

# Gesi

N°90 // DÉCEMBRE 2017 // 36<sup>e</sup> ANNÉE



## Actes du colloque de Calais

CALAIS - Hôtel de Ville

REVUE DES DÉPARTEMENTS DE GÉNIE ELECTRIQUE & INFORMATIQUE INDUSTRIELLE

# édito



Pour tout savoir sur l'histoire de GeSi, consulter le site : <http://www-old.brive.unilim.fr/gesi/>

Merci à l'équipe de Brive pour ce beau travail.



## **Le colloque GEII 2017 à Calais, c'est NOTRE PROJET.**

*LE COLLOQUE, c'est une super opportunité, qu'on nous disait, surtout le PACD pour inciter un département à l'organiser. "Tu verras ça soude une équipe et plein d'autres arguments incitatifs."*

*A chaque assemblée des chefs de département, on nous montre la liste de ceux qui ne l'ont pas encore organisé. Alors en voyant notre ville, on se sent un peu coupable. On retourne dans son département, comment vais-je m'y prendre pour entraîner les collègues dans cette aventure ? Finalement cela n'a pas été difficile de les convaincre. On pose notre candidature.*

*Bon, au début, c'est sympa l'organisation du colloque, c'est dans 8 mois, on se réunit, on boit un coup, on se réunit encore et on reboit un coup (on a une réputation), mais plus l'échéance arrive, plus le stress monte. Viennent les sueurs froides, pour nous ce fut le budget puis l'homologation du matériel électrique pour les exposants deux semaines avant le colloque.*

*Arrive le début du colloque et là on ne dort plus, on a toujours peur que quelque chose ne se passe pas comme on l'avait prévu. Miracle, tout se passe bien. Bon finalement après coup, ce fut une super expérience comme on nous l'avait dit (un peu plus haut dans le texte).*

### *Petits rappels :*

*Après la conférence sur l'Ubérisation de la société, les visites du patrimoine calaisien, de la société Alcatel, d'Eurotunnel et de la Cité de la Dentelle et de la Mode se sont déroulées sous le soleil.*

*Nous avons réussi à attirer une trentaine d'exposants (nombre en baisse). Ils ont bien apprécié les conditions pour l'installation de leurs stands dans le hall de l'IUT ainsi que les créneaux réservés aux ateliers en fin de jeudi après-midi. Peut-être à refaire.*

*Étant donné le temps magnifique, un stand fut très visité par les collègues et les exposants, la POMPE À BIÈRE. Cela a tellement bien marché que nous avons failli être à court. Le défilé de mode lors de la soirée de gala fut également un moment très apprécié.*

*Un grand merci aux animateurs des commissions. Celles-ci sont la raison d'être de notre colloque. Elles sont l'occasion de débats et servent à diffuser dans les départements des idées, de nouvelles propositions d'enseignement mais aussi à évoquer les difficultés rencontrées pour motiver nos étudiants.*

*Comment impliquer nos étudiants ? Il suffit d'organiser un colloque, ils sont presque tous partants. Je tiens à les remercier pour leur aide. A ces remerciements, j'ajoute le personnel administratif et technique de l'IUT ainsi que les collègues du département.*

*Patrick, on te passe l'enclume et on te souhaite ainsi qu'à ton équipe un grand et joyeux colloque 2018 sous le soleil de Nîmes.*

*Le colloque 2017 de Calais... c'était notre projet !*

*Luc DUVIEUBOURG*



Revue des départements Génie Électrique & Informatique Industrielle des Instituts Universitaires de Technologie  
Directeur de la publication : Philippe Lavallée - Responsable du comité de rédaction : Gino Gramaccia - gino.gramaccia@u-bordeaux.fr  
Comptabilité : Monique Thomas  
Comité de rédaction : Christian Pécoste - IUT Bordeaux, Florence Hénon IUT de Chartres  
Impression : Imprimerie Laplante - 3, impasse Jules Hetzel - 33700 Mérignac - Téléphone : 05 56 97 15 05 - e-mail : pao@laplante.fr  
Crédit photos : GettyImages - Dépôt légal : Décembre 2017 - ISSN : 1156-0681

# sommaire

- Édito de Luc DUVIEUBOURG p 3
- Édito de R. ALABEDRA (1990) p 5

## ACTES DU COLLOQUE DE CALAIS

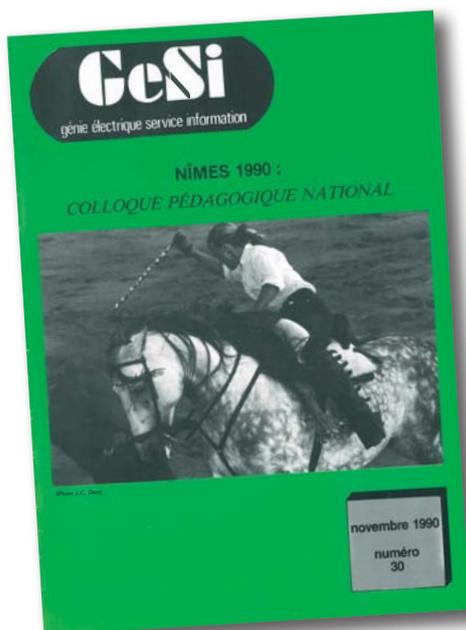
- **Commission 1 : Eustache de St Pierre & Andrieu d'Andres**  
**Apprentissage actif - Nouvelles pédagogies** p 6  
*Patrice GUILLERM (Cherbourg) / Fabien NEBEL (Tours)*
- **Commission 2 : Compte-rendu de la commission Pierre Wissant** p 9  
*Florence HENON (Chartres) / Isabelle RINGOT (Calais)*
- **Commission 3 Jean d'Aires & Jean de Fiennes**  
**Robotique mobile** p 10  
*Denis POMORSKI (IUT A Lille 1) / Christophe BOUCHER (IUT du Littoral Côte d'Opale)*
- **Retour en images sur le Colloque de Calais** p 12  
*Photos de Denis THIERRY*

## SCIENCES & TECHNOLOGIES

- **Une carte microcontrôleur pour l'Informatique Industrielle** p 16  
*Bruno LARNAUDIE, Sylvain CASTANET, Agnès PRIOU, Gilles RAYNAUD, Hugues ANGELIS (IUT de CACHAN)*
- **Du nouveau chez les robots** p 21  
*Hugues ANGELIS (IUT de CACHAN)*
- **Un "Serious Game" pour enseigner l'informatique industrielle** p 24  
*Laurence PERRIER, Serge BOUTER, Luis TAVARES, Daniel CASQUINHA*
- **Devoir de vacances : effet Joule et/ou rayonnement ?** p 28  
*Gérard COUTURIER (Retraité GEII, IUT Bordeaux) / Hervé RICARD (Recyclé GEII, IUT d'Evry)*

## HORIZON SCIENCES HUMAINES

- **Les compétences transversales de la communication pour un DUT GEII au service de l'entreprise du futur** p 32  
*Florence HENON (GEII Chartres)*
- **Quelle place pour le robot dans le monde des hommes ?** p 35  
*Guillaume GUEGAN (Université de Toulouse)*
- **La pédagogie par projet en 2<sup>e</sup> année GEII, retour sur expérience** p 39  
*Vrignat PASCAL, Jean-François MILLET, Avila MANUEL, Duculty FLORENT, Stéphane BEGOT, Christophe BARDET (Université d'Orléans)*
- **Parution d'un ouvrage** p 41  
*Jean-Paul BÉCAR (IUT de Valenciennes) et Lionel GARNIER (ESIREM de Dijon)*
- **Un message de Rémy GOURDON** p 42



## Colloque de Nîmes - 1990

### Actualité de la mémoire : Éditorial du GeSi numéro 30

#### Réflexions sur l'après colloque pédagogique de Nîmes

*Entre la parution du GESI numéro 28-29 de mai 1990 et le présent numéro, l'Allemagne est réunifiée avec déjà comme résultat un premier bilan mensuel du commerce extérieur excédentaire malgré le fardeau de l'industrie obsolète de la défunte RDA. Donc vous constatez et vous en conviendrez avec moi, une évolution rapide de l'espace géopolitique européen déjà soulignée dans l'introduction de l'éditorial précédent. Le pourquoi de cette réflexion est tout simplement qu'il doit exister une relation importante entre un commerce extérieur positif et le système éducatif. A preuve du contraire, de bons techniciens et ingénieurs font de bonnes machines. Or, les techniciens et ingénieurs allemands ou hollandais à niveau égal sont plus vieux que nos étudiants et on leur laisse « assimiler » le même programme scientifique que celui de nos étudiants sur un laps de temps plus grand. Nous sommes donc les meilleurs et nous avons un commerce extérieur déficitaire, ils sont mauvais et ils ont un commerce extérieur excédentaire.*

*En outre nous avons besoin de plus en plus d'ingénieurs et l'on propose comme pour le Beaujolais « l'ingénieur nouveau » estampillé Descomps. Tous les établissements, des écoles d'ingénieurs traditionnelles aux universités en passant par les chambres de commerce se lancent dans ce type de formation. Et vous me direz alors quelle est la place de nos départements de GEII avec leur programme dans cette nouvelle formation ? Je vous répondrai, mon cher Monsieur, quasiment nulle ou dans le meilleur des cas une toute petite place en promettant une soumission complète aux campus universitaires puisque dans le rapport Descomps il est fortement indiqué de ne pas transformer nos IUT en Fachhochschule. Nous devenons ainsi une préparation déguisée pour nos étudiants en poursuite d'études pour cette nouvelle filière.*

*C'est dans ce contexte que les quatre commissions du colloque pédagogique de Nîmes ont travaillé en tenant compte des trois contraintes énoncées dans le précédent éditorial. Les trois premières commissions, électronique, automatique et électronique de puissance ont reconnu l'importance de l'électronique analogique comme indispensable à la formation de nos étudiants. La quatrième commission sur les expériences européennes des GEII a souligné, quant à elle, la flexibilité et la dimension humaine des formations de nos voisins.*

*En essayant de satisfaire aux exigences suivantes :*

- poursuite d'études
- besoins de l'industrie
- dimension européenne de notre enseignement
- durée 2 ans en y incluant les 2 mois de stage

*Les trois commissions dites « techniques » ont proposé des programmes pédagogiques en prenant inconsciemment comme base de départ un étudiant présentant quelle que soit l'origine de son bac les caractéristiques suivantes :*

- résistant à 32-35 heures de présence au département
- possédant un temps d'assimilation rapide
- ayant un profil théorique pour les poursuites d'études et technique pour l'industrie
- mobile et parlant l'anglais pour le profil européen
- passant de l'analogique au numérique instantanément
- supportant le contrôle continu sans tomber dans le piège du bachotage, etc.

*On pourrait continuer longtemps la liste des qualités de cet homo sapiens abstrait, fruit de nos programmes pédagogiques, programmes qui s'abattraient sur un homo sapiens bien réel celui-là issu directement des bacs C, D, E, F2 et F3. Ainsi nous obtenons avec des étudiants plus brillants que ceux de nos voisins européens une balance du commerce extérieur chroniquement déficitaire et nous laissons les Fachhochschule aux Allemands en se demandant, M. Descomps, qui, d'eux ou de nous relèvera le prochain défi de l'industrialisation de l'Europe tout entière (Est compris).*

*En conclusion, je constate, amer, que nous nous cramponnons à nos deux années d'IUT entraînant de ce fait une non reconnaissance européenne du DUT. Notre système IUT se trouve donc figé malgré les troisièmes années déguisées sous le label Diplôme d'Université. Les programmes pédagogiques auront de plus en plus de mal à tenir en deux ans et j'en suis, avec colère, à souhaiter que les progrès techniques n'aillent pas trop vite pour ne pas atomiser ces mêmes programmes et pour avoir encore en face de moi des étudiants à dimension humaine.*

R. ALABEDRA - GEII Nîmes  
Chef du département GEII Nîmes

## ACTES DU COLLOQUE DE CALAIS

# Commission 1

## Eustache de St Pierre & Andrieu d'Andres

## Apprentissage actif - Nouvelles pédagogies



Patrice GUILLERM (Cherbourg) - patrice.guillerm@unicaen.fr  
Fabien NEBEL (Tours) - fabien.nebel@univ-tours.fr

*Le but d'un dispositif de formation, c'est à dire la mission des enseignants est d'amener le plus grand nombre d'étudiants à atteindre durablement et dans un laps de temps proche de la durée normale des études les objectifs visés par le PPN de GEII. Oui mais comment ? Les étudiants ont changé et pour beaucoup d'entre nous, c'est devenu difficile d'enseigner. Certains enseignants ont donc décidé d'expérimenter de nouvelles méthodes pédagogiques. Ils ont suivi des formations, ils sont passés à l'acte. Cette commission leur a donné la parole : le positif comme le négatif, ont été présentés !*

### Exposé 1 : Mise en situation, rappel de la problématique

Fabien NEBEL (IUT Tours) fabien.nebel@univ-tours.fr  
Patrice Guillerm (IUT Cherbourg) patrice.guillerm@unicaen.fr

Dans ce premier atelier, qui a réuni une soixantaine de collègues, nous avons cherché à introduire la notion d'apprentissage actif, donc basé sur l'implication des étudiants en exploitant la technique du post-it ! Répartis en 12 groupes de 6 et organisés pour un travail collaboratif (animateur, maître du temps et secrétaire) nous avons mené une réflexion collective et active sur les causes de l'échec des étudiants, l'évaporation, le recrutement, notre rôle et notre mission en tant qu'enseignant.

## A l'issue de cet atelier, deux constats ont principalement été faits

Le premier est le caractère critique des premiers mois de la formation. C'est le moment qui a le plus d'impact sur la réussite car une fois un étudiant démissionnaire... on ne peut plus le faire réussir ! Il faut donc être particulièrement vigilant aux contenus présentés dans les premières semaines. Le second constat est que le principal challenge qui s'impose à nous est la réussite des bacheliers STI 2D. Nos efforts doivent donc porter spécifiquement sur ce profil d'étudiants, sans pour autant renoncer à développer de solides compétences scientifiques. Le power point proposé sera disponible sur le site de l'ACD.

### Exposé 2 : les maths... ils ont suivi la formation FA2L ou pas. Des initiatives à reproduire

Sébastien Godmuse (Caen) sebastien.godmuse@unicaen.fr  
Nadia Teillac (Brive) nadia.teillac@brive.unilim.fr

Nadia Teillac ayant suivi un cycle complet de formation pédagogique à l'APP et au tutorat nous a invité à vivre l'expérience de l'intérieur... au sens propre et au sens figuré.

#### Vivre une expérience d'apprentissage actif en tant qu'étudiant !

C'est ce qu'ont vécu les participants à la commission en se retrouvant par groupes de 6 avec de nombreuses revues photo, de la colle, des ciseaux, une feuille format A2 et l'étrange consigne (qui ne sera pas répétée !) : « allez-y ! ». Les réactions ne se font pas attendre : « qu'est qu'on doit faire ? », « on ne peut pas travailler sans consigne précise ! », « il doit falloir faire une œuvre d'art ? », « bon tentons quelque chose parce que dans 10min il faudra présenter ! » etc... Qu'a mis en évidence l'exercice ? Une expérience intérieure pour chacun des participants : l'émotion de l'étudiant qui ne comprend rien à la consigne. Pourquoi ? Parce qu'elle était (volontairement) implicite, comme c'est souvent involontairement le cas dans nos cours car nous considérons une partie des consignes comme allant de soi... La question est posée : comment réussir sans moyen de décodage de l'attente de l'enseignant ? Constat : nos étudiants possèdent de moins en moins les outils de réussite à l'université... Le stress que cela produit les mène bien souvent au décrochage, puis à la réorientation, ce qui est un échec pour eux... et surtout pour nous.

**« Résumé » d'une expérience intérieure d'étudiant.**

Voici la liste des émotions mentionnées par les collègues sur les post-it suite à cet exercice : satisfaction, précipitation, excitation, contraints, destabilisé, « je perds mon temps », dissidence, « peur du ridicule », fierté, solitude...

**Quelques ressentis des enseignants ayant utilisé la technique pédagogique qu'est l'apprentissage par petits groupes tutorés (APP).**

Premièrement ces techniques pédagogiques font que la quantité de matière présentée à l'étudiant est moins étendue, mais la rétention est meilleure. Deuxièmement il apparaît que l'enseignant dans son rôle de tuteur doit prêter une attention majeure aux émotions des étudiants... d'où la nécessité d'une formation ad-hoc. Troisièmement, une fois la formation suivie, l'investissement pour se lancer dans cette approche pédagogique n'est pas si important qu'on pourrait le craindre, et est compensée largement par le plaisir d'en voir les effets sur les étudiants.

**Exposé 3 : installation, cout, déploiement, stratégie, formation :**

Jean Yves Chambrin jean.yves.chambrin@iut-tarbes.fr

**Quelles étapes pour mettre en place l'APP dans un département ?****1 – La formation**

Elle permet d'abord de faire des rencontres de gens passionnés, c'est un des moteurs de l'investissement. Et lorsqu'elles sont efficaces et conséquentes (environ 3 semaines étalées sur deux ans) les retombées positives sont systématiques.

**2 – Le contexte financier**

Aujourd'hui le ministère investit lourdement pour aider à la mise en œuvre des pédagogies actives tant en termes de formation que de mobilier. Par exemple à l'IUT de Tarbe ont été créées deux salles communes aux départements mais destinées uniquement à l'APP, pour éviter qu'elle ne soit monopolisée par les autres cours. Un des avantages est que cela a piqué la curiosité des collègues. Le succès de ces deux salles laisse espérer la création probable de 3 autres dans l'IUT.

Quelques conseils concernant le mobilier pour l'APP : choisir de petites tables pour favoriser l'échange, des chaises à roulettes pour se déplacer rapidement, un tableau par groupe (par exemple 90 x 120), un PC pour mettre au point les compte-rendu, deux vidéo-projecteur (WIFI) dans la salle pour les phases de restructuration (amphi-inversé), un double tableau, la mise en réseau des ordinateurs pour la projection de n'importe quel poste de groupe au moment des mises en commun et enfin, très important, installer une acoustique absorbante si possible.

**Exposé 4 : Exemples de pédagogie active en Anglais :**

Benoit Obled benoit.obled@u-psud.fr

Il s'agissait aussi de vivre un APP de l'intérieur. Les assistants ont suivi un premier cours d'anglais de 55min tel que les étudiants le vivent. La encore les réactions émotionnelles des enseignants sont intenses et très proches de celles des étudiants.

**Quel est l'intérêt de ce type de pédagogie ?**

- favoriser au maximum la prise de parole de l'étudiant afin d'augmenter significativement son temps de pratique orale (pour mémoire la durée de prise de parole d'un élève sur son parcours secondaire dans des pédagogies traditionnelles est de 8min !);

- mettre en place une ambiance bienveillante essentielle pour l'apprentissage d'une langue : rassurer, dédramatiser l'erreur pour libérer la parole.

Quelles méthodes sont utiles en complément de cette forme pédagogique entièrement orientée vers l'expression orale ?

- l'utilisation de Moodle pour l'acquisition du vocabulaire
- l'apprentissage de la grammaire par touches, en s'appuyant sur les questions TOEIC
- pas d'analyse de texte, ou de façon exceptionnelle uniquement pour travailler la lecture
- l'utilisation du laboratoire de langue est très rare car le face à face atteint déjà l'objectif de la pratique orale
- pour l'apprentissage du phoning, pourquoi pas appeler directement avec son téléphone à l'étranger ?

**Exposé 5 : Analyse critique de l'APP 1 an d'expériences :**

Gilles Raynaud gilles.raynaud@u-psud.fr

Denis Pénard denis.penard@u-psud.fr

Jacques Olivier Klein jacques-olivier.klein@u-psud.fr

Patrick Ruiz patrick.ruiz@u-psud.fr

La séance commence par la projection d'un film de 16min de Patrice Guillerm, chef de département à Cherbourg. Ce film disponible sur Youtube décrit une expérience d'APP sur le semestre 1, dans le module SIN1, faisant la part belle à l'interview des étudiants. Le premier interview se situe en cours de semestre 1. Le second interview en début de semestre 3 après le retour des étudiants vers une pédagogie « traditionnelle ».

**Les conclusions des étudiants sont réalistes**

L'aspect positif est clairement la mise au travail, par contre ils regrettent une appropriation ralentie mais pleine des concepts

**La présentation qui a suivi la projection du film a exposé un exemple détaillé de mise en œuvre d'un APP, avec les éléments suivants :**

- un exemple de texte de mission (sur les machines à état): un texte motivant par le mystère ou la controverse
- un exemple d'emploi du temps de 6H par semaine incluant la partie pratique
- un exemple de rédaction des objectifs et modes d'évaluation de l'APP :
  - les acquis de l'apprentissage visés (AAV), que certains appellent les compétences
  - les critères de validation (grille critériée)
  - les ressources incluant les documents de référence
- enfin des statistiques de taux de réussite, très bonnes, ont été présentées

**Ci-dessous la FAQ de la fin de l'exposé :**

- Comment débloquent un groupe ? Il faut le guider sans jamais donner la solution
- Pourquoi pas ne pas avoir tenté un enseignement mixte ? L'APP est vraiment plus agréable pour l'enseignant, difficile de faire machine arrière une fois qu'on y a goûté
- Comment expliquer aux étudiants la méthode ? L'organisation des rôles est décrite en début de semestre
- Est-ce adaptable à tous les modules ? Oui
- Que répondre à celui qui exige que le prof donne la solution (« vous ne faites pas votre boulot ») ? Le contrat initial est que l'enseignant répondra toujours à une question par une autre

question, et que si des questions portant sur les objectifs pédagogiques de la mission subsistent, elles trouveront réponse à l'issue du problème lors de la mise en commun ou de la phase de restructuration (amphi inversé). Les étudiants doivent bien comprendre que l'objectif n'est pas d'atteindre le but de la mission, mais d'acquérir les acquis d'apprentissage.

- Comment structurer les acquis : il faut contraindre les étudiants, éventuellement par une évaluation, à créer un dossier de compilation des connaissances

active bouscule leurs certitudes et stimule leur créativité. Cette approche amène, en outre, à repenser la cohérence des objectifs d'apprentissage avec les activités et les évaluations.

Pour se lancer avec succès, trois conditions essentielles doivent être réunies : bénéficier d'un soutien institutionnel, se former et ne pas être isolé.

Des formations continueront d'être proposées au sein de la communauté GEii.

## Synthèse : Découvrez la pédagogie active

L'Apprentissage Par Problèmes (APP) en petits groupes tutorés alterne des périodes de travail en groupe et de travail individuel sur un problème concret, pour parvenir à des apprentissages disciplinaires et transversaux. Les bénéficiaires sont avérés en termes de motivation et d'autonomie des étudiants. De nombreux établissements l'ont adopté avec succès dans toutes les disciplines et les enseignants concernés y ont souvent redécouvert un sens à leur métier.

Des enseignements reposant sur l'APP ont été mis en place dans plusieurs départements GEii. Découvrez en quelques minutes une séance d'APP et des témoignages d'étudiants avec la vidéo suivante : <http://bit.ly/2yK6jyd>.

