ingénieurs jouent aux enfants tous les ans. Avec de drôles de robots réalisés au moyen de pièces de la marque Lego vendues dans le commerce, excepté le capteur de couleur. Pour la finale 2008 qui s'est disputée hier à Nîmes, dans les locaux de l'école des mines d'Alès, le but du jeu était le suivant : le module lunaire vient de se poser. Le robot en descend et se met à la recherche d'un échantillon de roche, symbolisé par une balle de couleur rouge, dont il doit se saisir pour le déposer au pied du module. Des obstacles ont été disposés pour pimenter les choses.

Le concours s'est disputé en plusieurs manches, en face à face. Il y avait "Know Now" (dit Nono), le robot des représentants du master mécatronique de Besançon, "Casse cou", pour l'Insa de Toulouse, "Eisal Bot", pour l'Esial de Nancy et "Wall-i" pour l'UHP de Nancy. La crème des robots. La crème des étudiants. Huit mois de boulot. Pas pour fabriquer et programmer les Nono (deux mois ont suffi), mais pour monter le dossier d'étude, le définir, le justifier, les essais de validation, mettre au point les concepts méthodologiques, y compris sur la maintenance et l'économie d'énergie. Un truc de "oufs".

Au signal, les futurs assembleurs de systèmes complexes ont lâché les fauves. Et on a beaucoup ri. Mais d'un rire connaisseur, bienveillant, admiratif. Avec, parfois, de l'ironie, tant c'était drôle. En effet, les robots n'en ont fait qu'à leur tête. Têtus comme des mules. Ils se sont tour à tour bloqués, en boucle logique (« à réfléchir à rien »), ce qui est arrivé à de vrais robots sur la lune, quand même. Il y en a un qui n'a pas réussi à descendre du module lunaire.

Un autre y est remonté pour s'y coincer sans raison. Nono s'est renversé. Ses copains sont tombés du plateau... L'enfer ! « On ne sait jamais ce qui va se passer », explique l'organisateur du concours, Vincent Chapurlat, professeur et chercheur à l'école des Mines d'Alès. Mais le tout s'est fini dans un tonnerre d'applaudissements. »