Du point de vue des étudiants, l'APP a modifié profondément la perception de leurs apprentissages et leur posture d'apprenant. Côté enseignants, la découverte des ressorts de la pédagogie

## Discussion : retour sur les exposés et bilan de la commission

Animation : Fabien NEBEL [fabien.nebel@univ-tours.fr](mailto:fabien.nebel@univ-tours.fr)  
Patrice Guillerm [patrice.guillerm@unicaen.fr](mailto:patrice.guillerm@unicaen.fr)



Photo mise à disposition par : Calais Promotion

# Compte-rendu de la commission Pierre Wissant Colloque GEII Calais 2017



Florence HENON (Chartres)  
Isabelle RINGOT (Calais)

Depuis 1989, la communication n'avait pas eu de commission spécifique dans un colloque national GEII, même si depuis 27 ans, la communication est intervenue dans diverses commissions GEII (projets, entre autre). Aussi, pendant ce temps partagé et apprécié par tous, nous avons écouté et débattu à la suite des présentations réalisées par nos collègues. Des expériences pédagogiques vécues en département, en passant par l'épopée du PPN 2013 menée par l'AECIUT et par l'expérimentation d'une recherche-action en SIC centrée sur les compétences, nous sommes enrichis au fil des heures et la symbolique du don et contre don s'est mise en place pour le plaisir de tous, simplement, naturellement. Nous profitons de ce compte-rendu dans le GESI pour remercier chaleureusement tous les collègues qui ont participé activement à la réussite de cette commission par leur présence, leurs témoignages et les échanges fructueux.

Nous nous sommes donc concentrés sur trois axes :

- la culture (Mathilde Nouailler, Véronique Aubert, Sylvie Auger),
- les processus d'apprentissage (Christian Mesnil)
- et la communication dans le PPN (Mathilde Nouailler, Florence Hénon).

Nous nous sommes interrogées, le premier jour, sur la place de la culture dans notre enseignement : comment en parler à nos étudiants ? Comment peuvent-ils se l'approprier ?

Comment leur faire comprendre que la culture est importante pour tous les humains, même pour un étudiant GEII ?

Un travail de pédagogie par projets, mené à Rennes par Mathilde Nouailler depuis deux ans, intitulé les Brigades d'Intervention Culturelles (BIC), qui permet de travailler différents axes du PPN (S1, S2, S3) autour de projets culturels (théâtre, littérature, réflexions et thématiques sociétales) nous a été présenté. Puis, il a été suivi par un binôme de communication française et anglaise de Tours, Sylvie Aubert et Véronique Auger, dans une approche pluridisciplinaire, pour donner du sens au monde technique et

aux apprentissages. Ce projet culturel s'étend sur les deux ans du DUT, avec un partenariat fort avec la ville et il touche à la fois les arts, l'atelier d'écriture et la création artistique. Puis, nous avons ensuite enchaîné, avec un collègue de Calais, Christian Mesnil, sur les interconnexions mémoire-vocabulaire et vitesse de lecture, un travail en collaboration avec le Docteur Javal de Lille. Comment les mécanismes de la mémoire et de la lecture permettent à l'humain de comprendre, d'apprendre et de mémoriser ? Quels sont les bons outils ? La première journée s'est terminée avec la présentation du projet Voltaire et le constat des entreprises face au niveau déplorable des candidats et des jeunes salariés. La position de l'Association des Enseignants de Communication en IUT s'est fait entendre car elle refuse de payer une société pour une certification alors qu'il existe des sites gratuits qui le font.

La seconde journée s'est centrée sur le PPN, passé et à venir. Mathilde Nouailler a expliqué le travail collectif, préparatoire et la genèse des fiches modules d'expression-communication pour le PPN 2013 avec un comparatif des 24 spécialités de DUT et le rôle de l'AECIUT. Puis, Florence Hénon a abordé les compétences SIC (définitions, savoirs, capacités) à partir d'un travail de recherche-action en communication organisationnelle, en partenariat avec des entreprises, clusters et pôle de compétitivité en vue d'établir un référentiel de compétences pour l'industrie du futur. Elle a exposé à la fois la mutation sociétale, le corpus, les humanités numériques, les compétences demandées par les entreprises, celles liées à l'entreprise du futur et elle a retenu 3 compétences générales qui pourraient peut-être intéressées le prochain PPN GEII.

Donc, en conclusion, nous pouvons dire que la communication au sein des départements GEII est dynamique et fait appel à la fois à la **créativité, à l'esprit critique et à l'interaction sciences humaines/sciences et techniques** : que du bonheur en partage pour l'industrie du futur !

# Commission 3

## Jean d'Aire & Jean de Fiennes

### Robotique mobile



Denis POMORSKI (IUT A LILLE 1)  
Christophe BOUCHER (IUT du Littoral Côte d'Opale)

La course vers l'industrie 4.0, la smart factory et la ville intelligente sont maintenant engagées (cf. GESI89, p.8). Dans le cadre des services à la personne, les robots font partie de notre quotidien. Dans l'industrie, la cobotique permet plus d'interactions entre l'Homme et le robot, en s'affranchissant notamment des barrières de protection. Le robot va limiter la pénibilité engendrée par certaines tâches ou va s'occuper de tâches à faible valeur ajoutée pour l'opérateur. L'Autonomous Intelligent Vehicle (AIV) élargit le champ de l'Automatic Guided Vehicle (AGV) par sa flexibilité, son évolutivité et son interaction avec l'Homme et avec son environnement immédiat. Notre diplômé GEII est au cœur de cette robolution.

Dans un premier temps, nous avons réalisé un état des lieux de l'enseignement de la robotique, et plus particulièrement de la robotique mobile, dans les départements GEII (§A).

Lors de cette commission, six présentations ont permis de prendre conscience de la diversité des approches contextuelles et conceptuelles de la robotique mobile (§B).

#### État des lieux

Un état des lieux de l'enseignement de la robotique en GEII a été réalisé. Il s'agissait de dresser un aperçu des pratiques des départements dans le domaine de la robotique, plus particulièrement dans le domaine de la robotique mobile. Nous avons aussi souhaité réaliser un recensement du matériel et des outils utilisés dans les différents départements.

31 départements ont répondu à cette enquête préliminaire (taux de réponse de 60%). Nous tenons à remercier les personnes qui ont pris le temps de répondre à cette enquête. Nous en présentons les principaux résultats.

Force est de constater qu'aucun des départements ayant souhaité renseigner l'enquête ne propose d'option et/ou de licence professionnelle robotique. A l'exception de :

- L'IUT de Rennes, qui au semestre 4, offre le choix d'une option « informatique avancée et robotique » avec la possibilité de poursuivre en licence professionnelle « mécatronique – automatisme et robotique » en lien avec des industriels comme ABB, BA Systèmes et bon nombre d'intégrateurs.

- L'IUT A de Lille a mis en place une option « énergie et systèmes automatisés » au semestre 4 uniquement et souhaite mettre en place une licence professionnelle dans le domaine de la robotique prochainement.

- L'IUT du Creusot, quant à elle, dispose d'une licence professionnelle « mécatronique et robotique ».

Les modules traitant de la robotique sont principalement les E.R. et les projets tuteurés. Certains départements ont mis en place des modules complémentaires autour de la robotique avec une prédominance de travaux pratiques.

Quatre départements ont développé un enseignement de robotique en lien avec une activité de recherche d'un laboratoire. Environ un tiers des enseignants sont en lien avec l'enseignement de robotique. Le matériel utilisé n'est pas mutualisé avec d'autres départements de l'IUT ou d'autres composantes de l'université. 15 départements participent à des concours/journées autour de la robotique, essentiellement au festival de robotique organisé par l'IUT de Cachan.

68% des départements répondants ont fait le choix de robots suiveurs de ligne ; 52% ont développé un robot « maison » ou utilise le robot proposé par l'IUT de Cachan. A noter que 20% des départements ont introduit un enseignement autour de l'utilisation de drones.

## Une grande diversité de matériels et de plateformes sont utilisées

NAO, Robotino, Roboquad, Turtlebot, Gamel, plateforme Lego Mindstorm, 3pi Pololu, conception « maison » à base de système Arduino... avec des budgets pouvant aller de quelques dizaines d'euros à 50 000€ la plateforme.

5 départements ont mis en place des plateformes holonomes<sup>1</sup> et 6 des plateformes différentielles<sup>2</sup> ; l'objectif principal étant de réaliser un évitement d'obstacles (78%), de la navigation (70%) ou de la localisation (40%).

<sup>1</sup> Un robot holonome est capable de se déplacer dans n'importe quelle direction, quelle que soit son orientation.

<sup>2</sup> L'entraînement différentiel est un procédé de commande pour un robot équipé de seulement deux roues motorisées. Ce couple de roues motorisées assure les fonctions de propulsion et de direction. Les autres roues, si elles existent, sont libres (roues folles) ou servent à l'équilibre du robot.

Les capteurs utilisés sont : le télémètre à ultrason ou à infrarouge (70%), l'odomètre et les balises (48%), la caméra (44%), l'accéléromètre (40%) et le gyromètre (35%).

Les systèmes de communication station de contrôle / robot mobile sont le Bluetooth (44%), le Wifi (31%), le Zigbee/Xbee (25%). 18% des départements répondants travaillent sur l'autonomie énergétique des robots.

Seuls 9% des départements répondants introduisent des notions de cobotique<sup>3</sup> dans leurs enseignements.

Le financement du matériel et des logiciels liés à l'enseignement de la robotique est essentiellement réalisé par le budget propre du département (91%) ou sous la forme de montage de projet(s) (29%).

## Les présentations/échanges durant la commission

Riches et de grande qualité, ces présentations ont permis d'échanger sur les pratiques des départements dans le domaine de la robotique mobile.

**- Présentation de M. Jérôme Laplace, directeur de Génération Robots : « La robotique : une matière et un outil d'avenir dans l'éducation ? »**

La robotique offre un vaste potentiel pédagogique dans les cursus scolaires de tous niveaux. En maternelle, le côté stimulant des robots captera l'attention des enfants et leur apprendra le travail en groupe ou le repérage dans l'espace, au niveau lycée ou supérieur, les plateformes robotiques peuvent constituer un simple prétexte pour l'apprentissage de la programmation ou de manière plus poussée, permettent aux étudiants de mettre en œuvre des connaissances multidisciplinaires au sein d'un projet. La plateforme Poppy (<https://www.poppy-project.org/fr/> en lien avec l'Inria Bordeaux – Sud-Ouest) a été présentée. Elle peut se décliner en :

- Poppy Humanoid – le robot phare du projet. 25 moteurs qui lui offrent une grande capacité de mouvement.
- Poppy Torso – version simplifiée de Poppy Humanoid.
- Poppy Ergo Jr – 6 moteurs.

Poppy est une plateforme robotique open-source avec sa bibliothèque python/snap. C'est un système modulaire/évolutif, basé sur la possibilité d'ajout de pièces 3D imprimables.

**- Présentation de M. Serge Reboul, de l'IUT du Littoral Côte d'Opale : « Développement de systèmes et traitements embarqués pour les drones : quels enseignements et métiers pour les étudiants de GEII ? »**

Le département GEII de l'IUT de Calais s'est doté d'un drone<sup>4</sup> dans le cadre des projets tuteurés<sup>5</sup> et des enseignements dans le domaine des systèmes embarqués et du traitement des données capteurs. L'objectif est de donner dans un premier temps de la matière aux projets tuteurés et d'envisager à terme le développement de modules d'enseignements spécifiques.

Le système embarqué multi-capteurs<sup>6</sup> du drone constitue un formidable cadre d'étude pour les matières enseignées en GEII. Il permet d'étudier la commande du système de propulsion, les radiocommunications qui lient le drone à la station sol, les capteurs de positionnement et le système embarqué qui s'appuie en général sur une architecture à base de processeurs ARM et d'un système linux pour une implantation en temps réel. D'autre part, le drone permet aussi d'introduire dans un enseignement moins classique (mais apprécié par les étudiants) la législation liée à son utilisation<sup>7</sup>, la planification de trajectoire et le pilotage.

L'ensemble de ces thèmes d'études, propres aux matières enseignées en GEII, et les connaissances liées à leurs implémentations dans le système du drone sont un atout pour l'insertion professionnelle des étudiants.

**- Présentation de M. Laurent Laval, de l'IUT de Villetaneuse : « Robotique et projet pluri-technologique : un retour d'expérience »**

Cet exposé a concerné l'exploitation d'un robot jouet (RoboQuad de la société WooWee) en tant que support de développement d'un projet pluri-technologiques (Module M3203 - Etudes et réalisation d'ensembles pluri-technologiques du S3). L'objet du projet est d'opérer une transformation du système de contrôle afin de commander le robot jouet, initialement télécommandé par infrarouge, à partir d'un téléphone mobile sous Android, d'une communication Wifi et d'un interfaçage (hardware) au robot via une carte Arduino et un shield wifi.

L'exposé a présenté à la fois l'organisation globale du projet, les principales problématiques techniques et quelques aspects de sa mise en œuvre (programmation réseau, communication infrarouge, développement d'interface sous Android, ...). Ce système est un bon outil de communication pour l'IUT, notamment lors des journées portes ouvertes.

**- Présentation de M. Samir Hachour, de l'IUT de Béthune : « Introduction de robots mobiles dans les enseignements de DUT GEII »**

L'automatique, et dans une moindre mesure l'informatique, sont parfois perçues par les étudiants comme des disciplines trop théoriques et abstraites. Afin de rendre leur enseignement plus concret et ludique, le département GEII de Béthune a introduit depuis 2 ans des robots mobiles dans ces modules, dans le cadre de projets et de travaux pratiques.

Le robot LEGO NXT est le premier robot que les étudiants de 1<sup>re</sup> année GEII-FI de Béthune utilisent afin d'illustrer le module d'informatique. Ce travail se réalise dans le cadre d'un projet tuteuré bloqué sur une semaine où les étudiants, en binômes, sont amenés à programmer leur robot de sorte à ce qu'il surpasse les robots de leurs camarades dans la réalisation de certaines missions (suivi de ligne, arrêt d'urgence, etc.). Le cadre convivial de ce projet permet aux étudiants de faire connaissance (en mixant les groupes) tout en s'initiant à la programmation.

En 2<sup>e</sup> année, des AR-drones servent de support aux Travaux Pratiques d'automatique. Les étudiants utilisent différentes lois de commande (P, PI, PID, etc.) pour asservir la position d'un AR-drone. Le drone est également utilisé dans le cadre de projets tuteurés de 2<sup>e</sup>me année pour, par exemple, suivre des objets détectés par la caméra ou contrôler un essaim de drones. Un groupe d'étudiants est par ailleurs chargé de leur maintenance.

En semestre 4, un cours de robotique mobile est proposé aux étudiants. Après une brève introduction générale sur la robotique mobile, le cours se focalise sur les robots mobiles terrestres avec une description des différentes plateformes existantes ainsi que les différents types de capteurs (proprioceptif et extéroceptif) qui peuvent équiper ces robots. Un focus est fait sur la partie vision. Ainsi une initiation au traitement d'images et à l'utilisation de la bibliothèque OpenCV est apportée aux étudiants. La partie pratique de ce cours fait appel à des wifibots au travers d'un projet sur la détection sommaire et la poursuite d'un objet d'intérêt.

**- Présentation de M. Jean-Louis Dillenseger, de l'IUT de Rennes : « De la cible sympa vers l'apprentissage des véhicules autonomes guidés »**

Si en IUT GEII, la robotique mobile est souvent une cible ou une

<sup>3</sup> La cobotique, ou robotique collaborative, est une branche émergente qui vise à produire des robots assistant l'Homme, en automatisant une partie de ses tâches.

<sup>4</sup> Pour lequel un contrôleur de mission a été ajouté (Odroid XU4).

<sup>5</sup> Liaison vidéo, stabilisation d'images, navigation indoor par capteurs sonars, planification de missions...

<sup>6</sup> Gyromètres, accéléromètres, GPS...

<sup>7</sup> Point sur la réglementation et sécurité : a) activités de loisir et compétition : vol à vue... - b) activités professionnelles : détenteur d'un brevet de pilotage, vol autonome...

partie opérative sympathique et ludique pour différents apprentissages des étudiants (contrôle, capteurs, ...). C'est le cas d'ailleurs à l'IUT de Rennes où des robots mindstorms servent de cibles pour l'enseignement de la programmation de systèmes embarqués. La robotique mobile peut être également le sujet principal d'un module. Le département GEII de Rennes propose une Licence Professionnelle en alternance en Mécatronique - Automatismes et Robotique. Son enseignement est axé sur les automatismes industriels, la robotique manufacturière, la vision et la commande/contrôle. Du fait de la présence sur ce bassin d'activité de la société BA Systèmes, un des partenaires leader européen de réalisation de véhicules autonomes guidés (AVG), il a été décidé de proposer un enseignement axé spécifiquement sur la robotique mobile. Le contenu de la formation intègre une conférence d'un ingénieur spécialiste dans le domaine et une série de 24h de Travaux Pratiques sur une cible Robotino de la société Festo (repère robot, repère roues, consignes, trajectoires des robots, de capteur et d'interactions entre le robot et son environnement, suivi visuel de lignes, abord d'une station de garage, contournement d'obstacle et repérage relatif/absolu).

**- Présentation de M. Hugues Angelis, de l'IUT de Cachan : « Coupe de France des DUT GEII : l'ancien et le nouveau concours robots »**

Etat des lieux de la coupe de France GEII et présentation d'un nouveau concours. L'idée générale de ce nouveau concours est de se recentrer sur le métier du GEII, sans phénomène d'accumulation de savoir, et sans explosion du coût « participant » d'une compétition. Pour cela il a été créé un nouveau robot où mécanique et capteurs sont réalisés<sup>8</sup> et où seul reste à faire le

développement de l'intelligence à partir de la base (microcontrôleur ou CPLD ou autre) utilisée dans le département.

## Conclusion

Les champs d'activités de nos diplômés GEII évoluent : services à la personne, industrie 4.0, smart factory, ville intelligente, interventions dans les zones à risques pour l'Homme... Dans ce contexte, le développement de l'internet des objets et des supports numériques nomades, du « big data », du déploiement de réseaux de capteurs, du développement de la robotique est inéluctable.

Les exposés et discussions de cette commission ont montré que l'AIV (AGV, drone) est au centre des préoccupations de nos diplômés GEII. En particulier, ils travailleront à sa conception (choix des capteurs/actionneurs, choix du microcontrôleur...), à son autonomie énergétique, son paramétrage, son pilotage, etc. Ce formidable outil de communication fédère les activités de l'électronique, de l'informatique industrielle, des automatismes et de l'automatique, des systèmes IHM/SCADA, des réseaux, des télécommunications dans un contexte de transition énergétique obligatoire.

## De nouveaux métiers émergents

Unaniment, il nous paraît essentiel de consolider la place de la robotique (y compris la robotique mobile) dans le prochain programme pédagogique national.

<sup>8</sup> Robot support pour l'informatique industrielle (TOR, entrées analogiques, PWM, timers, liaisons : UART, I2C, SPI).



© Denis Thierry

# Retour en images sur le Colloque de Calais

Photos Denis Thierry









# SCIENCES & TECHNOLOGIES

## NBOARD Une carte microcontrôleur pour l'Informatique Industrielle



IUT de CACHAN, Département GEI11

{bruno.LARNAUDIE, sylvain.CASTANET, agnes.PRIOU, gilles.RAYNAUD, hugues.ANGELIS }@u-psud.fr

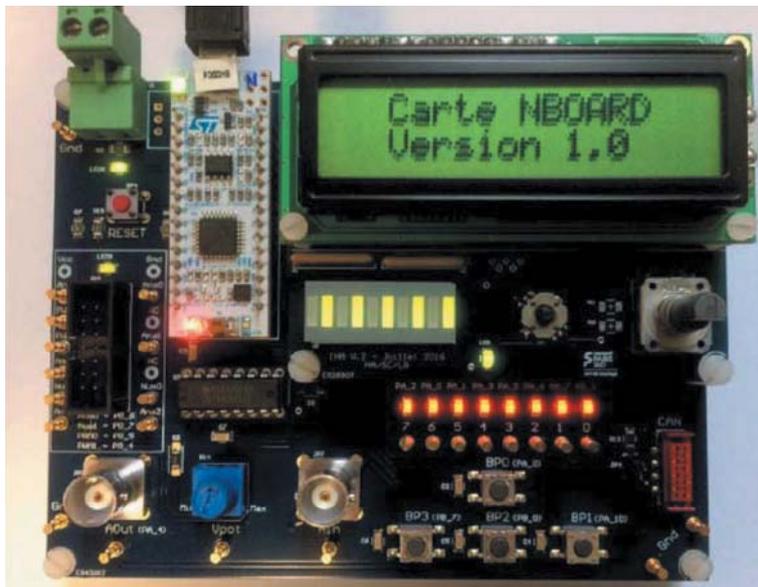


Figure 1 :  
Photo de la carte NBOARD

### 1 - Introduction

#### A. Contexte local

En 2016 dans le département GEI11 de l'IUT de CACHAN, il a été décidé de réaliser une carte microcontrôleur pour l'apprentissage de l'informatique industrielle en S1 (figure 1).

Cette carte doit alors pouvoir servir en TP de S1 d'informatique industrielle ainsi qu'en étude et réalisation de S1 mais également en projet de seconde année. Elle devait donc répondre à plusieurs problématiques.

L'une des problématiques était donc la suivante : offrir une carte qui coûte le moins cher possible, tout en permettant de réaliser des TP de bonne qualité.

De plus l'E&R S1 étant le suivi de ligne par un robot mobile, il fallait donc une carte embarquable dans le robot (ne prenant pas trop de place) mais qui soit capable de brancher les 6 capteurs analogiques ainsi que les 2 capteurs numériques et 2 sorties PWM pour commander les circuits de puissance moteur du robot. En outre lors de cette E&R les étudiants fabriquent leurs propres cartes moteurs et capteurs. Il fallait donc que cette carte

microcontrôleur soit assez protégée pour ne pas être détériorée lorsqu'il y a des erreurs sur les cartes moteurs et capteurs que les étudiants fabriquent.

Et enfin lorsqu'on réalise un nouveau design de carte, il est important d'utiliser des composants qui sont à la pointe de la technologie afin que les cartes ne soient pas obsolètes dans 5 ans.

#### B. Contexte industriel

Pour trouver les composants qui seront les standards industriels dans 5 ou 10 ans nous avons fait une étude du marché des microcontrôleurs. Après l'étude de plusieurs documents montrant l'évolution du marché des microcontrôleurs (voir figure 2), on observe que le marché des microcontrôleurs s'est partagé entre les microcontrôleurs 8bits et 32bits. Sachant que la carte que nous utilisons en seconde année pour l'étude de l'architecture et de la programmation bas niveau est un microcontrôleur 16bits, le choix a été fait de choisir un microcontrôleur 32 bits. En effet leur prix ne fait que décroître avec pourtant des puissances de calcul de plus en plus importantes.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	CAGR
Total Semiconductor	325,367	339,666	361,612	385,052	395,974	413,602	4.9%
Microcontroller (MCU)	16,008	16,202	17,211	18,799	19,307	20,480	5.1%
4-bit MCU	154	159	161	157	145	133	-2.8%
8-bit MCU	6,057	6,565	6,936	7,532	7,768	8,259	6.4%
16-bit MCU	4,021	3,611	3,765	4,060	4,053	4,019	0.0%
32-bit MCU	5,776	5,868	6,349	7,050	7,341	8,069	6.9%

**Table 1 – Semiconductor MCU revenue market forecast - millions of dollars; courtesy of iSuppli.**

Figure 2 : Atmel « Choosing a MCU for your next design; 8 bit or 32 bit »

## II. Le choix arm MBED

### A. Le support de arm MBED

Nous avons également fait le choix d'utiliser une carte supportée par l'environnement arm MBED. Depuis plusieurs années nous utilisons ce type de carte avec beaucoup de succès lors des projets de semestre 3 et 4. En effet Arm MBED a pour but de faire collaborer les gens autour de l'Internet Of Things. Les plateformes et le site MBED sont des outils pour que les industriels, les « Maker » et les utilisateurs se retrouvent afin de développer l'IOT (voir figure 3).

Pour nous, cela permet d'avoir à disposition une librairie de haut niveau en C++, qui s'appuie sur des couches Hardware Abstraction Layer de chaque fondeur. On peut ainsi passer d'une plateforme matérielle à une autre avec le même code, il faut juste changer les noms des pattes des entrées/sorties et des périphériques.

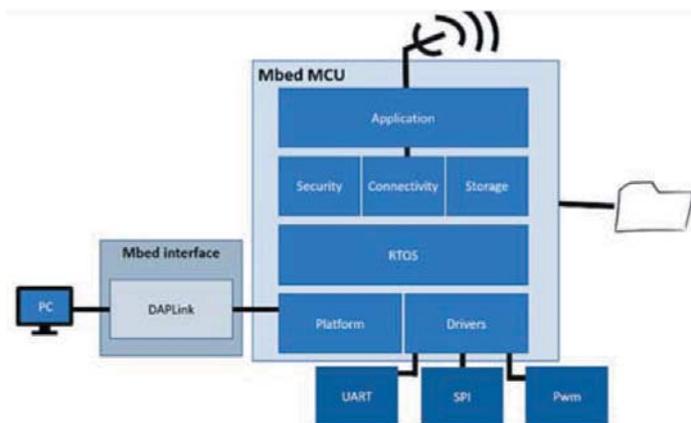


Figure 3 : arm MBED "A sketch of a typical MBED board's hardware architecture"

Cette facilité d'utilisation évite à des étudiants de devoir éplucher les centaines de pages d'une documentation en anglais afin de comprendre les registres permettant l'écriture d'un code dans le simple but de basculer une patte en entrée ou en sortie. Bien sûr les étudiants passent par cette étape mais en semestres 2 et 3 lorsque selon nous ils sont les plus à même de faire face à ce type de difficultés. De plus, ils effectuent cette tâche sur une architecture 16 bits bien plus simple à appréhender. En effet sur cette architecture 16 bits étudier les registres de contrôle des ports d'entrées/sorties et des périphériques est à leur portée. MBED et sa librairie de classe C++ permet de s'affranchir de cette connaissance de l'architecture hardware du microcontrôleur en utilisant des concepts de haut niveau.

Par exemple déclarer une patte en entrée avec un pull up interne s'écrit : `DigitalIn Bp0(PA_9,PullUp)` ;

Déclarer une patte en sortie s'écrit : `DigitalOut Led0(PB_3)` ;

On peut alors allumer la led très facilement en appuyant sur le bouton de la façon suivante : `Led0 = !Bp0` ;

Attention cette facilité d'utilisation est au prix de la non-maîtrise de la librairie qui peut ne plus fonctionner lors de nouvelles versions. Néanmoins il est toujours possible de revenir aux versions antérieures.

Arm MBED, c'est aussi un ensemble très important de fondeurs (Analog Devices, Cypress, Maxim Integrated, Nordic, NXP, Renesas, Silicon Labs, STMicroelectronics, Texas Instruments, etc...) de microcontrôleurs de type ARM. Ces grandes sociétés ont adhéré à l'idée de faire une librairie commune et de permettre une facilité de programmation grâce à DAPLINK, un programmeur et debugger open source intégré aux cartes.

### B. CMSIS-DAP and DAPLink

CMSIS-DAP et DAPLink est un projet open source qui implémente le firmware embarqué nécessaire pour une sonde de debug de cortex. Le projet est hébergé par GitHub et est publié sous une licence Apache 2.0.

Le projet logiciel est complété par une série d'exemples de conceptions permettant de réaliser une sonde de debug matérielle DAPLink. Une sonde de debug DAPLink est connectée sur l'ordinateur par le biais d'un câble USB à la cible. Cette liaison USB permet de programmer la cible, de débayer le programme et d'obtenir une ligne série émulée sur USB.

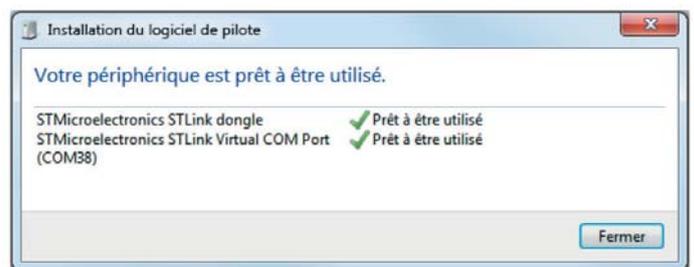


Figure 4 : Fenêtre d'Installation des périphériques sous Windows.

Lors du branchement d'une carte MBED sur un ordinateur et après installation des drivers (voir figure 4), la carte est vue comme une clé USB. La programmation consiste donc à réaliser une copie du fichier généré par le compilateur (programme. bin) vers la carte cible. La carte charge dans une mémoire flash ce programme jusqu'à une nouvelle programmation. Arm MBED

nous offre également la possibilité de choisir entre plusieurs compilateurs et chaînes de compilation.

### C. Les chaînes de compilations supportées par arm MBED

Le site MBED offre un compilateur en ligne. Celui-ci présente l'avantage d'être multi-os (Windows, Linux, MacOS). Après s'être inscrit sur le site, on a la possibilité de créer des projets pour toutes les cibles du site, ce dernier ayant pour but de faciliter le partage des codes entre utilisateurs. Il est ainsi possible de créer des équipes de développement, de gérer les versions des codes et bibliothèques, de partager entre utilisateurs des codes de manière privative ou publique. Il contient également des forums d'entraide ainsi que des exemples de programmes pour des cartes ou périphériques créés par des développeurs de chez MBED ou des fondateurs de cartes. On y trouve enfin des réalisations partagées par des particuliers. Il est également possible d'exporter les projets vers des chaînes de compilation hors ligne telle que : Keil uVisions5, GCC (ARM EMBEDded), IAR Systems, Coccox CoIDE, SW4STM32 etc.

En conclusion, choisir une carte supportée par arm MBED offre de multiples avantages : elle permet de s'abstenir d'acheter un programmeur de cartes, de disposer d'un compilateur en ligne gratuit, d'une bibliothèque de haut niveau et de couche Hardware Abstraction Layer (pour certaines cartes), mais aussi de disposer du soutien d'une communauté permettant un développement plus rapide des applications.

Si le choix d'architecturer une carte autour d'une carte supportée par l'environnement arm MBED a été fait, il fallait encore choisir une carte parmi les 146 cartes de la plateforme.

## III. La carte NUCLEO F303K8

### A. Une carte STMicroelectronics

Nous avons donc fait le choix de la carte Nucléo F303K8 de chez STMicroelectronics. Depuis février 2014 le fabricant a sorti une dizaine de cartes au prix de 10€.

Nous avons testé ces cartes dans de nombreux projets de seconde année, avec succès. Celle qui répond le plus à nos besoins est la Nucléo F303K8 : En effet, elle est supportée par le site arm MBED et a donc l'avantage de se programmer/débugger à l'aide d'un simple câble USB tout en étant géré par la librairie et le compilateur MBED. Chez STMicroelectronics le DAP LINK MBED s'appelle le STLINK V2.1.

La carte Nucléo F303K8 devient ainsi très économique car pour 10€ vous avez la carte et le programmeur/débugueur. De plus le compilateur étant gratuit il n'y a pas de coût caché. La carte peut être alimentée par l'USB ou par alimentation externe soit de 5v ou entre 7v et 12v. De plus cette carte présente l'avantage d'être au format arduino nano rev3 ; par conséquent, on peut facilement réaliser des montages sur plaques d'essais sans soudures (voir figure 5).

## Cette spécificité est importante

car elle permet de développer d'autres cartes ou projets en réutilisant les mêmes bibliothèques ; nous en présenterons certains dans la suite de cet article.

Pour ces projets nous avons besoin d'un bus Controller Area Network, il est donc primordial que cette carte en possède un et c'est le cas de la carte Nucléo F303K8. Bien sûr, elle possède d'autres bus de communication et périphériques que nous allons détailler par la suite.

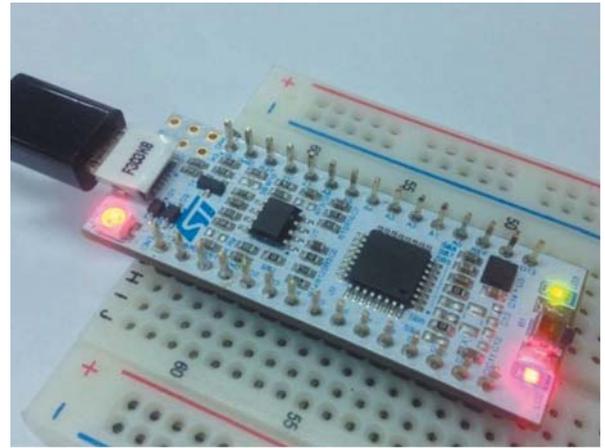


Figure 5 : Carte Nucléo F303K8 sur plaque d'essais sans soudure

### B. Spécificité du microcontrôleur STM32F303K8

La carte Nucléo F303K8 embarque un microcontrôleur ARM 32 bits Cortex M4 avec une Field Point Unit (Unité à virgule flottante) qui permet de faire des opérations comme une addition, une soustraction ou une multiplication en réel 32bits en un seul cycle d'horloge. De plus ce microcontrôleur tourne à une fréquence de 72MHz ; il est alimenté en 3,3v et possède 64KB de flash et 16KB de SRAM. Il compte en outre 8 timer (dont un utilisable pour un encodeur en quadrature), un bus SPI, un bus I2C, 2 liaisons USART et une liaison CAN. De plus, il possède 2 Convertisseurs Analogique Numérique 12 bits sur 9 canaux et un Convertisseur Numérique Analogique 12 bits sur 3 canaux. Enfin il possède 25 pattes d'entrée/sortie dont 15 sont 5V tolérantes.

### C. Utilisation du compilateur en ligne MBED et de Keil uVision5

A l'IUT de CACHAN en GEI1 nous avons choisi d'utiliser la chaîne de compilation Keil uVisions5 ainsi que le compilateur en ligne MBED. En effet les 2 compilateurs sont complémentaires car ils n'ont pas les mêmes fonctionnalités.

Le compilateur en ligne MBED a l'avantage de pouvoir être utilisé sur de multiples os donc sur l'ordinateur des étudiants sans aucune installation. Il permet également d'avoir accès à une documentation en ligne sur l'ensemble de la librairie MBED. De plus, le compilateur en ligne permet le stockage, l'archivage, le partage et la gestion des versions des projets. Cela facilite le travail en équipe lors des projets entre étudiants. Malheureusement il arrive que le compilateur en ligne ne soit pas opérationnel, cela est rare mais reste problématique lors de TP, ou pire de test de TP. En outre il n'est pas possible de déboguer avec celui-ci, la seule solution pour cela est de faire des printf des variables, comme on le faisait jadis lorsque les déboguer n'étaient pas répandus.

Il nous a paru obligatoire de faire du debug surtout avec des étudiants débutants en langage C et en programmation. C'est pour cela que nous avons choisi d'utiliser Keil uVision5, une référence en matière de chaîne de compilation. Cela nous permet de faire du debug mais aussi de pouvoir l'utiliser hors ligne. De plus il est gratuit en version 32ko de code ce qui reste suffisant pour 90% des projets étudiants, ils peuvent donc installer chez eux la chaîne de compilation pour travailler. Nous avons également obtenu de la part de arm 100 licence gratuite réseau Keil uVision5 pro (sans limitation de code) dans le cadre de l'arm university program.

Au final, l'utilisation de la chaîne de développement Keil uVision5 est privilégiée en S1 TP et E&R robotique. En revanche l'utilisation du compilateur en ligne arm MBED est privilégiée en S3 et S4 afin de permettre aux étudiants à l'IUT ou en dehors de programmer sans limites de code et avec une réelle facilité de partage et de gestion des codes et versions.

## IV. La carte NBOARD

### A. Présentation de la carte NBOARD

Nous avons fait le choix audacieux, il y a déjà quelques années pour notre carte d'Informatique industrielle à base de microcontrôleur 16bits, de réaliser la carte avec un assemblage de 3 cartes. Cette carte appelée XBOARD est un assemblage de 3 modules : une carte microcontrôleur, une carte Interface Homme Machine (IHM) et une carte qui accueille l'ensemble sur lequel sont présents les boutons, les led, la connectique etc... La carte IHM est une carte intelligente qui communique via un bus CAN géré par un microcontrôleur MC9S12XS128 et qui embarque un écran LCD, un joystick 8 positions plus un bouton poussoir, un bargraphe et un codeur incrémental. Nous avons repris ce principe sur la NBOARD et donc reproduit des cartes IHM pour les utiliser sur notre NBOARD, ce qui nous a fait gagner un temps non négligeable de développement matériel et logiciel.

A l'instar de la XBOARD, la carte NBOARD a été conçue comme un assemblage de 3 cartes : la carte Nucléo F303K8, la carte IHM et une dernière carte qui permet le branchement de l'IHM et du module Nucléo. C'est cette dernière que l'on appelle NBOARD (voir figure 6).

Pour les besoins en TP de S1 la carte doit pouvoir être dotée de 8 led, 4 boutons poussoirs en accès direct, d'une entrée analogique sur BNC, d'une sortie analogique sur BNC et d'un potentiomètre analogique. N'ayant pas assez de broches sur la carte Nucléo F303K8, nous avons utilisé un multiplexeur analogique 8 vers 1 permettant de passer de 8 pattes analogiques nécessaires à 1 entrée analogique et 3 sorties numériques de sélection soit une économie de 4 pattes. Choix se justifiant également pédagogiquement par l'utilisation d'un composant dont le principe a été enseigné lors du cours de Numérique de S1. De plus la carte a de nombreux plots de tests nous permettant d'observer certains signaux à l'oscilloscope.

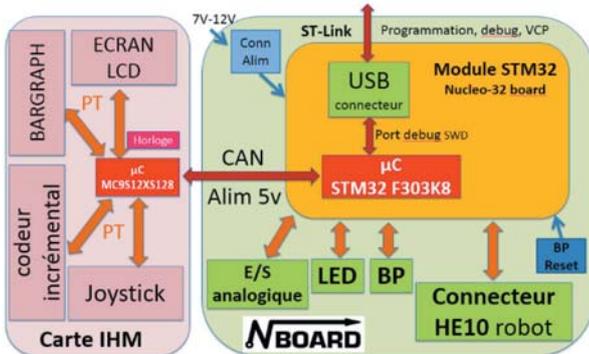


Figure 6 : Schéma fonctionnel de la carte MBED

### B. Coût de la carte NBOARD

Le coût de la carte se décompose en 2 postes principaux : le coût financier et le coût humain. Tout d'abord bien sûr ce que coûte la carte en composants et en tirage de carte. Voici donc un tableau qui répertorie les coûts associés à chacun de ces postes pour une production de 50 cartes.

<b>Carte Nucléo F303K8</b>	<b>9,88€</b>
<b>Tirage du PCB NBOARD</b>	<b>8,18€</b>
<b>Composants sur la carte NBOARD</b>	<b>32,0€</b>
<b>Tirage du PCB de la carte IHM</b>	<b>5,02€</b>
<b>Composants sur la carte IHM</b>	<b>28,39€</b>
<b>TOTAL</b>	<b>83,47€</b>

Figure 7 : Tableau récapitulatif des coûts de la carte

Si on fait un focus sur les composants de la carte NBOARD on peut voir que 2 postes sont très onéreux : Les bornes coaxiales

qui représentent 5,78€ et les plots test qui coutent 8,48€. Donc ces 2 postes représentent presque la moitié du prix des composants de la carte NBOARD.

Le second coût de la carte est humain puisqu'il faut souder tous les composants sur les cartes. Dans le département nous avons la chance d'avoir deux techniciens qui se sont chargés de la soudure et du test de ces cartes. Il est aussi possible de sous-traiter cette partie à une société mais nous n'avons pas évalué le surcoût que cela pourrait engendrer.

En tout cas pour notre département ce coût humain et financier reste raisonnable. Nous pensons que ces cartes auront une durée de vie importante. Après la première année d'exploitation nous n'avons eu que quelques cartes nucléo F303K8 détériorées malgré les plus de 200 étudiants qui les ont utilisées. Preuve que la carte a été bien conçue et qu'elle est robuste.

### C. L'utilisation de la carte NBOARD en E&R Robotique

La carte NBOARD doit permettre aux étudiants de réaliser leur projet d'E&R de robotique de S1 (voir figure8) : la réalisation d'un robot suiveur de ligne. Durant ce projet les étudiants, par équipes de 4, réalisent des cartes capteurs et des cartes moteurs (ancienne coupe de robotique GEII à VIERZON).

Les cartes fabriquées sont alors branchées sur la carte NBOARD afin de pouvoir réaliser le programme de suivi de ligne. Il faut donc la protéger au maximum pour éviter les dégradations dues aux mauvaises réalisations des cartes étudiantes. Pour cela, nous avons protégé la carte NBOARD avec des résistances en série de 620Ω permettant, d'après nos tests, de se prémunir d'une tension de 12V sur les pattes d'entrées de la carte Nucléo.

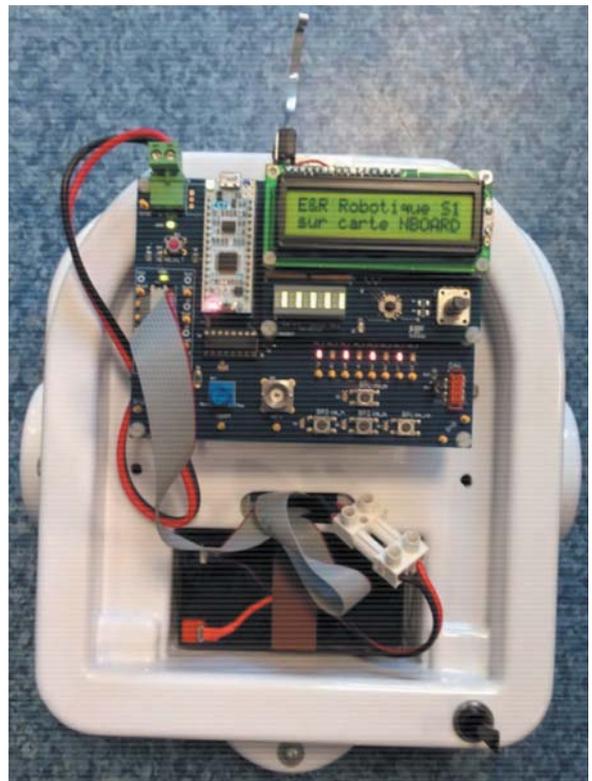


Figure 8 : Photo de la carte NBOARD sur le robot de première année

### D. Un programme pour la NBOARD

Même si la librairie MBED nous permet d'utiliser des fonctions de haut niveau tout en s'abstrayant de la couche hardware bas niveau, il a fallu créer une librairie qui gère essentiellement l'accès à l'IHM. Pour cela nous nous sommes appuyés sur la gestion du bus CAN par MBED et avons créé un objet de type IHM qui gère de façon cachée aux étudiants de S1 les communications

CAN. Pour utiliser le LCD, le joystick, le codeur et le bargraphe de l'IHM, il suffit d'utiliser les fonctions que nous avons créées. L'exemple de code de la figure 9 illustre la déclaration d'un objet IHM et l'utilisation des fonctions telles que LCD\_clear(), LCD\_printf(), BAR\_set().

```
#include "IHM.h"
//Déclaration de l'objet IHM
IHM ihm;
//Place la patte 3 du Port B en sortie
DigitalOut led0(PB_3);
//Déclacartion d'un Bus de Led
BusOut BusLed(PB_3, PA_7, PA_6, PA_5, PA_3, PA_1, PA_0, PA_2);
//Déclaration de la patte 9 du port A en entrée
DigitalIn Bp0(PA_9, PullUp);

int main()
{
    ihm.LCD_clear(); //Effacement de l'écran
    //Affichage du texte sur le LCD
    ihm.LCD_printf("E&R Robotique S1sur carte NBOARD");
    while(1)
    {
        if(!Bp0)
        {
            BusLed=0xAA;
            ihm.BAR_set(0x155); //Affichage sur le bargraph
        }
        else
        {
            BusLed=0x55;
            ihm.BAR_set(0x2AA); //Affichage sur le bargraph
        }
        wait_ms(1); //Temporisation de 1ms
    }
}
```

Figure 9 : Un exemple de programme sur NBOARD

## V. Des projets de deuxième année avec des STM32

### A. Un projet avec la carte Nucléo F303K8

La petite taille de la carte Nucléo F303K8 en format arduino nano est un avantage pour la réalisation de cartes pendant les projets des semestres 3 ou 4. Ainsi, lors d'un projet de S3/S4 qui avait pour but de réaliser une carte capteurs/actionneurs en bus CAN, nous avons utilisé le module nucléo F303K8. Cela nous a permis de créer une carte très compacte. De plus l'utilisation de l'environnement MBED avec lequel l'étudiant s'est familiarisé lors du semestre 1 a permis à un étudiant seul de réaliser le PCB de la carte ainsi qu'un programme fonctionnel en l'espace de 10 demi-journées de projet. L'utilisation de librairie haut niveau permet donc vraiment d'accélérer le temps de conception des modules.

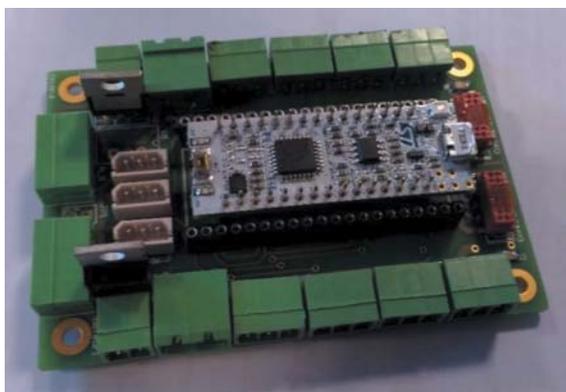


Figure 10 : Photo d'une carte capteurs/actionneurs en bus CAN

### B. Un projet avec le microcontrôleur STM32F303K8

Dans le cadre de projets en semestre 4 dans lesquels la taille de la carte est encore plus contrainte, nous avons développé des cartes électroniques sur lesquelles nous avons utilisé cette fois le microcontrôleur STM32F303K8. En effet, comme ce microcontrôleur a une empreinte TQFP32 (taille de 7mmx7mm), il n'occupe pas une place importante et peut donc se placer sur les cartes les plus petites. De cette façon nous avons pu utiliser la librairie MBED et le compilateur en ligne. Néanmoins nous n'avons pas accès au DAP Link puisque dans ce cas-là nous n'avons pas de MBED interface. Pour résoudre ce problème, il suffit d'utiliser une carte de type Nucléo-64. Ces cartes ont un format plus important que les cartes du format arduino nano mais offrent la possibilité d'être cassées en deux afin de pouvoir réutiliser le ST-LINK V2.1 de manière séparée pour programmer et déboguer d'autres microcontrôleurs de type STM32.

C'est ainsi qu'on a réalisé en semestre 4 option robotique une carte « Balise Infra-rouge » qui a 16 récepteurs TSOP31236 reliés à un FPGA pour le décodage des trames. Mais pour que ce module puisse communiquer avec le reste d'un robot, il nous faut faire une passerelle avec le bus CAN. Pour cela, nous utilisons un STM32F303K8 qui fait facilement le travail tout en ayant un encombrement très faible.

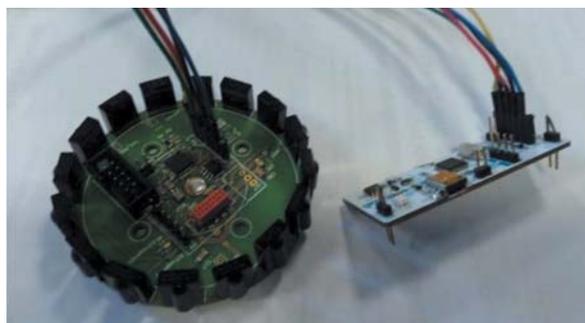


Figure 11 : Photo d'une carte balise infrarouge autour d'une puce STM32F303K8 avec sa carte de programmation.

## VI. Conclusion

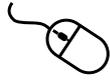
Le projet de réaliser une nouvelle carte microcontrôleur 32 bits est un projet d'équipe avant tout. De nombreux enseignants d'Informatique Industrielle et les techniciens du département ont oeuvré pour la réalisation et la mise au point de cette carte.

Si nous avons décidé de la dédier à la découverte de l'informatique industrielle en semestre 1 et à la réalisation de projets en semestre 3 et 4, nous étudions quand même la possibilité d'ici quelques années de l'utiliser comme carte de TP dans les semestres 2 et 3.

## La carte et les documents sont libres de droits

et si quelqu'un est intéressé par la NBOARD, il suffit de nous contacter et nous nous ferons un plaisir de lui fournir l'ensemble des PCBs, codes et documents lui permettant d'utiliser ces cartes

# Du nouveau chez les robots



Hugues ANGELIS (Enseignant à l'IUT de Cachan)  
hugues.angelis@u-psud.fr

La coupe robotique GEII existe depuis 2002. De 2002 à 2009, les robots ont suivi une ligne. De 2010 à 2017, ils ont évité des obstacles. En 2018, ils vont jouer au tennis !

## Pourquoi modifier le règlement ?

Aujourd'hui, nous avons fait le tour de la question de l'évitement d'obstacles, les technologies sont acquises et même si la compétition révèle encore quelques surprises, globalement les finalistes sont connus à l'avance. Il faut donc faire évoluer le concours. Mais quel type de concours voulons-nous ?

Il existe aujourd'hui deux catégories de concours où les IUT sont présents : les concours à règlement durable et les concours à changement de règle annuelle :

- Coupe de France de robotique : changement annuel
- NXP cup : règlement durable
- Robot Sumo : règlement durable
- NAO Challenge : changement annuel
- Challenge Lego Mindstorm : changement annuel

L'inconvénient notoire des concours à règlement changeant réside dans la nécessité de développer un robot mécaniquement et électriquement tous les ans. L'accumulation de savoir est plus faible (sans être nulle), mais en contrepartie, l'effort de développement est extrême et le coût peut facilement être très élevé. A ce titre le concours de Lego Mindstorm est particulièrement intéressant puisqu'il résout ce problème par l'utilisation exclusive d'un assemblage de Lego, soit une mécanique rapide et simple à réaliser, mais hélas avec un rendu visuel et technologique assez décevant.

Pour les concours à règlement durable, l'accumulation du savoir y est forte, mais en contrepartie, l'effort de développement peut être étalé dans le temps et souvent les solutions technologiques ont le temps de mûrir et on voit régulièrement de très beaux robots. C'est un avantage pour le spectacle, mais un obstacle à l'entrée des nouveaux participants car la première marche est d'année en année plus haute à franchir.

La compétition GEII se devait d'évoluer et la question du type de règlement s'est naturellement posée. Un règlement nouveau tous les 7 ans, est un rythme peu soutenu, nous classant dans les règlements durables.

L'idée de le transformer en concours à règlement changeant peut sembler alléchante, mais ne répond pas à la demande des établissements pour les raisons déjà exposées (coût et investissement). Pour autant conserver un règlement durable n'est pas non plus une solution pérenne devant l'érosion naturelle du nombre de participants.

Nous avons donc choisi de mixer ces deux choix et d'envisager un rythme de changement plus fréquent. La compétition devrait maintenant évoluer plus souvent, probablement tous les 3 ans (choix non définitif). L'écueil devenant alors le développement mécanique du robot pour l'adapter aux changements.

C'est pour cela que le robot aussi va évoluer (rappelons qu'il date de 2002), pour lui permettre de suivre plus facilement les évolutions du règlement. Au programme : disparition de la coque et renforcement de la structure du châssis pour avoir un robot en deux parties : une partie pérenne et une qui s'adapte au règlement.

## Nouveau règlement, nouveau robot, il ne manque plus qu'une nouvelle compétition.

L'idée est de réaliser, en plus du concours classique de robotique, basé sur une préparation tout au long du semestre/de l'année et réservé aux IUT, un autre de type hackathon : un concours à temps de préparation limité et ouvert à tous, comprenez hors IUT, sans modification possible du robot. Le principe : 4 jours et 4 nuits, à 4 participants, pour mettre en oeuvre le robot de A à Z.

Mais en quoi cette nouvelle compétition est-elle utile pour un enseignant, en quoi présente-t-elle une utilité pour la formation des étudiants ? D'un point de vue pédagogique, la coupe de robotique est un événement ludique, qui n'a de sens qu'à partir du moment où il permet une recontextualisation de la formation.

La coupe GEII, de par la très grande latitude qu'elle laisse dans les méthodes de résolution des problèmes, dépasse généralement le cadre de la formation GEII. C'est d'ailleurs une critique qui lui est faite, mais c'est aussi un avantage car elle offre une grande liberté d'expression.

Les détracteurs de la coupe lui reprochent d'être chronophage, de nécessiter des compétences hors du cadre du GEII et un investissement important de l'équipe technique et enseignante. Ajouter à ça la nécessité d'avoir des étudiants motivés et on arrive à une situation qui est parfois difficile à maintenir d'une année sur l'autre.

Réduire ces contraintes est partiellement résolu par la version hackathon qui permet de disposer d'une structure mécanique complète, en laissant la liberté aux utilisateurs de choisir la partie commande du robot. Chacun est donc libre d'utiliser la carte microcontrôleur (ou en logique programmable ou en automate programmable) qu'il souhaite et en particulier celle utilisée en informatique industrielle.

L'intérêt est visible mais pas encore significatif. Pour aller plus loin, il faut que le robot soit une adaptation du cours d'informatique industrielle, il doit être perçu comme une partie opérative.

De mon point de vue d'enseignant d'informatique industrielle, j'attends des étudiants la capacité de créer des programmes plus ou moins complexes, mettant en oeuvre des composants intelligents, en utilisant les fonctions du microcontrôleur. Jusqu'où descendre, chacun a son appréciation. Je me contente de fonctions de haut niveau, aidé en cela par la bibliothèque MBED (voir l'excellent article de M. Larnaudie).

Indépendamment de nos choix en matière d'enseignement, le robot, conçu pour le hackathon, se base sur des capteurs fournissant plusieurs types de sorties complémentaires vis-à-vis de la formation. Les capteurs utilisés ont des sorties analogiques ou temporelles, des liaisons I2C, SPI ou série et, chaque capteur ayant une interface série, dispose aussi d'une seconde sortie, analogique ou temporelle, pour offrir une alternative. Le robot ou ses capteurs peuvent être utilisés comme parties opératives pour le cours d'informatique industrielle.

Coté actionneur, notre robot utilise obligatoirement des hacheurs 4 quadrants, mais les moteurs étant de faible puissance, des solutions monolithiques toutes faites existent à un tarif abordable.

Des encodeurs ABI montés sur le robot permettent de travailler sur les asservissements de vitesse ou de position.

La version 2018 de ce robot est en cours de réalisation, après les tests effectués l'an dernier par 3 équipes, respectivement de l'IUT de Nice sous la conduite de C. VERMAELEN, de l'IUT de Nancy sous la conduite de J.-M. JEHL et de l'IUT de Cachan. Ce test grandeur nature nous a permis de valider le concept et de détecter la plupart des défauts de conception, du moins nous l'espérons.

Dans le cadre du Festival de robotique de Cachan 2018, deux concours seront ouverts aux IUT :

- La coupe robotique des IUT GEII (dont le règlement a été diffusé juste après les vacances de Toussaint), et qui aura lieu du Jeudi 7 juin 2018 midi au Samedi 9 Juin 18h.
- Le hackathon de robotique, qui aura lieu du Mercredi 6 Juin 2018 8h au Samedi 9 Juin 18h.

Que les propriétaires des robots, qui ont été créés depuis 2002 pour les compétitions de robotique successives, se rassurent, leurs robots (moteur, châssis et batteries) resteront toujours compatibles avec la nouvelle compétition. Pas d'obsolescence programmée.

Il va de soi que le robot du hackathon de l'édition 2018 restera secret jusqu'au concours, la liste de ses capteurs et de ses actionneurs sera bientôt connue (de même que la connectique utilisée). L'objectif est de permettre aux participants de préparer la compétition, mais pas forcément dans le cadre de l'IUT (club robotique, etc.).

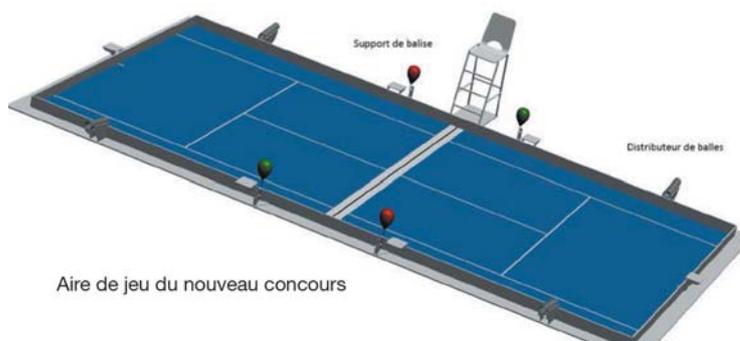
Car le point nouveau avec le Hackathon, c'est que sa préparation peut être faite hors de la formation ou naturellement intégrée à la formation IUT, car la seule préparation consiste à réaliser une carte d'interface (entre les connecteurs du robot et le micro) et de puissance (pour piloter les moteurs). Tout le reste n'est qu'une mise en pratique de la formation d'Informatique Industrielle des IUT.

## Concours 2018 : les robots passent au tennis

Ce règlement a été approuvé lors de la visioconférence du 9 Novembre 2017 pour l'édition 2017-2018.

### But de la compétition :

Le but des robots est d'envoyer un maximum de balles de tennis dans le camp adverse, sans y entrer et sans jamais contrôler plus d'une balle à la fois.



Aire de jeu du nouveau concours

### Aire de jeu

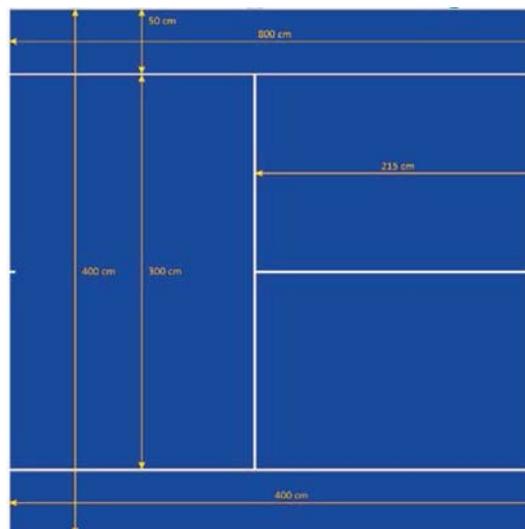
- Dimension 8 x 4 m sous la forme de deux carrés de 4 m de côté (piste d'entraînement de 4 x 4 m). Il n'y a pas de filet entre les deux côtés.
- Les lignes au sol sont en scotch blanc de 19 mm de large.
- La ligne médiane est une bande blanche de 20 cm de large (10 cm de chaque côté du terrain) avec une bande noire de 19 mm en son milieu.

- Autour de la piste un glacis d'environ 1 m est assuré.
- Sur le pourtour du terrain 6 supports de balise de 20 x 20 x 20 cm sont disposés sur le côté avec le centre de la balise à 1 m de la ligne de milieu de terrain (pour l'axe de la balise) et au milieu de la ligne de fond de court.
- 4 ballons sont disposés sur les 2 côtés du terrain, sur des supports, à 80 cm du filet et quelques centimètres à l'extérieur des bordures. Le ballon est posé sur une tige qui met le bas du ballon à une hauteur de 40 cm, plus ou moins 3 cm, du sol.
- Les ballons sont de couleur variable, pas forcément unis et leur diamètre au plus large est susceptible de varier entre 15 et 40 cm
- 4 tubes distributeurs sont présents à l'extérieur du terrain, leur axe est placé à 1m de la ligne de fond de court.

### Balles de tennis

- Des balles de tennis standard (Artengo) sont présentes en nombre variable, mais égal, en début de partie, des deux côtés du terrain. La position des balles dans les deux camps est obtenue par symétrie axiale.
- Les balles sont placées de façon pseudo aléatoire, à l'exception de trois balles, dont la position de départ est toujours connue (aux coins inférieurs des 2 carrés de service).
- Des balles sont aussi présentes en quantité variable (mais égale) dans les quatre distributeurs. La quantité de balles dans les distributeurs est toujours inférieure au nombre de balles présentes sur le terrain en début de partie.
- Crever un des ballons de baudruche de son camp entraîne la libération quasi immédiate des balles du distributeur du camp opposé.

### Matches :



- Les matches se jouent avec un robot de chaque côté du terrain. Les robots peuvent être placés à n'importe quel endroit et dans n'importe quelle position s'ils sont en contact avec la paroi de fond de court.
- Les robots démarrent, sur ordre de l'arbitre, par le retrait d'un dispositif mécanique fixé à un lien de 30 cm minimum. Seul le lien peut être tenu par la personne chargée d'activer le dispositif.
- La durée des matches est fixée à 90 secondes.
- A la fin du temps réglementaire, on compte, à l'arrêt de leur mouvement, le nombre de balles présentes de chaque côté du terrain. Celui qui en a le moins est déclaré vainqueur. En cas d'égalité il y a match nul.
- Le goal-average est la différence entre le nombre de balles des deux côtés du terrain, il est crédité en positif pour le vainqueur et en négatif pour le perdant.

### Robot et balises

- Les robots sont le fruit du travail exclusif des étudiants. Seuls les étudiants ont le droit de les manipuler.
- Les robots sont autonomes et ne sont pas téléopérés.
- Le robot ne doit jamais contrôler plus d'une balle de tennis à la fois.
- Le robot ne doit pas effectuer d'actions à distance sur les balles, ou projeter d'objets, autres que des balles, sur le terrain pendant le match.
- Le robot doit entrer dans un gabarit de 40 x 30 x 30cm au départ de chaque match.
- La hauteur du robot au départ d'un match ne peut pas dépasser 30cm.
- Il est possible de poser jusqu'à 3 balises de dimension maximale 20 x 20 x 20cm, fixes et autonomes, dans son camp, sur les supports de balises. Ces balises ne doivent pas effectuer d'actions de jeu, mais peuvent être communicantes.
- L'ensemble robot plus balises est autonome et n'est pas téléopéré. Ils peuvent émettre des données de monitoring mais ne doivent pas recevoir de signaux de commande dont la source n'est pas dans le robot ou les balises. En cas de monitoring, le système de communication devra être homologué.
- Pour crever les ballons, le robot doit sortir de son gabarit.
- Le robot peut utiliser un système propulseur pour agir sur la balle qu'il contrôle. Le propulseur peut sortir du gabarit uniquement lors d'un tir et doit se rétracter à l'intérieur du gabarit entre chaque tir.
- A la fin de la partie, le robot doit entrer dans un gabarit au de 40 cm par 30 cm. La hauteur n'est plus vérifiée.
- Aucun objet ne doit être posé volontairement sur le sol par le robot pendant la partie.
- Les robots doivent utiliser les moteurs, la transmission, les roues, le châssis et la batterie officielle de la compétition. La batterie officielle est la seule source d'énergie des moteurs.



### Arbitrage

- Les matchs sont dirigés par un arbitre de chaise.
- L'arbitre de chaise est entouré de 2 à 4 arbitres assistants.
- L'arbitre de chaise est seul responsable du déroulement du match.
- Un match ne peut pas être rejoué sauf cas exceptionnel et sur décision unanime des arbitres. Aucun fait de jeu (événements dus aux arbitres ou aux robots) ne peut entraîner une décision de rejouer un match.
- Pendant un match, dans le glacis autour de la piste, seul les arbitres ont le droit d'être présent.
- L'arbitre de chaise peut interrompre un match en cas de danger pour les personnes ou les biens.

### Déroulement d'un match

- Les robots sont appelés 90 secondes avant le début du match, c'est l'APPEL.
- 90 secondes après l'APPEL, le match démarre, c'est le TOP DEPART.
- 90 secondes après le TOP DEPART, le match est terminé, c'est le TOP FIN.
- Tant qu'un match n'est pas terminé un robot qui n'aurait pas été là au TOP DEPART a le droit de commencer sa partie. Il devra s'arrêter au TOP FIN ou subir une pénalité.
- Le vainqueur gagne 2 points, et le perdant ne marque pas. En cas de match nul les deux robots ont 1 point.
- A l'issue des phases qualificatives, les 16 robots ayant le plus de points sont retenus pour les phases finales à élimination directe.

- Les matchs à élimination directe protègent les robots les mieux classés à l'issue des qualifications.
- En cas d'égalité à l'issue des qualifications, le goal-average départage les exæquos aux points.
- Dans les matchs à élimination directe, en cas d'égalité, le robot le mieux classé à l'issue des qualifications est déclaré vainqueur.

### Homologations

Pour être homologué, un robot doit :

- Entrer dans le gabarit.
- Ne pas présenter de danger.
- Être muni d'un bouton VISIBLE et ACCESSIBLE permettant de couper le courant dans TOUS les actionneurs. Ce bouton peut être de tout type et de toute couleur.

Pour faire homologuer son robot, les équipes doivent fournir en outre un fichier PDF contenant l'ensemble de la documentation technique du robot et accepter d'être prise en photo, individuellement et collectivement.



### Règle du jeu :

- En cas de non-respect d'une règle, la sanction est une pénalité.
- La pénalité est une balle déposée dans un des coins du camp du robot fautif, sur décision de l'arbitre de chaise. La balle est réputée posée même si le temps du match est totalement écoulé.
- Les robots ne doivent pas franchir le filet : Un robot dont une des parties se trouve au-dessus de la bande noire séparant les deux camps est considéré comme ayant franchi le filet. La sanction est une pénalité.
- Si le robot a totalement franchi la ligne de milieu de terrain le match est arrêté et le robot fautif est sanctionné d'un match perdu avec la différence de point maximum.
- Les robots ne doivent pas endommager l'aire de jeu ou présenter de danger pour les spectateurs ou les arbitres. En cas de non-respect la sanction est l'arrêt du match, match perdu pour le robot fautif avec différence de point maximale, puis selon analyse du robot : disqualification ou reprise de la compétition (éventuellement suite à des modifications).
- Les robots ont le droit de propulser la balle dans le camp adverse par tous moyens qui respectent les règles suivantes :
  - Les balles ne doivent pas être éjectées hors du terrain. Toute balle éjectée hors du terrain entraîne une pénalité pour le lanceur, même en cas d'impact de cette balle avec le robot adverse.
  - Le système propulsif :
    - Ne doit présenter aucun danger pour les spectateurs et les participants,
    - Ne doit en aucun cas endommager l'aire de jeu
    - Ne doit pas viser à endommager ou altérer le comportement du robot adverse et/ou de ses balises.

En cas de non-respect la sanction est l'arrêt du match, match perdu pour le robot fautif avec différence de points maximales, puis selon analyse du robot : disqualification ou reprise de la compétition (éventuellement suite à des modifications).

- Le dispositif crève ballon doit répondre aux règles suivantes :
  - Le dispositif ne doit pas être déployé avant le début du match.
  - Le dispositif crève ballon :
    - Ne doit présenter aucun risque pour les personnes et les biens située en arrière ou sur les côtés du ballon, dans un rayon de 50 cm autour du ballon.

- Ne doit en aucun cas endommager l'aire de jeu
- Ne doit pas endommager ou altérer le comportement du robot adverse ou de ses balises.
- Ne doit pas présenter de danger pour le manipulateur du robot avant ou après les 90s.

En cas de non-respect la sanction est l'arrêt immédiat du match, match perdu pour le robot fautif avec différence de points maximales, puis selon analyse du robot : disqualification ou reprise de la compétition (éventuellement suite à des modifications).

- A la fin du temps règlementaire, les robots doivent être immobilisés. En cas de non-respect, on appliquera une pénalité au robot fautif.

- Une fois le robot immobilisé, dans les 10 secondes après la fin du match, le robot peut lancer en l'air (avec un angle de tir qui ne doit pas être décalé par rapport à la normale de plus de 20°) un objet de faible masse et sans danger pour le public. Cette action déclenche l'ajout d'une balle dans le camp adverse.

Rédacteur : Hugues Angelis (Enseignant à l'IUT de Cachan) – Organisation de la coupe GEII et du Festival de robotique de Cachan  
Remerciements : Sophie Colin, Auberie André, Bertrand Manuel, Nicolas Mercadier, Thomas Labois, Bruno Larnaudie

# Un « Serious Game » pour enseigner l'informatique industrielle



Laurence PERRIER, Serge BOUTER (Département GEII-IUT - Bordeaux)  
Luis TAVARES, Daniel CASQUINHA (Instituto Politécnico de Setúbal - Portugal)

## 1 Présentation du contexte

### 1.1 La Licence Professionnelle « MEEDD »

La spécialité « MEEDD » (Maîtrise de l'Énergie, Électricité, Développement Durable) est dédiée principalement aux aspects électriques, dans le domaine des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique. Le diplômé est capable d'effectuer un audit précis sur les coûts de consommation en énergie électrique des entreprises ou des particuliers, de dimensionner une chaîne de production électrique, d'optimiser les performances énergétiques d'origine électrique d'unités industrielles...Le programme de ce cursus comporte un module traitant de l'informatique industrielle et des réseaux. C'est dans ce cadre que s'insère le sujet de TP présenté dans cet article.

### 1.2 Informatique industrielle

L'enseignement d'informatique industrielle dispensé dans le cadre de la licence professionnelle MEEDD permet de donner aux étudiants des notions concernant le réseau TCP/IP et les protocoles « OpenModbus » et « ModBus ». En effet ces protocoles sont fréquemment rencontrés dans la gestion énergétique des bâtiments.

Ce sujet de travaux pratiques reprend et illustre certaines notions abordées en cours : Adressage IP, Adresse IP statique ou dynamique (DHCP), Protocole OpenModbus.

### 1.3 Le « serious game » HOME IO

Cette application développée par la société « Real-games » simule en temps réel ou accéléré une habitation et son environnement. L'opérateur interagit avec les éléments de cette habitation comme dans un jeu vidéo classique.

L'application peut aussi être complétée par des éléments techniques externes. En effet, des objets de l'habitation peuvent être déclarés comme accessibles de l'extérieur. Cette

possibilité offerte par l'application « CONNECT IO » permet alors à des protocoles (OpenmodBus) ou des équipements de commande (Automates Programmables Industriels) de contrôler ces objets (consigne ou mesure de température, éclairage...).

## 2 Le « serious game »

Les étudiants de ce cursus ont suivi une filière technologique avec des spécialités différentes et il en découle une hétérogénéité sur le niveau de ces derniers en automatisme. Aussi la première partie du sujet de TP illustre des concepts de logique combinatoire et séquentielle simple.

### 2.1 La prise en main

Les éléments de l'habitation peuvent être pilotés selon trois modes, câblé, console, externe.

Le mode câblé correspond à un scénario défini. Il s'agit pour les étudiants de se familiariser avec l'environnement « HOME IO » (first-person shooter).

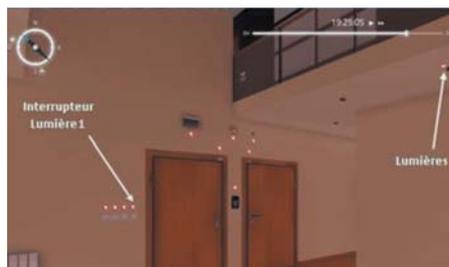


Figure 1 : Home IO

A partir du mode console ou domotique, les étudiants doivent élaborer des scénarii de commandes des éléments de l'habitation. Ce mode s'appuie sur une application « Connect IO » complémentaire à « Home IO » ( voir Figure 2).



Figure 2 : Connect IO

Le développement de ces scénarii de commandes est réalisé à partir d'éléments graphiques représentant des fonctions de logiques combinatoires et séquentielles (Figure 3). Ainsi cette partie outre le fait de se familiariser avec l'environnement permet à certains étudiants de revoir les fonctions logiques de base.

Les exercices proposés abordent :

- l'allumage d'un spot par poussoir et l'extinction de ce dernier après une durée définie,
- l'ouverture et la fermeture d'un volet roulant.



Figure 3 : Programmation du circuit éclairage avec temporisation de 5s

### 2.2 Le Serveur « OpenModbus » et collecte des données

L'application « Connect IO » offre la possibilité de programmer un serveur « OpenModbus » et d'assurer la collecte des informations devant être accessibles de l'extérieur.

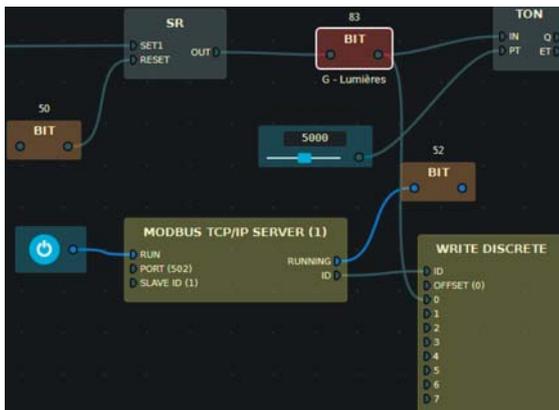


Figure 4 : Lecture de l'état d'un spot

Ainsi le bloc-fonction « ModBus TCP/IP Server » permet de démarrer et de fixer le serveur en écoute sur le port 502.

Puis les blocs-fonctions « Write Discrete » et « Write Register » positionnent comme accessibles en lecture respectivement des booléens (Figure 4) et des entiers 16 bits.

De même les blocs-fonctions « Read Discrete » et « Read Register » positionnent comme accessibles en écriture respectivement des booléens et des entiers 16 bits.

### 2.3 Test de l'application « Home IO » et du serveur « OpenModbus »

Le scénario de commande développé est alors testé à partir d'une application tierce client OpenModbus. Les requêtes « OpenModbus » sont saisies sous la forme d'une suite d'octets

en représentation hexadécimale (Figure 5). La réponse est reçue aussi sous la forme d'une suite d'octets.

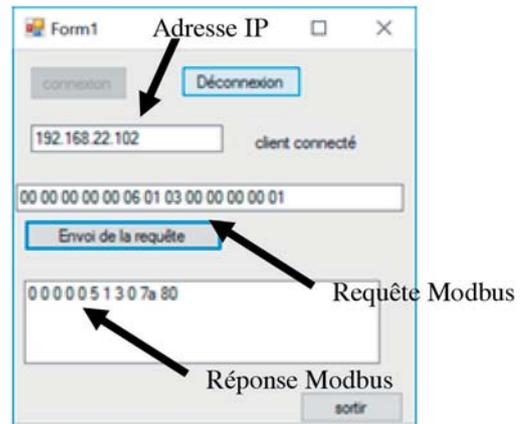


Figure 5 : Application client OpenModbus

Cette phase terminée, les étudiants doivent alors mettre en place un réseau dans lequel l'application « home IO » opère.

## 3 Mise en place d'un réseau

### 3.1 Description matérielle du poste de travail et configuration du matériel

Le poste de travail comporte :

- Un PC équipé du logiciel « home IO ». Ce PC requiert une carte graphique suffisamment puissante pour exécuter cette application.
- Un point d'accès WIFI,
- Un équipement mobile (« smartphone » ou tablette).



Figure 6 : Structure du réseau à mettre en oeuvre

### 3.2 Configuration du point d'accès Réseau tcp/ip

Les étudiants doivent paramétrer le point d'accès WIFI. Celui-ci est caractérisé par une adresse IP, et un identifiant SSID qui peut être diffusé ou non.

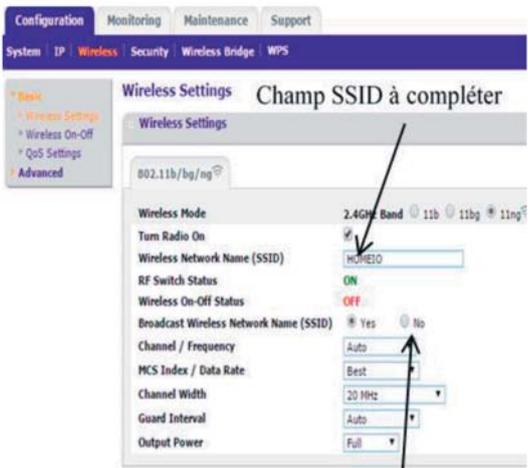
Au départ le point d'accès est configuré par défaut. Ce dernier intègre un serveur WEB permettant d'obtenir une nouvelle configuration via une interface de saisie d'un navigateur.

La connexion au serveur WEB est obtenue par les paramètres suivants : une adresse IP par défaut du point d'accès 192.168.0.100 (masque = 255.225.255.0), un nom d'administrateur et un mot de passe.

Cette phase nécessite aussi un paramétrage réseau du PC pour que ce dernier bénéficie d'une adresse statique différente de celle du point d'accès.



Figure 7 : Configuration réseau du PC



Visibilité de l'identifiant SSID à positionner

Figure 8 : Configuration du point d'accès

Le point d'accès et le PC sont alors connectés par un câble Ethernet et constituent déjà un réseau. Les étudiants doivent encore configurer l'équipement mobile.

### 3.3 L'équipement mobile

Pour obtenir le réseau présenté sur la Figure 6, les étudiants modifient les paramètres réseau de l'équipement mobile. Dans cette partie, une adresse IP statique est affectée à l'équipement mobile.

Il est nécessaire de s'assurer que le contrôle de l'accès à Internet soit inhibé. En effet, la connexion au point d'accès constituant le réseau privé est désactivée si l'équipement mobile détecte l'impossibilité d'accéder à un serveur de nom (ou DNS).

Paramètres IP fixés de façon statique



Figure 9 : Configuration réseau de l'équipement réseau

A ce stade, Les hôtes composant le réseau disposent d'une adresse IP statique. Le réseau est alors opérationnel et les étudiants peuvent le tester. A partir du PC, la connexion physique et logique entre les hôtes peut être vérifiée avec une commande « ping » exécutée à partir du terminal « cmd ».

### 3.4 Mise en oeuvre d'un serveur DHCP

L'administration d'un réseau configuré avec des adresses IP statiques se révèle compliqué. Aussi cette partie doit montrer aux étudiants la possibilité de configuration automatique des hôtes du réseau. Pour cela un serveur DHCP est installé sur le PC. Ce dernier garde ses paramètres IP fixes.

L'application faisant office de serveur DHCP « OpenDHCPServer » doit être configurée à partir d'un fichier « .ini » (Figure 10 contenant toutes les informations nécessaire.

L'hôte (dans le cas du sujet de TP) peut disposer de plusieurs cartes réseau et aussi il est nécessaire de préciser l'adresse de la carte par laquelle le serveur reçoit les requêtes DHCP.

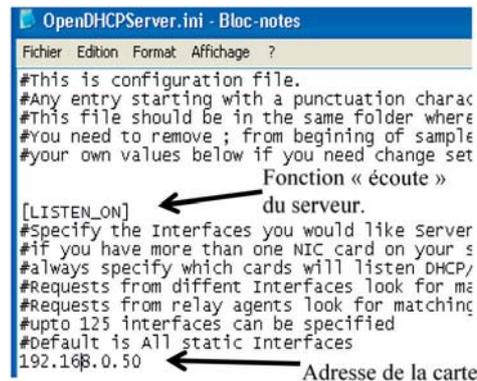


Figure 10 : Interface réseau recevant les requêtes DHCP

Puis les étudiants doivent préciser la plage d'adresse valide localement. Dans le cas du sujet de TP il est demandé de valider une plage pour dix hôtes (Figure 11).

```

OpenDHCPServer.ini - Bloc-notes
Fichier Edition Format Affichage ?
#a RANGE_SET. If this filter is specified it
#Option 118 sent by client. If client sends n
#with relay Agent IP. If not relay agent IP i
#will be matched. You can also override the T

[RANGE_SET]
#This is first and simple DHCP range section
#This example may be good enough for simple/h
#If you need range filters, look at example b
DHCPRange=192.168.0.1-192.168.0.10
;DHCPRange=192.168.5.1-192.168.5.254
#Following are range specific DHCP options.
#You can copy more options names from [GLOBAL.
;SubnetMask=255.255.255.0
;DomainServer=192.168.55.252
;Router=192.168.0.1
#Lease Time can be different for this Range
;AddressTime=360
    
```

Plage d'adresse valide localement

Figure 11 : Adresse disponible localement

L'application « OpenDHCPServer » peut alors être exécutée. Les paramètres contenus dans le fichier « .ini » sont alors lues et le serveur se met en attente de requêtes DHCP.

### 3.5 Nouvelle configuration de l'équipement mobile

Les étudiants doivent revenir sur la configuration réseau de l'équipement mobile et commuter sur « obtention des paramètres IP automatique par DHCP » (Figure 12).



Figure 12: configuration réseau de l'équipement mobile

L'exécution de l'application « OpenDHCPServer » permet d'observer les événements liés à l'attribution de paramètres IP à un hôte souhaitant accéder à un réseau (Figure 13).

L'application serveur « DHCP » en attente d'une requête DHCP

```

Logging: Normal
Warning: No IP Address for DHCP Static Host 00:ff:a4:0e:ef:99 specified
DHCP Range: 192.168.0.1-192.168.0.10/255.255.255.0
Server Name: GEII-SARI4
Detecting Static Interfaces:
Lease Status URL: http://192.168.0.1:6789
Listening On: 192.168.0.50
DHCPREQUEST for 08:73:8d:5b:31:dd (android-19a421ef2df55fc2) from interface 192.168.0.50 received
Host 08:73:8d:5b:31:dd (android-19a421ef2df55fc2) allotted 192.168.0.8 for 36000 seconds
    
```

Attribution de l'adresse IP 192.168.0.8 bail

Figure 13 : réception d'une requête DHCP et attribution de paramètres IP avec bail

## 4 Exploitation du protocole OpenModbus

### 4.1 Application mobile « OpenModbus »

Cette application doit permettre d'appliquer le protocole « OpenModbus » tel que cela a été traité à la question 2.3, mais dans ce cas, à distance via un réseau TCP/IP incluant un équipement mobile. Pour exploiter ce protocole à partir de l'application à leur disposition, les étudiants doivent suivre la procédure suivante :

1. Saisir l'adresse IP de l'hôte sur lequel tourne l'application « Home IO » incluant un serveur « OpenModbus »
2. Activer la connexion au serveur « OpenModbus ».
3. Saisir la trame « OpenModbus » sur le champ « Input the Modbus Request ».

Exemple : soit la trame de requête de lecture d'un mot suivante :

Transaction	Fort : 00	Faible : 00
Protocole	Fort : 00	Faible : 00
longueur	Fort : 00	Faible : 06
Identifiant de l'unité	un octet : 01	
Code fonction	un octet : 04	
Adresse du 1°mot	Fort : 00	Faible : 00
Nombre de mots	Fort : 00	Faible : 01

La trame de requête doit être saisie en représentation hexadécimale. Ainsi le contenu d'un octet est formaté sur 2 chiffres hexadécimaux. La saisie de la trame donnée par le tableau précédent est organisée de la façon suivante :

00 00 00 00 06 01 04 00 00 00 01.

La validation de la saisie est effectuée par un appui sur l'écran tactile.

4. Déclencher l'envoi de la trame « OpenModbus ».

5. Les trames de requête et de réponse sont affichées sur le champ « Modbus Request and Response ». Le contenu de ce champ peut être éventuellement effacé par un appui sur le bouton « Erase Modbus Request and Response field ». Dans le cas d'un temps de réponse supérieur à cinq secondes, apparaît le message « Time Out » ou « dépassement de l'échéance ».

6. Fermer la connexion



Figure 14 : application "OpenModbus"

Les étudiants via des requêtes OpenModbus doivent gérer un spot, l'alarme et le chauffage.

## 5 Conclusion

Ce sujet de TP permet de mettre en application les notions de réseaux abordées pendant le cours. Les étudiants dont le cœur de compétences n'est pas l'informatique industrielle ont la possibilité de configurer un réseau avec des adresses IP soit fixes, soit dynamiques. Les adresses dynamiques deviennent alors un prétexte pour étudier le mécanisme d'attribution d'adresses IP au moyen d'un serveur DHCP.

Le « serious games » permet de bénéficier d'une partie opérative bon marché et dont les possibilités en termes de sujets de TP/TD sont multiples. Les étudiants peuvent aussi à partir de cette application établir des bi-lans énergétiques.

Enfin ce sujet met en œuvre un équipement mobile, qui est devenu un composant usuel dans les systèmes automatisés ou domotiques. De plus ce sujet de TP est une opportunité pour les étudiants d'utiliser leur propre « smartphone », un objet de leur vie quotidienne.

# Devoir de vacances : effet Joule et/ou rayonnement ?



Gérard COUTURIER (Retra t  GEII, IUT Bordeaux)\*  
Hervé RICARD (Recyclé GEII, IUT d'Evry)\*\*

C'est l'histoire de deux amis, Peter et Pierre, plus ou moins scientifiques, plus ou moins bricoleurs, tous deux animés par l'esprit Repair Café, on ne jette rien, on conserve tout, même les charges électriques comme on le verra en suivant. Ils habitent à quelques centaines kilomètres l'un de l'autre. Peter a été étudiant en GEII il y a quelques années déjà, quant à Pierre, d'un âge respectable, il fut un temps enseignant à l'Université. L' t , Peter, bon vivant, a l'habitude de dîner en terrasse avec ses amis mais parmi ceux-ci il y a aussi de nombreux moustiques non invités aux agapes. Depuis un long séjour en Afrique, Peter est particulièrement sensible aux piqures des moustiques. Pour dîner au calme, il a acheté une lampe tueuse d'insectes par électrocution (figure 1). C'est un copain qui lui a recommandé la lampe, tu verras c'est efficace et fiable.



Figure 1 : Photo de la lampe tueuse d'insectes

Un soir, alors qu'il s'apprêtait à profiter de la douceur de l'été, la dite lampe tombe en panne, satan  électronique se dit-il. Peter, se précipite vers sa boîte à outils, en extrait un tournevis et démonte la lampe, il r l ve le schéma (figure 2) et essaie d'en comprendre le fonctionnement pour ensuite tenter de la réparer.

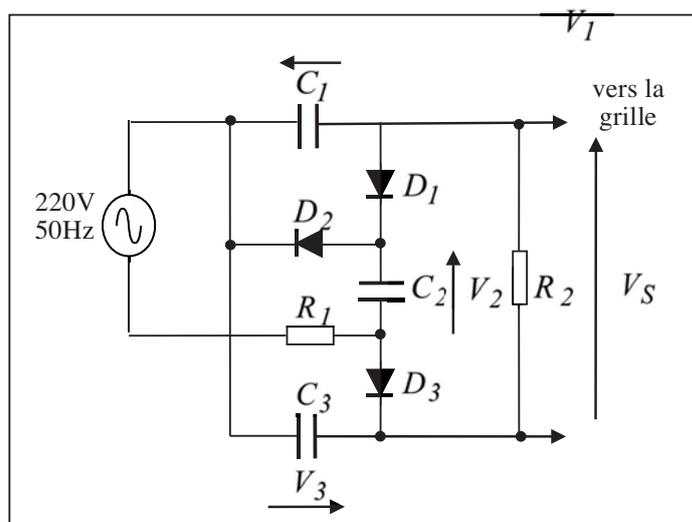


Figure 2 : Electronique associée à la lampe tueuse d'insectes

Peter se jette sur son outil favori de simulation, il met à l'entrée un stimulus alternatif sinusoïdal de  $220\sqrt{2} V$  crête et obtient des signaux qu'il a du mal à comprendre, il voit bien que la tension de sortie  $V_S$  tend vers quelques centaines de Volts, presque mille Volts même ; une chaise électrique pour les moustiques se dit-il. Il aimerait bien comprendre comment fonctionne ce bidule, il a du mal Peter, mais il est t tu, il veut comprendre à tout prix. Il prend contact auprès de son ami Pierre qui a un peu plus de bouteille, ce n'est pourtant pas ce qu'il manquait sur la table de Peter [1]. Pierre reçoit le schéma, et semble reconnaître un multiplicateur de tension par trois, lui il ne connaît que la structure Schenkel,  a y ressemble mais c'est un peu diff rent. Il suggère donc à son ami Peter de faire une nouvelle simulation en :

- 1- appliquant une tension, non pas sinusoïdal, mais carrée et plutôt que d'appliquer  $220\sqrt{2} V$ , il lui conseille  $+300 V$  et  $-300 V$  par exemple, ce sera plus facile à interpréter
- 2- retirant les résistances, toujours pour simplifier pour l'interprétation.

Peter s'exécute et il constate :

- 1- qu'à la première alternance positive  $C_1$  et  $C_2$  se chargent via  $D_1$  et que  $V_1 = V_2 = 150V$
- 2- qu'à la deuxième alternance, négative donc, que  $C_3$  se charge via  $D_3$ ,  $V_3 = 300V$  et reste indéfiniment à cette valeur tout le reste de la simulation
- 3- qu'à chaque alternance négative  $C_2$  se charge via  $D_2$  sous  $300V$ ,  $V_2 = -300V$
- 4- qu'à chaque alternance positive la tension  $V_1$  croit d'une valeur qui diminue au fur et à mesure que le temps s'écoule. Par simulation, il trouve que  $V_1$  tend approximativement vers  $600V$  et que la tension  $V_S = -V_1 - V_3$  tend vers  $-900V$ . Le montage serait donc bien un tripleur de tension.

De son côté, Pierre qui a un vieil ordinateur, hors d'âge presque obsolète même, se met en tête, pendant que le système d'exploitation se charge (vous ne saurez pas lequel), de retrouver par calcul et au crayon à papier les  $-900V$ . Pour chaque alternance positive, il écrit les deux équations suivantes :

$$V_1^n + V_2^n = 300 \text{ et } V_1^n - V_1^{n-1} = V_2^n - V_2^{n-1} \quad (1)$$

où  $n$  et  $(n-1)$  désignent respectivement la  $n^{\text{ième}}$  et  $(n-1)^{\text{ième}}$  alternance positive.

De ces deux équations et du point 3 précédent ( $V_2^{n-1} = -300$ ), il en déduit la relation de récurrence :

$$V_1^n = \frac{V_1^{n-1}}{2} + 300, \text{ là Pierre bloque un peu, il}$$

aimerait bien trouver  $V_1^n$  pour  $n \rightarrow \infty$ , il hésite à téléphoner à Peter qui, plus jeune, doit avoir quelques souvenirs de mathématiques, bon mais à cette heure, il ne doit plus avoir tous ses esprits se dit-il. Il tourne, il vire, essaie de se remémorer les cours sur les séries, ouvre ses bouquins poussiéreux, se décide à écrire  $V_1^{n-1}$  en fonction de  $V_1^{n-2}$ , puis  $V_1^{n-2}$  en fonction de  $V_1^{n-3}$  et redécouvre que le terme général  $V_1^n$  fait

apparaître une suite géométrique de raison  $\frac{1}{2}$  :

$$V_1^n = \left(\frac{1}{2}\right)^n V_1^0 + 300 \sum_{i=0}^{i=n-1} \left(\frac{1}{2}\right)^i, \quad \text{du coup}$$

$V_1^n \rightarrow 2 \times 300 = 600V$  quand  $n \rightarrow \infty$  et donc  $V_S = -V_1 - V_3 = -600 - 300 = -900V$ . Le montage est donc bien un multiplicateur de tension par trois.

Pierre est rassuré, les neurones ont encore un peu de carburant. Il communique le fruit de son travail à Peter, celui-ci a du mal avec la deuxième équation (1), il ne comprend pas pourquoi on peut écrire :

$V_1^n - V_1^{n-1} = V_2^n - V_2^{n-1}$ . Pierre lui dit qu'il utilise le principe de conservation de la charge, ben oui, à chaque alternance positive la quantité d'électrons répartis entre l'électrode supérieur de  $C_2$  et l'électrode de gauche de  $C_1$  reste constante. Il suffit donc d'écrire, à chaque alternance positive, que  $\Delta Q_1 = \Delta Q_2$ ,  $\Delta Q_1$  et  $\Delta Q_2$  étant les variations de charge de  $C_1$  et  $C_2$ , soit  $C_1 \Delta V_1 = C_2 \Delta V_2$  et comme  $C_1 = C_2$  alors  $\Delta V_1 = \Delta V_2$  d'où la relation :  $V_1^n - V_1^{n-1} = V_2^n - V_2^{n-1}$ .

Peter reste dubitatif, il a bien entendu parler du principe de conservation de la charge, rien ne disparaît, tout se conserve. Peter a toujours eu un peu de mal avec l'électrostatique, les composants passifs, il n'a jamais bien compris la différence par exemple entre courant de fuite et pertes diélectriques dans les condensateurs. Il n'ose pas demander à Pierre, car il pense qu'il devrait savoir, erreur, alors il cherche sur internet, il va sur les forts rhums, si ces derniers assurent l'ivresse ils donnent par contre rarement la solution du problème. Il entre « décharge d'un condensateur dans un autre condensateur » dans le moteur de recherche et même « capacitor discharge through another capacitor », eh oui, Peter a fait un stage au Royaume Uni, il est maintenant à l'aise en anglais. C'est un sujet encore fortement débattu, même de nos jours, non pas à cause de la conservation de la charge que Peter a finit par accepter à défaut d'avoir compris, mais à cause d'un problème relatif à l'énergie lors du transfert des charges entre deux condensateurs. Effectivement, quand un condensateur, initialement chargé, est déchargé dans un autre, le bilan énergétique fait apparaître un déficit d'énergie, surprenant ? Pour faire simple supposons que les deux condensateurs sont de même capacité  $C_1$  (figure 3).

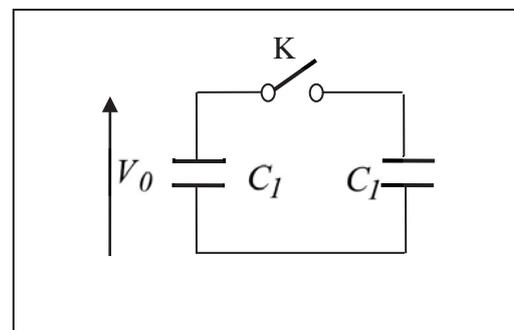


Figure 3 : Le condensateur  $C_1$ , chargé sous  $V_0$ , est déchargé dans un autre condensateur après fermeture de l'interrupteur  $K$

Peter se souvient que l'énergie stockée dans un condensateur se met sous la forme générique  $\frac{1}{2} CV^2$ .

Il applique ce résultat au schéma de la figure 3. Il écrit qu'avant la fermeture de l'interrupteur K, le condensateur de gauche stockait l'énergie

$$W_{init} = \frac{1}{2} C_1 V_0^2.$$

Après fermeture de l'interrupteur K, il applique ce que lui a appris Pierre, à savoir que la charge reste constante, il en déduit que :

$$C_1 V_0 = 2 C_1 V_f \text{ avec } V_f \text{ la tension aux bornes des}$$

condensateurs un fois K fermé, d'où :  $V_f = \frac{V_0}{2}$ . Il

calcule maintenant l'énergie stockée dans les deux condensateurs, il trouve :

$$2 \frac{1}{2} C_1 \left( \frac{V_0}{2} \right)^2 = \frac{1}{4} C_1 V_0^2 = \frac{W_{init}}{2},$$

soit la moitié de l'énergie initiale  $W_{init}$ , surprenant non !

Peter, devient fébrile, il appelle vite fait son ami Pierre et lui signale le problème. Pierre en vieux routard de la science, lui répond que l'énergie est dissipée par effet Joule dans les fils conducteurs, il lui conseille d'insérer une petite résistance  $R_I$  en série avec les deux condensateurs et de calculer l'énergie dissipée par effet Joule, il trouvera que cette énergie

$$\text{est bien égale à } \frac{1}{4} C_1 V_0^2 = \frac{W_{init}}{2}.$$

Peter reprend confiance en lui, il s'exécute, il écrit le courant  $I(t)$  dans le circuit :  $I(t) = \frac{V_0}{R_I} e^{-t/\tau_I}$  avec

$$\tau_I = \frac{R_I C_1}{2},$$

ça il sait faire, ensuite il calcule l'énergie dissipée par effet Joule, soit  $W_f = \int_0^\infty R_I I^2(t) dt$  et il

trouve effectivement  $\frac{1}{4} C_1 V_0^2$ . Peter, fière de lui,

contacte Pierre pour lui annoncer qu'il avait trouvé le bon résultat, Pierre le félicite, mais Pierre a un petit doute il n'en fait cependant pas état à Peter qui savoure son succès, il a réussi à calculer une intégrale !

En effet Pierre doute, en fin de carrière, il avait enseigné quelques rudiments de CEM et parmi ces rudiments il se souvient que fils, boucles, parcourus par des courants variables rayonnent. Et si la perte d'énergie était due au rayonnement plutôt qu'à l'effet Joule ? Maintenant que le système d'exploitation est chargé, il lance une recherche avec les mots clés « discharge capacitor radiation energy », Pierre parle aussi l'anglais, en vieux renard, il sélectionne un article, celui de K. T. McDonald [2] de l'université de Princeton, du sérieux se dit il. L'article s'intitule « Capacitor Paradox », c'est en fait un exercice proposé aux étudiants et il y a même la correction. McDonald calcule l'énergie dissipée uniquement par rayonnement dans un circuit de rayon  $a$  comme le

montre la figure 4(a), il ne tient pas compte de la résistance des fils ni de l'inductance  $L$  du circuit. Sur cette base, Pierre décide de calculer les énergies  $W_J$  et  $W_{rad}$  dissipées respectivement par effet Joule et par rayonnement. Au circuit de McDonald (figure 4-b), il ajoute donc la résistance  $R_I$  pour prendre en compte la résistance des fils responsable de l'effet Joule, la résistance  $R_{rad}$  est quant à elle associée aux pertes par rayonnement.

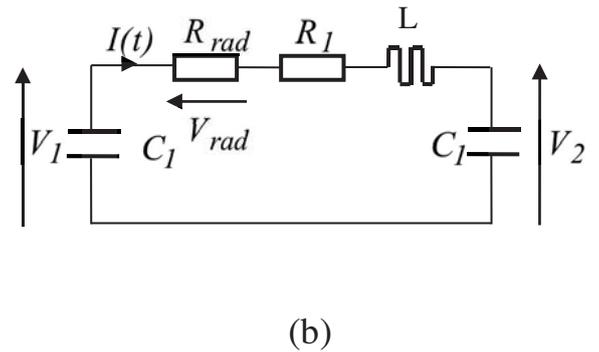
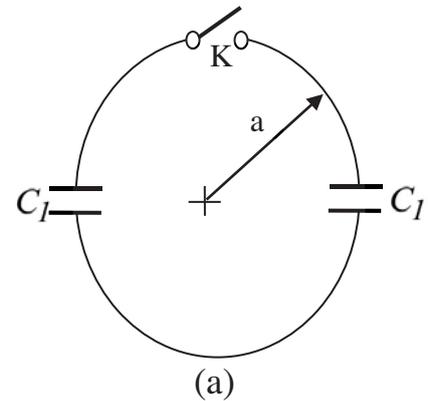


Figure 4 : (a) Circuit circulaire pour l'étude de la perte d'énergie lors du transfert des charges entre deux condensateurs, (b)  $R_{rad}$  et  $R_I$  sont respectivement les résistances de rayonnement et des fils du circuit

Pourquoi choisir un circuit circulaire ? Tout simplement parce qu'il est facile de calculer, dans cette géométrie, la puissance  $P_{rad}$  rayonnée par un dipôle magnétique [3] :

$$P_{rad} = \frac{\mu_0 (\ddot{m})^2}{6\pi c^3} \tag{2}$$

avec  $m = \pi a^2 I(t)$  le moment magnétique.  $I(t)$  est le courant dans le circuit,  $c$  et  $\mu_0$  sont respectivement la vitesse de la lumière et la perméabilité du vide. La puissance rayonnée est donc proportionnelle au carré de la dérivée seconde du courant.

Les grandes étapes du calcul sont les suivantes :

1- On écrit l'équation de la maille du circuit de la figure 4-b

2- Compte tenu des faibles valeurs des résistances  $R_I$  et  $R_{rad}$ , on fait l'hypothèse que le circuit est sous amorti (hypothèse vérifiée en fin de calcul), on cherche donc, pour le courant  $I(t)$ , une solution de la forme :  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau} \sin(\omega t)$  avec

$$\omega \approx \sqrt{\frac{2}{LC_1}} \text{ et } \tau = 2 \frac{L}{(R_{rad} + R_I)} \text{ où } I_0 = \frac{V_0}{L\omega}, V_0 \text{ est}$$

la tension initiale du condensateur  $C_1$  à gauche.

3- On calcule  $\ddot{I}$ , moyennant quelques approximations justifiées, on obtient  $\ddot{I} \approx -\omega^2 I$ , on en

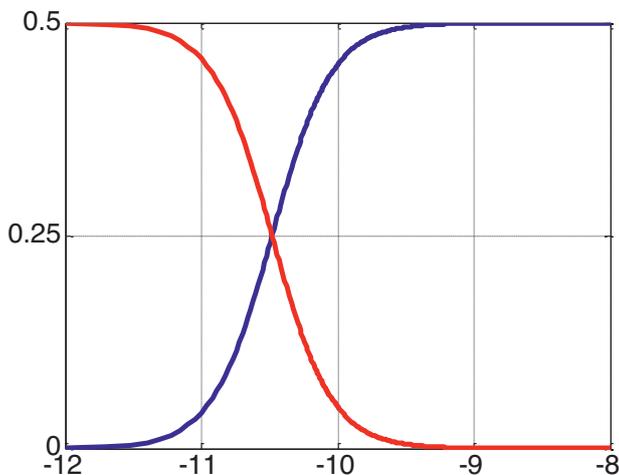
$$\text{déduit alors } R_{rad} = \frac{\mu_0 \pi a^4 \omega^4}{6c^3}.$$

4- Les énergies  $W_J$  et  $W_{rad}$  sont ensuite calculées par intégration (aucune approximation pour ces calculs).

Pour l'application numérique, Pierre choisit un circuit type de rayon  $a = 2 \text{ cm}$  et un fil de cuivre de diamètre  $\phi = 1 \text{ mm}$ , la résistivité du cuivre est égale à  $\rho = 10^{-8} \Omega m$ , d'où  $R_I = 1,6 \cdot 10^{-3} \Omega$ , l'inductance

$$L = \mu_0 a \left[ \text{Ln} \left( \frac{8a}{\phi/2} \right) - 2 \right] \approx 95 \text{ nH}.$$

Les variations de  $\frac{W_J}{W_{init}}$  et  $\frac{W_{rad}}{W_{init}}$  en fonction de la capacité  $C_1$  sont reportées sur la figure 5.



**Figure 5 :** Variations de  $\frac{W_J}{W_{init}}$  et  $\frac{W_{rad}}{W_{init}}$  en fonction de la capacité  $C_1$

Que constate Pierre? Pour les faibles valeurs de  $C_1$ , le rayonnement domine, en effet si  $C_1$  est faible la pulsation  $\omega$  est grande ainsi que la résistance  $R_{rad}$ . Pour les valeurs numériques choisies, les énergies dissipées par effet Joule et par rayonnement sont à peu près égales pour  $C_1 \approx 30 \text{ pF}$ .

Pierre, satisfait de son résultat qui semble faire sens, rappelle Peter pour lui dire que l'effet Joule n'est probablement pas le seul effet en cause, il y a aussi du rayonnement. Pierre lui dit qu'il s'est inspiré du papier de McDonald qu'il trouvera sur le web, en l'informant que celui-ci n'a pas utilisé le système SI mais le système dit « Gaussian system » ce qui ne facilite pas la lecture et qu'il a négligé  $R_I$  et  $L$ , en conséquence l'énergie manquante lors du transfert des charges est entièrement perdue par rayonnement. Pierre lui fait parvenir une copie de son travail où les calculs sont faits dans le système SI.

Quelques jours après, Peter rappelle Pierre pour lui dire que finalement il a presque tout compris, que c'était une bonne révision sur les circuits, il a juste eu des difficultés à comprendre la relation (2) exprimant la puissance rayonnée par un dipôle magnétique. Pierre lui dit qu'effectivement la démonstration n'est pas très facile, qu'elle nécessite des connaissances en électromagnétisme qu'il n'a probablement pas, il lui rappelle quand même qu'un courant constant crée bien un champ magnétique mais ne rayonne aucune puissance, seule une variation de courant peut créer des champs magnétique et électrique et donc de la puissance.

Ah oui, la panne c'était une soudure à refaire !

\*<https://gerardcouturierpageperso.jimdo.com/?logout=1>  
\*\* [h.ricard@iut.univ-evry.fr](mailto:h.ricard@iut.univ-evry.fr)

[1] Modération étant absent à la soirée, alors ils ont bu avec passion

[2][http://www.hep.princeton.edu/~mcdonald/examples/two\\_caps.pdf](http://www.hep.princeton.edu/~mcdonald/examples/two_caps.pdf)

**NB :** Le rayonnement des dipôles électriques, constitués par les deux condensateurs, est négligé car la charge électrique est constante.

[3] Introduction to electrodynamics, D. J. Griffiths, p. 482, fourth edition, 2013

**NB :** Un dipôle magnétique est tel que le rayon  $a$  doit être très inférieur à la longueur d'onde pour que le phénomène de propagation puisse être négligé, autrement dit le courant est le même en tous les points du circuit.

## VIE DES DÉPARTEMENTS

# Les compétences transversales de la communication pour un DUT GEII au service de l'entreprise du futur



Florence HENON (GEII Chartres)  
florence.henon@univ-orleans.fr

### Introduction

Nous vivons une mutation sociétale importante et nous avons besoin, pour une question de survie, d'une nouvelle vision économique pour le monde. Aujourd'hui, l'industrie connaît sa quatrième révolution, la numérisation poussée à l'extrême des échanges économiques et productifs, qui se retrouve dans un système global interconnecté. Cela signifie que la manière de travailler va fondamentalement changer (Jauneau, 2014) puisque nous nous dirigeons vers une convergence, une fusion entre le monde virtuel et le monde réel, avec une accélération complète.

A partir d'un travail de prospection, de recherche-action dans différents secteurs d'activités et types d'entreprises liés au monde professionnel du Génie Electrique et Informatique Industrielle, à l'appartenance d'un groupe de travail sur les compétences dans le secteur de la Parfumerie-cosmétique pour la Cosmetic Valley, pôle de compétitivité, 1<sup>er</sup> centre mondial de ressources en cosmétique, afin d'établir un nouveau référentiel de compétences, à deux conventions actives avec Guerlain et Enédis, un séminaire sur les métiers du GEII au service de l'efficacité énergétique, grâce aux études réalisées par Gimelec et IFM, j'ai concentré mon étude sur les compétences transversales en communication pour un DUT GEII au service de l'entreprise du futur. Ce travail s'inscrit dans une démarche globale de recherche SIC en communication interne.

Je me suis demandée quels changements l'enseignement de la communication dans un DUT secondaire allait vivre pour que les étudiants GEII diplômés puissent, non seulement continuer à être appréciés par leurs différents savoirs techniques et scientifiques, mais aussi par leurs savoirs communicationnelles en lien direct avec les domaines professionnels GEII et donc les métiers. Je me suis donc posé les questions suivantes : quelles sont les compétences SIC requises et en devenir que les entreprises vont rechercher ? Pourquoi ? Quels sont les nouveaux codes de la communication de ce qu'on appelle communément le « Made in digital » ? Comment la communication, discipline transversale en GEII, va pouvoir à la fois anticiper les demandes des industriels et intervenir pour faciliter l'insertion professionnelle ou la poursuite d'études de ces étudiants ? Pour commencer à répondre à ces interrogations, nous définissons les termes suivants :

## Compétence, Connaissance, Capacité

Puis, dans un second temps, nous mettrons en exergue le résultat des demandes des industriels et la déclinaison des compétences SIC pour le DUT GEII. Ce travail ne se veut pas exhaustif car aujourd'hui, nous savons, et les professionnels nous le rappellent régulièrement, que nous ignorons quels seront les métiers de demain, même si on a, cependant, déjà quelques idées. Cette étude est aussi en cours car d'autres rencontres avec les industriels sont programmées et le travail sur les compétences avec le pôle de compétitivité (CV) n'est pas encore terminé. Cette présentation permettra aussi, je l'espère la mise en place des modules de communication voire de PPP dans le ou les futur (s) PPN GEII.

### Développement

Nous développerons ici le cadre théorique qui définira les différents concepts étudiés, liés à la fois aux compétences et à l'industrie 4.0.

#### 1.1 - Cadre théorique

##### 1.1.1 Les compétences et les capacités

Nous appuyons cet exposé principalement à partir de la littérature de nos collègues belges de l'université de Louvain mais aussi à partir d'une réflexion du ministère de l'éducation nationale et de l'enseignement supérieur français au cours de la dernière décennie.

Le concept de compétence relève du glissement du paradigme d'une école centrée sur l'acquisition des connaissances vers celui d'une école centrée sur le développement des compétences (Louvain, 2000). Cela se situe dans les années 1990 environ avec une variation selon les pays. Il a fallu passer d'un apprentissage centré sur les matières à un apprentissage centré sur l'étudiant apprenant ; d'un apprentissage centré sur des acquis peu mobilisables à un apprentissage centré sur un potentiel d'action ; un apprentissage de connaissances à un apprentissage de savoir-faire et de savoir-réfléchir.

Cette pédagogie centrée sur les compétences donne la priorité aux possibilités qu'a l'étudiant de faire face à des situations concrètes, appelées aussi situations problèmes. Dans la perspective des compétences, on insiste sur les savoirs, savoir-faire et savoir-être pertinent pour répondre à telle ou telle situation. Les compétences sont alors organisées en système. Pour comprendre comment on passe du savoir à la compétence, nous allons définir les différents savoirs, la connaissance, la compétence mais aussi la capacité.

**Le savoir** est une donnée, un concept, une procédure ou une méthode qui existe à un moment donné et qui est généralement codifié dans des ouvrages de références. L'acquisition d'un savoir suppose un processus continu d'assimilation et d'organisation de connaissances par le sujet concerné. On parle entre autre, de savoir-être, savoir-faire. Le savoir répond à la question « je sais, je connais, j'ai appris... ». Je sais programmer en langage C, je sais rédiger un texte argumentatif court, je connais la loi d'Hom, je connais les codes de la communication non verbale, j'ai appris le schéma de Jakobson.

**La connaissance** est indissociable d'un sujet connaissant. Une personne qui intériorise un savoir le transforme en connaissance et donc construit cette connaissance. Cependant, un connaisseur ne peut pas se confondre avec un savant car il n'a pas l'expérience de la recherche qui caractérise ce dernier. La connaissance relève à la fois de l'être et du singulier.

**Le savoir-faire** répond à la question « je suis capable de + un verbe d'action ». C'est ce que j'ai fait, j'ai réalisé, j'ai exécuté. Donc, on a le schéma suivant : mes Capacités + un verbe d'action. Je suis capable de réaliser une carte CAO. Je suis capable de rédiger un rapport de stage, de faire un exposé dans un domaine GEII.

**Le savoir-être** répond à la question « je suis ou je ne suis pas, on dit de moi que je suis... ». La situation est décrite par les autres (familles, parents, amis, relation de travail...). Ce sont les qualités que j'ai mise en œuvre et qui sont perçues et reconnues par les autres. Dans ce cas, j'ai le schéma suivant : un adjectif me qualifiant. Je suis ponctuel, je suis organisé dans mon travail, dans mon projet.

L'association des trois savoirs aboutit à la notion de compétence et un travail sur les compétences permet de mieux se connaître soi-même pour cibler et optimiser une poursuite d'études, une insertion professionnelle et autre. Cette trilogie permet de faire face à une catégorie de situations, de s'adapter, de résoudre des problèmes et de réaliser des projets.

**La capacité** est l'aptitude à faire quelque chose, une activité qu'on exerce (identifier, comparer, mémoriser, analyser, synthétiser, classer...). En pédagogie, c'est la notion qui est généralement constitutive de la compétence et le synonyme de savoir-faire. Les capacités sont des hypothèses que nous formons sur ce que doivent développer des étudiants à travers une formation (Gillet, 1991).

**La compétence** est un terme polysémique qui, selon les disciplines, peut prendre des sens différents. Pour les chercheurs en sciences de l'éducation de l'UCL de Louvain la compétence est la mobilisation des ressources cognitives, affectives, motrices, conatives... de l'apprenant pour faire face à des situations-problèmes, réaliser des projets et résoudre des tâches significatives. On peut donc dire que la compétence est liée à un métier, à une profession, à un statut, à une situation professionnelle ou une situation sociale de référence. De même, on sait que chaque compétence inclut un domaine (regroupement de capacités, connaissances et/ou attitudes) et un item (élément constitutif d'un domaine).

Une compétence est donc :

- Un savoir identifié (Meirieu, 1988) qui met en jeu une ou des capacités (associer une classe de problèmes identifié dans un programme de traitement déterminé).
- Un savoir mobilisé (Boterf, 1997).
- Un savoir agir complexe prenant appui sur la mobilisation et la combinaison efficace d'une variété de ressources internes et externes dans une même famille de situations (Tardif, 2005). La compétence est donc opératoire, finalisée et elle est indissociable d'une activité. Elle est structurée car elle combine les savoirs agir, les vouloirs agir et les pouvoirs agir. On devient

compétent par construction personnelle et sociale.

- Un ensemble intégré et fonctionnel de savoirs, savoir-faire, savoir-être et savoir devenir qui permettront, face à une catégorie de situations, de s'adapter, de résoudre des problèmes, de les anticiper et de réaliser des projets.
- Un ensemble de comportements potentiels (affectifs, cognitifs, psychomoteurs) qui permettent à un individu d'exercer efficacement une activité considérée souvent comme complexe.

Les objectifs d'une formation décrivent une compétence globale comme par exemple être capable de comprendre la communication des organisations. Celle-ci est elle-même divisée en sous-compétences ou objectifs intermédiaires (être capable de produire des supports de communication efficaces en contexte professionnel) puis en micro-compétences ou objectifs spécifiques (être capable de rédiger un cahier des charges).

Compétence globale	Compétences intermédiaires	Micro-compétences
Comprendre la communication des organisations	Produire des supports efficaces de communication	Rédiger un cahier des charges

Certains différencient les compétences de haut niveau (savoir concevoir une stratégie de communication plurielle multi-supports...), des compétences spécifiques (maîtriser les procédures de la communication argumentative, la rédaction d'un rapport de stage) voire des compétences relationnelles, comportementales liées au travail de groupe, à l'engagement, à la prise de responsabilité etc...

On peut affirmer que les compétences s'acquièrent de façon spiralaire car il y a les grandes compétences et les plus spécifiques (selon les modules, on peut avoir 2, 3, 4 niveaux de spécification). De plus, l'enseignant doit revenir régulièrement sur les mêmes grandes compétences pour faciliter leur acquisition. Cela signifie qu'il doit construire des situations de contextualisation, de décontextualisation, de recontextualisation pour transmettre à terme chez l'apprenant un savoir-faire adaptable.

Dans un département universitaire, j'imagine une situation de départ (projet, défi, problème...) qui amène à des activités (structurante, globale et on alterne) dont le but est de résoudre le problème donné ou de maîtriser la situation de contextualisation. L'étudiant, de son côté va mobiliser des connaissances et des savoirs qui, une fois intégrés, se structurent en compétences de différents niveaux.

Les points forts que nous pouvons retenir pour synthétiser la compétence sont: la mobilisation d'un ensemble de ressources diversifiées internes (connaissances, capacités, habiletés) et externes (documents, outils, personnes) renvoyant à la complexité de la tâche et au caractère global et transversal de la compétence. Les compétences s'exercent dans des situations contextualisées mais diversifiées qui impliquent un processus d'adaptation (et non de reproduction de mécanismes) et de transfert d'une situation à l'autre. Une compétence est opérationnelle dans un cadre curriculaire (structure, horaire, programme, pratiques pédagogiques, didactiques, matériel) et c'est ce qui donne toute son importance à la situation d'apprentissage.

## 2. Méthodologie et déclinaison

### 2.1 Le corpus

Il est constitué de nombreuses entreprises de tous les secteurs d'activités du Génie Electrique et de l'Informatique Industrielle, toutes structures confondues (groupe, IT, PME et TPE) : on passe ainsi de l'électricité, des énergies, de l'électronique, de l'informatique, des réseaux à l'agroalimentaire, le médical, l'aéronautique, le spatial, les télécommunications, la cosmétique, les bureaux d'études à des grands groupes industriels. Ils ont

tous été interrogés à la fois sur leurs attentes en termes de compétences communicationnelles et sur les futures compétences transversales à pourvoir.

## 2.2 Les compétences demandées par les entreprises

A travers cette étude, ces rencontres et ce groupe de travail, les entreprises ont listé dans un premier temps, un ensemble de compétences souhaitées et les plus utilisées en entreprise. Nous verrons que le PPN GEII en a déjà incluses un nombre certain mais qu'il reste encore à intégrer. De plus, ces dernières induisent des compétences intermédiaires et micros. Il faut aussi se poser la question : comment décliner ces nouvelles compétences en savoir, savoir-faire et savoir-être. Nous savons cependant que cette liste entraînera un ajustement régulier de notre part. Les nombres entre parenthèses correspondent à des modules du PPN GEII.

**Tableau récapitulatif des compétences**

Opérationnelles	Transversales	Comportementales
Animer une réunion (4303)	Evaluer et hiérarchiser des besoins	Autonomie et confiance en soi (1303)
Animer une équipe	Expliciter les besoins et les prioriser	Capacité d'adaptation
Superviser le travail	Exprimer et structurer des idées, une pensée (1303-2303)	Capacité d'écoute (1303)
Appliquer des normes, des procédures, des règles	Piloter un projet	Capacité de raisonnement analytique (2303)
Apporter des réponses à des besoins spécifiques	Travailler en équipe	Esprit d'équipe
Communiquer et faire preuve de pédagogie (2303-4303)	Connaître la culture du domaine	Motivation
Savoir former les nouveaux arrivants	Réaliser des synthèses de documents (2303).	Respecter les normes et les consignes
Briefing et retour d'expérience	Rédiger des rapports et des documents professionnels (3303)	Sens du compromis
	Résoudre des problèmes.	Créativité, sens de l'innovation
	Améliorer les problèmes récurrents	Curiosité intellectuelle
	S'exprimer en public (1303-2303-3303-4303)	Grande réactivité
	Savoir gérer l'urgence, le stress, les aléas.	Rigueur et fiabilité
	Savoir planifier	Sens critique
	Savoir rendre compte (2303)	Sens de l'initiative
	Structurer son travail	Sens de l'organisation
	Traiter de l'information	Sens de la confidentialité (4303)
	Transmettre des connaissances	Sens relationnel
	Transmettre des informations	
	Travailler en équipe (4303)	
	Utiliser des outils bureautiques (2303-3303-4303)	

## 2.3 La déclinaison des compétences transversales SIC pour un DUT GEII

Nous déclinerons les compétences transversales SIC en 3 compétences globales essentielles nécessaires, pour intégrer dans de bonnes conditions, l'entreprise 4.0. :

- techniques de communication,
- communication des organisations,
- communication internet et multimédia.

## Conclusion

La révolution industrielle et la mutation sociétale que nous vivons, ont des impacts directs sur le travail, la recherche et la pédagogie. Nous retiendrons l'importance transdisciplinaire et collaborative au sein même de l'entreprise 4.0 des SIC, des données (flux, analyse, stockage, éthique, responsabilité...) et de la réflexion en cours sur de nouvelles méthodes pédagogiques pour nos étudiants. Cette étude n'est pas terminée et dès à présent, on peut se demander quels logiciels vont être utiles aux SIC en GEII ? Quels sont les algorithmes dont les SIC auront besoin ?

## Bibliographie

- Gillet P, 1991, (dir) *Construire la formation*. ESF éditeur, p.78.
- Jauneau Vincent, 2014. *Industrie 4.0 un an après*. Interview le 15 octobre 2014. [www.gimelec.fr](http://www.gimelec.fr)
- Mérieu Philippe, 1988. *Apprendre oui mais comment ?* ESF éditeur, p.153-154 et 181.
- Le Boterf Gilles, 1997. *De la compétence à la navigation professionnelle*. Edition d'organisation. Paris.
- Paquay Léopold, Carlier Ghislain, Collès Luc, Hyunen anne-Marie, 2000. *L'évaluation des compétences chez l'apprenant*. Actes de colloque. Collection Recherche en formation et en didactique. UCL PULouvain.
- Perrenoux Jacques, 1998. *Construire des compétences dès l'école*. ESF, 2<sup>e</sup> édition. Paris
- Raynal Françoise, Rieunier Alain, 1997. *Dictionnaire des concepts clés : apprentissage, formation, psychologie cognitive*. ESF éditeur.
- Tardif Jacques, 2005. *L'heure pédagogique*. Réseau de valorisation de l'Enseignement de l'Université de Laval.

# Quelle place pour le robot dans le monde des hommes ?



Guillaume GUEGAN (Université de Toulouse)  
gguegan16@gmail.com

En 2016, on a fêté le cinquantenaire des IUT, et on a raconté les débuts de l'aventure, l'ouverture de l'enseignement universitaire à la technologie en 1966.

En 2017, on peut regarder du côté du futur de cet enseignement de la technologie dans les IUT.

Plutôt que de philosopher un peu théoriquement sur l'avenir de la technologie, nous avons choisi au Département GEII de l'IUT d'Angers de proposer aux étudiants une réflexion concrète sur la place du robot dans notre monde.

C'est ainsi que Guillaume Guegan, Docteur en droit de l'Université de Toulouse, a donné à Angers le 20 Mars 2017 une conférence intitulée « Quelle place pour le robot dans le monde des hommes ? ». Les termes essentiels de cette conférence sont rapportés dans le texte qui suit.

## Introduction

« La place des robots dans le monde des hommes », est une question on ne peut plus intéressante et passionnante car il s'agit peut-être déjà de la problématique du 21<sup>e</sup> siècle. Elle fera en tout cas partie, de façon certaine, des problématiques majeures du siècle.

À première vue, on pourrait penser qu'il faille, pour répondre à cette question, adopter une réflexion, scientifique, robotique, voir philosophique, mais aucunement juridique. Pourtant dans un monde de lois, le droit est à la base de toutes les innovations car il conditionne le développement technologique de tous les secteurs.

Pour répondre à la place des robots dans le monde des hommes, la première approche doit être juridique, en réalité il faudrait quelque peu reformuler la question car en s'interrogeant sur la place des robots dans le monde des hommes, la véritable question posée est la place des robots dans notre ordre juridique.

Derrière le sujet de cette conférence se cache donc la qualification juridique des robots car de cette dernière découlera l'ensemble des règles applicables au secteur qui vont venir conditionner le développement économique, scientifique de la robotique et déterminer in fine la place des robots dans notre environnement.

Pourquoi cette problématique est aussi importante ? Tout simplement parce que s'il l'on pouvait faire une rapide observation, on pourrait à l'heure actuelle remarquer que partout dans le monde, dans tous les secteurs de la société, la science converge vers l'intelligence apportée aux objets et aux machines. L'informatique, révolution technologique du 20<sup>e</sup> siècle, débouche aujourd'hui sur la robotique et l'ordinateur interagit avec nous.

D'ailleurs, selon l'Organisation des Nations Unis, la robotique sera la révolution technologique du 21<sup>e</sup> siècle, tout comme l'automobile et l'informatique au siècle précédent. Certains auteurs

parlent de « rovolution<sup>1</sup> ». Si l'on pouvait faire une rapide observation, on pourrait remarquer qu'aujourd'hui déjà, les robots domestiques nettoient la moquette, tondent le gazon, ils font des pubs pour des voitures, et dans les toutes prochaines années, ils vont devenir incontournables dans le domaine de l'assistance aux personnes âgées ou pour favoriser l'éducation des enfants.

Le terme de robotique recouvre toutefois une réalité très complexe, cela notamment parce qu'il est impossible de définir avec précision ce qu'est un robot puisque cette définition évolue au gré des évolutions technologiques. D'ailleurs, les mots de Josef Engelberger, un des pères de la robotique, sont éloquentes, il disait : « Je ne sais pas définir un robot mais je sais reconnaître un robot quand j'en vois un ».

Quoi qu'il en soit, tous les robots différeront en fonction de plusieurs critères que l'on retrouvera dans toutes les définitions. Ils différeront en fonction :

- De leur nature
- De leur niveau d'autonomie
- De leur domaine d'application
- ET SURTOUT du type de relation qu'ils sont susceptibles d'avoir avec l'homme.

De ces critères découle donc une réalité robotique extrêmement différente. Par exemple, les drones aériens ne se caractérisent de prime abord pas en fonction de leur interaction avec l'homme alors que ce sera la caractéristique la plus importante pour les androïdes.

Ce critère de l'interaction homme / machine est crucial dans notre problématique concernant la place du robot dans le monde des hommes car dans un avenir très proche le robot va devenir un « intime » de l'homme, il va apprendre et son comportement va se modifier en fonction de ses expériences vécues, ou des leçons qu'il aura choisi de retenir ou qui lui auront été enseignées, cela grâce à l'intelligence artificielle. Par ce biais, à travers son développement et sa diversité, la robotique constitue un réel levier économique qu'il est difficile d'appréhender et ce que ce soit pour les juristes, les ingénieurs, économistes etc.

C'est dans ce contexte qu'intervient la question du droit puisque pour se développer et pour que le robot puisse trouver sa place dans l'environnement humain, la robotique implique de trouver un délicat équilibre entre les intérêts des utilisateurs de robot et ceux des professionnels. Ce défi est celui de l'acceptabilité afin que le droit puisse être mesure d'intégrer le robot dans le tissu social humain et c'est cette problématique que je vais aborder afin de répondre à la question qui nous est posée aujourd'hui à savoir : quelle est la place des robots dans le monde des hommes.

En France comme en Europe, les cadres réglementaires et éthiques sont encore assez flous... Il n'y a pas de cadre juridique

<sup>1</sup> B. Bonnel, « Viva la rovolution », JC Lattès éd.

spécifique à la robotique mais un empilement de réglementations, puisqu'il n'existe pas de cadre unitaire.

A partir de ce constat, mon développement s'articulera autour de deux parties.

- Dans un premier temps je m'attacherai à observer les problématiques juridiques, des problématiques concrètes, auxquelles la robotique d'aujourd'hui est confrontée.

- Dans un deuxième temps il s'agira de déterminer la solution à ces problématiques car de la résolution de ces dernières on pourra déterminer, déduire, la place des robots dans le tissu social humain.

## Partie I

L'acceptabilité juridique de la robotique, qui va servir à déterminer la place des robots dans notre monde, pose principalement deux problématiques :

- La première problématique est relative à la question de la responsabilité car elle conduit à s'interroger sur les transferts de responsabilité possibles de l'utilisateur vers le fabricant du robot et ce à mesure que le degré d'autonomie du robot s'accroît.

- La deuxième est celle de la légalité éventuelle de certains dispositifs car certains types de robots, en environnement professionnel comme domestique, peuvent poser des questions relatives aux libertés individuelles et notamment au respect de la dignité de la personne humaine et de sa vie privée.

L'enjeu de ce développement est donc d'analyser ces problématiques afin de voir si l'activité robotique peut trouver sa place dans notre organigramme juridique, c'est-à-dire dans notre environnement, ou s'il faut créer un cadre juridique spécifique, innovant.

Pour cela il est nécessaire d'explorer les questions du droit classique (droit du commerce, droit de la responsabilité, de la protection des données personnelles etc), de s'accrocher à ce qui existe afin de mieux cerner la problématique.

Ce sont donc ces deux questions que je vais développer à travers l'exemple de la voiture autonome qui est un exemple qui parle à tout le monde mais qui est surtout à ce jour le robot le plus révélateur de la problématique engendrée par le développement de l'IA.

### La question de la responsabilité

Le 7 mai dernier l'agence américaine de la sécurité routière a ouvert une enquête après l'accident d'une voiture électrique Tesla équipée d'un système permettant à la voiture de s'auto-conduire ou d'effectuer seule des manœuvres. L'agence a noté que le pilote automatique de la voiture était à ce moment-là activé. Dans les faits, la voiture a percuté un camion et l'utilisateur de la voiture est décédé des suites de ses blessures.

En pratique, ce qu'il s'est passé c'est que, selon Tesla, puisque l'enquête est toujours en cours, l'Autopilote « n'a pas détecté le côté blanc du camion » alors que le ciel en arrière-plan était « très brillant ». Le système de Tesla semble avoir cru que la route était dégagée entre les roues du camion, sans réaliser qu'il y avait un problème au-dessus. Il semblerait même que le radar ait confondu la remorque avec le genre de panneau suspendu au-dessus de l'autoroute.

Juridiquement, la première question est de déterminer le responsable de cet accident. Les règles internationales, auxquelles les USA n'adhèrent pas, mais la France oui, précisait à cette époque que tout véhicule devait avoir un conducteur en mesure de garder le contrôle dudit véhicule, c'est-à-dire sa maîtrise. On aurait donc pu supposer que l'utilisateur de la voiture soit considéré, logiquement, comme le responsable de l'accident. Pourtant l'enquête n'a pas retenu de prime abord la responsabilité du conducteur, de l'utilisateur et le législateur américain ne sait pas réellement qui condamner :

- Le conducteur qui pour le coup ne conduit plus ?
- Le concepteur du logiciel de conduite automatique ?
- Le constructeur du véhicule ?
- Ou alors... La voiture elle-même ?

Cette question est toujours d'actualité. D'ailleurs elle en rappelle une autre un peu plus vieille d'un robot qui avait acheté de la drogue sur internet et le législateur ne savait également pas qui condamner.

Si Tesla a essayé de se dédouaner de sa responsabilité en mettant en avant que l'utilisateur de la voiture se devait de toujours garder le contrôle de son véhicule, d'autres constructeurs tels que Volvo, Mercedes ou encore Google, ont annoncé engager leur responsabilité en cas d'accident mettant en cause leur technologie.

Cette solution est extrêmement novatrice car, en droit, est responsable le gardien d'une chose, c'est-à-dire la personne qui a le contrôle, la direction et l'usage de la chose. Le cas de la voiture est particulier car elle répond à des dispositions juridiques qui lui sont propres mais si cette voiture pouvait être assimilée un grille-pain, alors cela reviendrait à dire que parce que vous vous êtes brûlé avec en faisant griller du pain, le fabricant est responsable de votre brûlure, alors qu'aucun caractère défectueux du grille-pain est à relever. Vous avez simplement posé votre main dessus et vous vous êtes brûlés. On est d'accord, c'est totalement absurde !

### Pourquoi retenir la responsabilité de la voiture ?

En pratique parce que cette technologie n'étant pas à 100% fiable cela jouera sur la confiance des utilisateurs, des acheteurs et techniquement parce qu'en réalité l'autonomie décisionnelle, l'intelligence artificielle apportée à la voiture exclut le contrôle de l'homme, la « maîtrise » totale de l'homme sur la voiture.

D'ailleurs, c'est en raison de cette problématique et de la prochaine commercialisation, en Europe de ces voitures que les règles internationales ont été modifiées afin de permettre aux véhicules sans conducteurs de circuler sur les routes des pays qui ont adhéré aux conventions internationales. Même si en réalité le véhicule entièrement autonome n'est pas autorisé, il n'en reste pas moins que l'intelligence artificielle exclut le contrôle de l'homme sur la voiture autonome et cette modification est une première étape dans cette reconnaissance.

Quelle solution si la voiture devait être considérée comme responsable ? Le rôle d'un assureur est de protéger l'être humain derrière le volant de chaque voiture, mais si ce n'est plus l'humain qui est responsable de la conduite de son véhicule mais son robot, comment l'assurer ?

En pratique préalablement à la mise en circulation d'un véhicule sans conducteur il appartient aux constructeurs de souscrire à une assurance spécifique à hauteur de 4 millions de dollars afin d'assurer une réparation aux éventuelles victimes. C'est donc la voiture qui va être assurée pour les dommages qu'elle pourrait « elle-même » causer. C'est donc « elle » qui logiquement va être retenue comme responsable et indirectement le constructeur.

A côté, l'utilisateur du robot devra également être assuré dans l'hypothèse où la responsabilité de ce dernier serait retenue. C'est pourquoi les assureurs doivent être associés à la réflexion car la solution passera inéluctablement par la création d'un régime d'assurance spécifique à la robotique.

Toutefois, si l'on s'arrêtait à cette problématique juridique autour des potentiels accidents mettant en cause une voiture intelligente, ou un robot « intelligent », la réflexion autour de la place du robot dans le monde des hommes, serait incomplète car cette hypothèse amène à d'autres réflexions concernant l'avenir même de la robotique, mais surtout du développement de l'intelligence artificielle.

En effet, imaginons qu'une telle voiture soit entièrement autonome, c'est-à-dire que le véhicule soit en mesure de réagir à tous les imprévus possibles pouvant être rencontrés sur la route. Quel serait son comportement ou plutôt son « choix », si pour éviter une collision mortelle avec deux enfants jouant au ballon, elle devait dévier de sa route et heurter de façon certaine un arbre, tuant ainsi le passager ?

On pourrait donc avoir bon nombre de questions philosophiques, éthiques à partir de cette hypothèse, une vie humaine a-t-elle une valeur qui permettrait de mettre en balance la vie des individus ? On pourrait aller plus loin et se demander si un robot pourrait disposer d'un permis de tuer ? Car c'est lui qui appuierait sur la gâchette et donc aurait la responsabilité du tir etc etc.

## Conclusion

# Concernant cette première problématique,

on peut remarquer que la robotique, le Droit, et l'éthique sont très étroitement liés mais que la place du robot dans le monde des hommes est incertaine car mise à mal par le développement de l'IA. Juridiquement en tout cas, il n'y a pas sur cette question de vide juridique puisque les solutions existent déjà, il est simplement nécessaire d'adapter le droit au particularisme de la robotique « intelligente ». La question est alors de savoir : COMMENT ?

### Question de la protection et de l'exploitation des données

*Au même titre que tous les robots, les voitures autonomes feront partie des 80 milliards d'objets connectés en 2020 qui nous faciliteront la vie mais qui capteront de manière sous-jacente et feront transiter sur internet un grand nombre de données techniques et de données plus ou moins sensibles concernant leurs utilisateurs puisque la personne humaine est mise au cœur du système. L'évolution des voitures autonomes, mais il en est de même concernant la robotique de service, va donc s'accompagner de questions liées à la confidentialité des enregistrements et au traitement de ces données. Il s'agit de notre 2<sup>e</sup> problématique.*

En l'absence d'un cadre juridique spécifique à la robotique, la protection des données personnelles va s'articuler autour d'un cadre légal contraignant avec des normes obligatoires et un régulateur, en France la CNIL, pour les faire respecter.

La problématique est donc, à une époque où l'exploitation des données est essentielle pour une entreprise, de déterminer si les dispositions législatives permettent de concilier **la recherche, la valorisation, la sécurité**, avec le respect de la vie privée. Le but serait de promouvoir grâce à la confiance gagnée des individus la liberté de la recherche robotique à travers une réutilisation des données collectées, notamment celles, bientôt, concernant l'apprentissage. Cela permettrait donc d'envisager que le robot soit placé au cœur de l'environnement humain, que sa place soit centrale, qu'humain et robots puissent cohabiter.

A l'heure actuelle les dispositions protectrices s'articulent autour de ce que l'on peut appeler d'une grille informatique et liberté qui octroie d'un côté des droits dits de la personnalité à l'utilisateur (droits d'accès, de rectification, d'opposition, d'information etc.) et d'un autre côté des obligations et principes à la charge du responsable du traitement (notamment les principes de licéité, de proportionnalité etc.).

Mais toutes ces dispositions, qui sont relativement contraignantes pour les responsables de traitements, ne concernent que les données personnelles et ne s'avèrent en réalité pas efficaces pour protéger les données des utilisateurs et ce notamment en raison de leur caractère transfrontalier et du nombre

croissant des traitements, qui empêche le régulateur de contrôler efficacement ces traitements. Notons toutefois que la COUR de CASSATION le 3/11 dernier a admis que l'adresse IP était une donnée personnelle étendant ainsi la notion de « donnée à caractère personnel ».

Pour faire face à cette insuffisance, et aux nouveaux enjeux de notre société, la réglementation européenne à travers le règlement en date du 24 avril dernier, a réformé en profondeur le cadre de la protection des données personnelles en Europe, en rendant notamment obligatoire la protection des données et la vie privée des utilisateurs dès la conception de tous les produits, services et systèmes exploitant des données personnelles. Autrement dit, tous les robots sont concernés.

Mais ces dispositions qui consacrent une fois de plus la protection par les droits de la personnalité, ne sont pas suffisantes car elles ne prennent en considération que les données personnelles. Or aujourd'hui à cause du big data, toutes les données sont susceptibles d'être sensibles, il n'y a plus de données à proprement parler « personnelles ».

### Exemple :

Imaginons qu'une voiture soit équipée d'un capteur permettant de détecter les émotions de l'utilisateur de la voiture et qui déclenche en fonction de ses déplacements, les musiques à écouter correspondant aux goûts ou aux humeurs de l'utilisateur.

**La musique ne sera pas la même si la voiture conduit le passager chez son dentiste qui va lui arracher une dent ou à l'inverse dans sa maison de campagne pour passer un weekend en famille.**

→ Il y a une très grande corrélation entre le type de musique écouté, les états d'âmes, l'âge d'une personne et pourtant ces données ne se seront pas considérées comme des données sensibles, alors qu'elles le devraient.

→ Il n'y a donc plus de données « personnelles », toutes sont susceptibles de l'être. L'intimité numérique doit être prise en compte et ce dans sa globalité car tous ces traitements sont susceptibles de porter atteinte à la dignité humaine et surtout à la vie privée des individus ce qui impacterait inéluctablement la place des robots dans notre environnement.

### Conclusion :

Concernant cette deuxième problématique, la simple approche juridique ne suffit donc également pas à répondre à la problématique de la protection des données et à leur exploitation sous-jacente, mais également pas non plus à déterminer la place des robots de demain que l'on veut « intelligents ». Les enjeux en l'espèce, sont donc bien entendu juridiques mais une fois de plus également éthiques. C'est pourquoi certaines chartes ont intégré cette réflexion et notamment le projet de charte robotique élaborée par la Corée du Sud en 2007 qui a tenté de répondre à la question de la place des robots dans le monde des hommes.

→ Quoi qu'il en soit, une fois de plus la place des robots est incertaine car il y a toujours des obstacles à leur intégration dans le monde des hommes. Juridiquement cependant, il n'y a pas de vide juridique.

## Partie II

Face au développement de la robotique mais plus généralement de l'IA, face aux incertitudes mises en exergue par ces deux problématiques relatives donc à la responsabilité et à la protection et à l'exploitation des données, autrement dit par la confrontation des robots aux solutions classiques du droit, quelles solutions s'offrent à nous pour œuvrer en faveur de l'acceptabilité de la robotique ? Plusieurs questions se posent, qui ne se situent toutefois pas sur le même plan mais qui, les réponses données permettront de déduire la place des robots dans notre environnement.

Après l'invention de l'informatique, au XX<sup>e</sup> siècle, dont Internet n'est que le prolongement, la prochaine révolution industrielle sera celle de la robotique. Ainsi, tout comme il y a eu un droit de l'informatique, la prise en compte de cette mutation fera émerger un corpus de textes spécifiques à la robotique dont la première pierre pourrait être la création d'un statut juridique adapté à leur spécificité.

A ce jour, peu importe que le robot soit un androïde doté d'une intelligence artificielle « forte » ou un aspirateur, il sera considéré aux yeux du droit comme relevant des dispositions relatives aux « biens » et non celles relatives aux personnes. **Il faut savoir qu'en droit les personnes sont distinguées des choses et il ne saurait y avoir une 3<sup>e</sup> catégorie.** Participe donc de la catégorie des choses tout ce qui ne peut être considéré comme une personne c'est -à-dire titulaire de droits et d'obligations. A première vue, les robots entrent bien entendu dans cette catégorie des biens.

En 2006, en Grande-Bretagne, dans un texte de prospective remis au gouvernement, le projet Horizon Scan abordait divers sujets d'avenir dont les conséquences de l'évolution des robots. En effet, ce rapport s'interrogeait sur le fait de savoir s'il faudra désormais attribuer des droits aux robots, étant donné que l'hybridation entre l'homme et la machine peut conduire à une réelle humanisation des androïdes ou, *a contrario*, à une réelle robotisation de l'homme. L'apparition de « robots plus humains que l'humain », interroge donc sur un plan philosophique, sur le concept même d'humanité et sur notamment l'anthropomorphisme desdits robots. Un cerveau humain qui anime une machine remplaçant le corps, des puces corrigeant des handicaps ou augmentant les capacités cérébrales, une intelligence artificielle dans un corps humain, sont autant d'hypothèses qui humanisent les androïdes et dépassent la traditionnelle confrontation entre vitalisme et mécanicisme.

Plusieurs raisons justifient donc que se pose aujourd'hui la question d'un droit des robots et plus globalement des « robots librement décisionnels », « intelligents ». Le développement de l'intelligence artificielle, la diversification des finalités des robots, l'autonomie qui leur est conférée pour assurer des missions refusées par les humains ou que les humains ne sont en mesure de faire, en sont des exemples. De plus, le développement du recours à des androïdes « *s'inscrit dans la manière moderne qu'a l'homme d'habiter dans le monde. Le robot intelligent devient en ce sens une extension de l'humanité* ».

A ce titre, on pourrait se poser plusieurs questions et notamment celle de définir ce qu'est un homme.

## L'homme est-il un robot ? Le robot est-il un homme ?

Afin de favoriser l'acceptabilité juridique de la robotique on pourrait donc envisager de passer par l'élaboration d'un statut juridique spécifique, une personnalité électronique, « robotique », ce que suggère d'ailleurs le projet européen Robolaw.

L'avantage serait alors de créer un cadre légal clair et précis auquel les différents acteurs pourraient se référer. Au vu du particularisme engendré par le développement de l'intelligence artificielle, les robots « intelligents » ne peuvent être appréhendés juridiquement comme une simple chose, il convient de les faire sortir des carcans de la chose et le droit actuel offre cette possibilité. Bien entendu, il n'est pas question de leur attribuer le statut juridique de l'homme même si certains ont pu l'envisager. Le robot reste une « chose » au service de l'homme

Une telle élévation juridique pourrait ainsi permettre d'octroyer un salaire aux robots comme le suggère un candidat à l'élection présidentielle mais sans toutefois lever les barrières juridiques à une telle disposition.

Peut-on donc juridiquement élever les robots à la vie juridique ? Les exemples d'élévations juridiques ne manquent pas puisqu'en mettant en lumière la singularité des **animaux** en les considérant non pas comme des biens classiques mais comme des êtres vivants doués de sensibilité, le législateur a potentiellement ouvert la voie à la reconnaissance juridique du particularisme des robots.

Si aujourd'hui ne pas associer les animaux à de vulgaires objets est une évidence en raison de leur caractère vivant et sensible, il en est par analogie exactement de même concernant les « robots librement décisionnels » qui ne pourraient être assimilables en raison de leur intelligence et de leur autonomie à venir, à un simple aspirateur.

**La personne morale** est un autre exemple d'élévation juridique et est également en tant que tel un sujet de droit, autrement dit une personne au sens juridique, mais distincte des individus qui la composent et qui la font fonctionner. Cette construction purement juridique permet donc de répondre à des nécessités pratiques et d'élever à la vie juridique une entité qui n'a pas d'existence corporelle ou physique.

Deux enseignements :

- **Tout d'abord d'un point de vue théorique, la sphère de la chose, cette qualification de chose, n'est pas une prison juridique pour les robots** puisque si le besoin s'en fait sentir, le droit est en mesure de s'adapter à leur spécificité.
- Mais surtout, d'un point de vue pratique et c'est quand même ce qui nous intéresse, si les robots doivent être juridiquement protégés ce sera au titre de leur utilité pour l'homme et de leur incorporation à l'intérêt humain par exemple en tant que caissier

La question est donc de savoir si l'homme a besoin de ce statut. L'exemple du cas de la voiture autonome montre que oui ou tout du moins dans un avenir proche. Quel serait le contenu de ce statut :

- Il répondrait à la question de la responsabilité en hiérarchisant notamment les responsables en fonction du degré d'autonomie du robot, de son interaction avec l'homme, de son environnement ou de sa dangerosité.
- Il envisagerait l'immatriculation et la création d'un patrimoine pour les robots afin notamment de répondre à la problématique de la réparation des victimes (Approfondir !!!!!).
- Il envisagerait la question du guide d'utilisation, la question de l'exploitation des données collectées par des robots et surtout celles relatives à l'apprentissage.
- Il consacrerait la notion d'intimité numérique et envisagerait la question de l'assurance.

L'élaboration de ce statut propre à la robotique intelligente va donc permettre de régir les relations homme - machine, c'est-à-dire de développer technologiquement et économiquement le secteur tout en permettant aux robots d'interagir avec l'homme, de partager son quotidien.  
Ex : quartier test au Japon.

Il apparaît toutefois que le droit ne peut suffire à appréhender le développement de robots plus humains que l'humain. En effet, on ne peut déterminer la place des robots dans le monde des hommes sans une variable essentielle que constitue le concept d'éthique.

Ethique, droit et robotique, sont donc comme nous l'avons évoqué très étroitement liés puisque si la réflexion éthique a tout à fait sa place, à défaut de lois, les chartes éthiques restent au stade des règles morales. Au contraire, la création de dispositions spécifiques à la robotique aurait le bénéfice de protéger les droits de l'homme. C'est pourquoi on ne peut aborder indépendamment la démarche éthique de la démarche juridique et vice versa.

### Conclusion :

La technologie donne souvent le sentiment de se situer en dehors du cadre juridique qui lui est assigné et toutes les interroga-

tions sur la robotique, et notamment la question de la place du robot dans le monde des hommes, le démontrent.

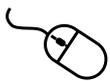
Pour relever les défis qui découlent des évolutions technologiques, il appartient au droit d'apporter des réponses adaptées et « stables » permettant aux différents acteurs de disposer d'une certaine lisibilité des mesures. Pour ce faire, le droit doit être réactif mais aussi à l'écoute de la technique, des incidences politiques, économiques, sociétales, éthiques etc., qui sont directement liées à la dite technologie.

L'aboutissement de la réflexion juridique, concernant la robotique intelligente, résidera dans la création d'un statut spécifique et d'une charte éthique, capables d'associer les différentes disci-

plines juridiques, afin d'ancrer pleinement la robotique au sein de notre droit positif et donc de permettre aux robots de cohabiter avec l'homme. Le premier continent/pays, à obtenir ce résultat sera à n'en pas douter le leader du marché car il aura réussi à trouver ce délicat équilibre entre les intérêts des utilisateurs et ceux des professionnels et aura surtout réussi à placer le robot au cœur de notre environnement.

J'ajouterai pour finir, que cet exposé a été fait avec une vision occidentale de la robotique. Au Japon ou en Corée, cette question ne se pose pas réellement car le robot n'est pas entouré comme chez nous de tabous philosophiques, moraux ou religieux.

# La pédagogie par projet en 2<sup>e</sup> année GEII, retour sur expérience



Pascal VRIGNAT\*, Jean-François MILLET\*, Manuel AVILA\*, Florent DUCULTY\*, Stéphane BEGOT\*, Christophe BARDET\*

\*Laboratoire de Recherche PRISME (EA 4229), Université d'Orléans, IUT de l'Indre

Site de Châteauroux, FRANCE - Tél. : (+33)2 54 08 25 50 - Mail : pascal.vrignat@univ-orleans.fr

## 1. Introduction

Parmi les nombreuses stratégies pédagogiques permettant d'améliorer la motivation, le savoir-être et les savoir-faire des élèves ou des étudiants, la pédagogie par projet est souvent citée comme exemple depuis plusieurs décennies. Devenue une pratique presque quotidienne dans l'enseignement professionnel, elle est de plus en plus utilisée dans l'enseignement supérieur [2]. On peut attribuer l'intérêt de cette pédagogie à deux raisons principales :

- les compétences des étudiants sont suffisamment développées pour mener des travaux de longue durée dans des contextes où ils sont plus autonomes et où la réponse n'est pas connue forcément à l'avance par l'enseignant,

- la professionnalisation de l'enseignement supérieur doit être accrue.

Une des caractéristiques essentielles des projets est leur durée, relativement grande, plus grande en tous cas que les activités pédagogiques habituelles. Cette durée impose une cohérence dans l'action et dans la réflexion, avec une gestion organisationnelle du groupe de travail. Notre département de formations à l'Université d'Orléans n'est pas en retard sur ce sujet [1], [4], [5].

## 2. Le contexte du projet

Le projet qui vient d'être mené sur sept mois avec deux étudiants de DUT GEII en 2<sup>e</sup> année concerne une collaboration avec un Docteur en psychologie de la santé et spécialisé en EMDR<sup>1</sup> basé à Bordeaux.

La thérapie EMDR est une nouvelle approche de psychothérapie qui utilise la stimulation sensorielle des deux côtés du corps, soit par le mouvement des yeux soit par des stimuli auditifs ou cuta-

nés, pour induire une résolution rapide des symptômes liés à des événements du passé.[3].

Dans notre cas d'étude, le thérapeute fait défiler son doigt devant les yeux du patient (Fig. 1).

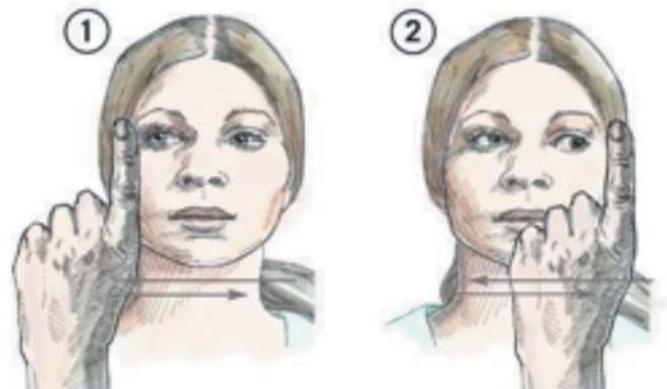


Fig. 1. Décomposition d'un mouvement oculaire sur un principe "balayage gauche/droite ou droite/gauche"

Il existe depuis quelques mois différentes solutions techniques capables de remplacer le balayage du doigt. Ces solutions sont souvent à base d'électronique n'offrant qu'une "panoplie" d'options peu variée. Le praticien devra dépenser plus de 600€ pour ce type de matériel. Le point d'entrée de la mission des étudiants consistait à travailler sur un nouveau produit répondant à d'autres options souhaitées par le praticien (changement de couleurs, association de faisceaux, affichages de la vitesse de

<sup>1</sup> EMDR : Eye Movement Desensitization and Reprocessing

défilement...). Ce travail de 60 heures encadré par deux enseignants devait s'ancrer dans la notion de coût-délai-performance avec la mise en place de différents outils en matière de gestion de projet (Fig. 2).

### 3. Résultats

La Fig. 2 présente la structure matérielle qui a été adoptée pour répondre aux différentes contraintes du projet.

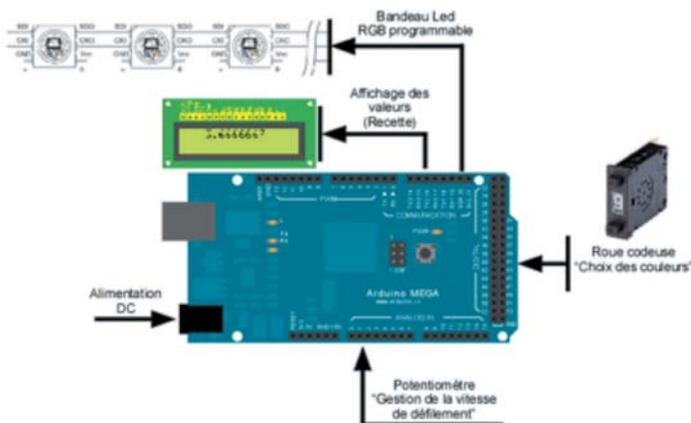


Fig. 2. Structure matérielle

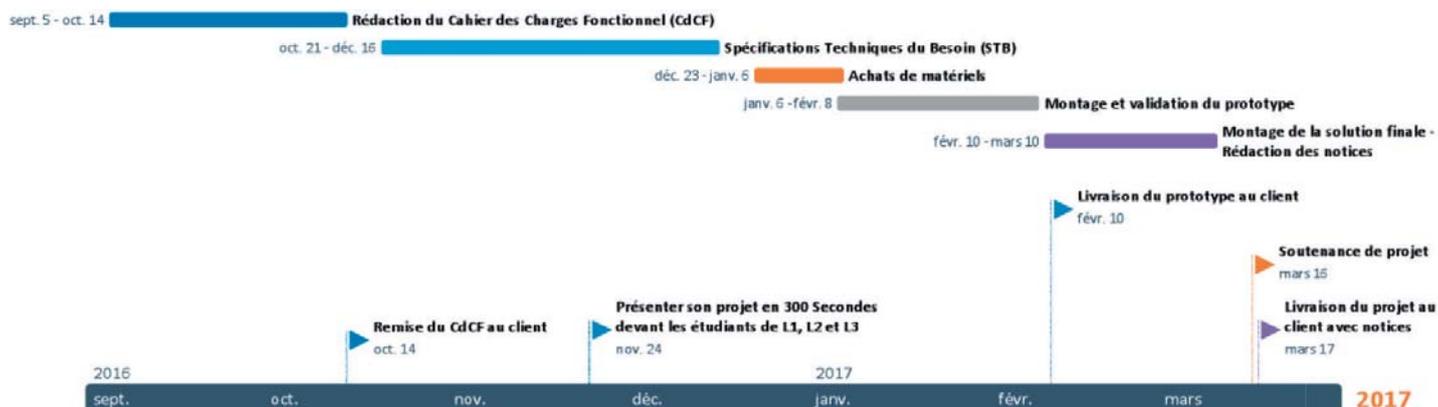


Fig. 3. Le phasage prévisionnel des différentes actions à mener avec des jalons

### Bibliographie

[1] S. BEGOT, F. DUCULTY, M. AVILA, P. VRIGNAT, J.-F. MILLET and J.-C. BARDET, Une possible réponse ludique pour les processus industriels communicants, 9ème Colloque sur l'Enseignement des Technologies et des Sciences de l'Information et des Systèmes (GETSIS 2011), 2011.

[2] C. REVERDY, Des projets pour mieux apprendre ?, Institut Française de l'Education, 82 (2013), pp. 1-24.

Nous avons constaté une fois de plus, que la pédagogie par projet a permis d'accroître différentes compétences (techniques, scientifiques et humaines) pour les étudiants.

La livraison du prototype au mois de février a fait l'objet de la création d'une vidéo par les étudiants (<https://www.youtube.com/watch?v=tUQzfBwwOnw>).

La solution finale a été livrée dans le respect du planning prévisionnel associée à la minimisation du coût d'achat dans un rapport de 5 (Fig. 3). Afin de valoriser le produit final, une nouvelle vidéo a également été créée par les étudiants (<https://www.youtube.com/watch?v=f3o-ELUuQBU>).

Le travail des enseignants a consisté très souvent à faire du coaching en dehors des vérifications techniques importantes dans le cadre du respect du planning prévisionnel. Il ne reste plus au Docteur qu'à utiliser son nouveau matériel.

## Parution d'un ouvrage :

### Lionel GARNIER et Jean-Paul BÉCAR Nouveaux modèles géométriques pour la CAO et la synthèse d'images

Notre collègue Jean-Paul Bécar de l'IUT de Valenciennes département Génie Electrique et son collègue Lionel Garnier de l'ESIREM de Dijon viennent de publier un ouvrage témoignant de la dynamique des courbes et surfaces de la Conception Assistée par Ordinateur-CAO-.

L'ouvrage traite des points massiques c'est à dire des points pondérés et des vecteurs ainsi que des courbes définies par ce procédé.

Ces courbes, une fois plongées dans un espace non euclidien comme celui de Minkowski-Lorentz, servent à la représentation de surfaces canal, elles-mêmes enveloppes de sphères orientées.

Le cas particulier des coniques offre de nouveaux outils de description des cyclides de Dupin utilisées en géométrie de la CAO.

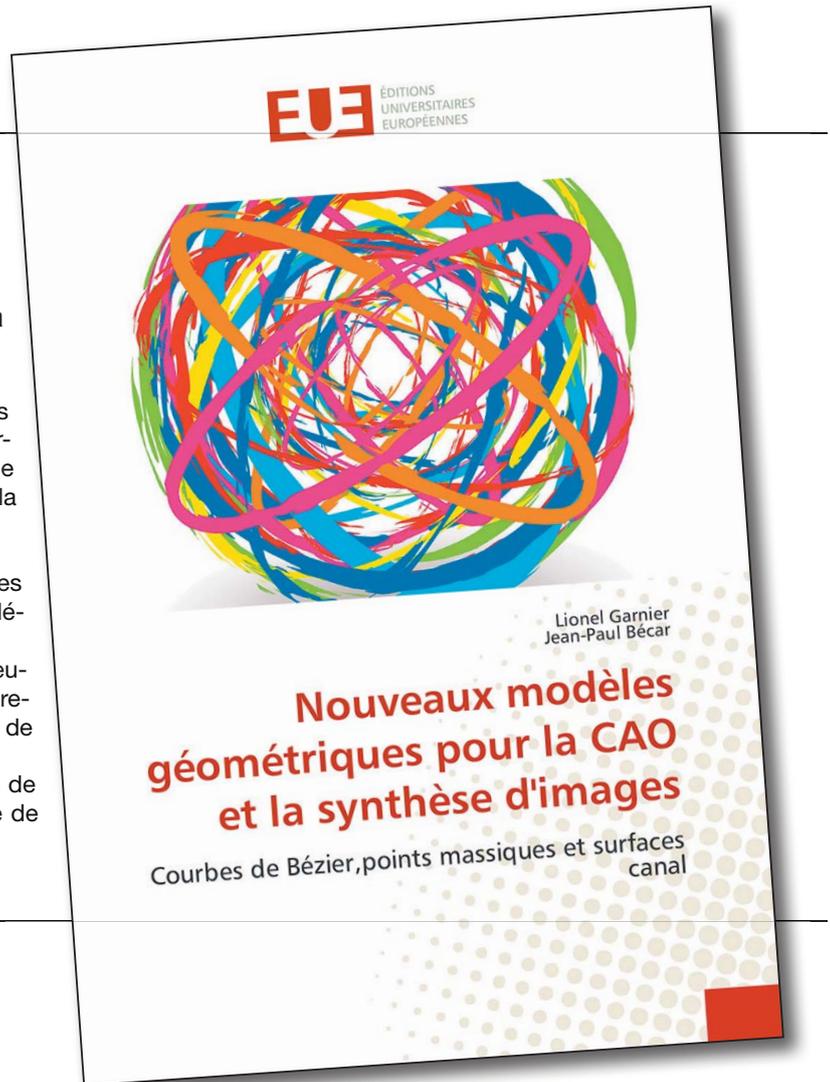


Photo mise à disposition par : Calais Promotion

# Un message de Rémy Gourdon



Rémy Gourdon, Enseignant à l'IUT de Nantes (1982-2017)  
Informatique industrielle - PPP - PACD 2002-2005  
Membre de la CPN GEII RT 2005-2015

Au soir de mon dernier colloque GEII, je me sens en train de quitter des collègues de travail devenus, au fil des ans, des compagnons de route, avec qui furent partagés l'envie de servir la cause des jeunes, et le bonheur de chercher ensemble les meilleures voies pour cette cause. Il y a, après les salutations chaleureuses, un peu de nostalgie, vite gommée par le sentiment du devoir accompli et la sensation d'accéder à un retrait bienveillant, qui se remplit déjà de questions à ruminer. Des questions pleines de ces années passées à lutter contre la fatalité de l'échec et pour l'avancée d'un idéal de la formation dans nos instituts.

Si j'ai quelque chose à laisser en partage à celles et ceux qui continuent, c'est peut-être cette question, avec laquelle je pars : « finalement, quel est notre rôle auprès des étudiants ? » Cette question m'a travaillé dès le premier jour, et aujourd'hui, elle résiste à se dissoudre dans des réponses triviales. Quand je la pose à l'adresse des enseignants (« notre rôle »), c'est que j'ai parfois l'impression, à force de dire que l'étudiant est au centre, que c'est lui qui se forme, on pourrait prendre le risque de gommer notre responsabilité à nous enseignants, administratifs, techniciens, dans le processus de formation. Certes, c'est l'étudiant qui vit son parcours, mais il reste pour une part importante le « jouet » du dispositif que nous mettons en place pour le conditionner (le manipuler ?) en vue de son bien naturellement. Alors, quel rôle, au moment où le métier est chamboulé par le changement des jeunes (rapport au savoir et à la société) et l'effervescence des nouvelles techniques pédagogiques taraudées par les neurosciences ?

## Transmettre des savoirs ?

Sans doute, même si cette mission-là se démode très vite. Le magistère ne fait plus recette ! Le savoir académique s'épuise dans ses arcanes universitaires, à une époque qui n'a que faire des argumentations et des démonstrations, et qui réclame des résultats et des règles à appliquer. Face à ce savoir-là, nous sommes constamment mis en difficulté par Internet, non seulement les encyclopédies qui regorgent de toute la connaissance accumulée, mais de plus en plus les réseaux qui, à travers des contributeurs en pagaille à la légitimité parfois douteuse mais qui importe !, sont en capacité de fournir des réponses à n'importe quelle question posée. A ce stade, est-ce encore utile d'apprendre à l'école ?

Transmettre des savoir-faire et des méthodes de travail ? Oui, bien sûr ; à défaut d'en faire des sachants, tentons de promouvoir nos étudiants à un rang d'utilisateurs intelligents de leurs connaissances. Sauf que le flux technologique dans lequel nous sommes immergés rend très vite caduques les manières de faire, les procédures et les normes que nous avons cru suffisamment dominer pour être en mesure de les transférer...

Transmettre des savoir-être ? Évidemment ! Sur ce plan, notre référence – la vie en entreprise – nous échappe à cause des transformations en cours dans le monde du travail. Et notre légitimité s'affaiblit au fur et à mesure de l'éloignement entre ce qui se vit à l'école et ce qui se vit en dehors. L'école est souvent perçue comme un havre de paix, un lieu protégé où certains voudraient demeurer à l'abri, avant la furie du grand bain industriel qui attend les futurs salariés comme autant de proies à digérer.

Ces 3 savoirs, acquis et reconnus désormais par la culture commune, articulés en compétences, semblent nous échapper inexorablement, en dépit des efforts faits pour leur donner une place privilégiée dans les cursus. Et l'on sent bien que le travail sur les compétences a du mal à échapper à une réification et à une instrumentalisation qui dissimulent mal notre impuissance à saisir, en un seul geste, l'acte de former aujourd'hui. Les signes de cette réification/instrumentalisation : le besoin de classer les compétences, de les étiqueter avec des données d'entrée et de sortie, de les aligner, de les coter en lignes et en colonnes, de les pondérer en profondeur, tout cela et bien d'autres choses encore, au risque de les architecturer en une vaste usine à gaz... Peut-on, pouvons-nous échapper à une construction aussi complexe, pour mettre en scène l'acquisition des compétences ? Je n'en suis pas certain, d'autant que se profile l'affrontement entre compétences techniques (celles qui typent notre métier dans sa dimension technique, forcément volatiles et fluctuantes au fil des mutations technologiques) et compétences transverses (celles qui transcendent la technique et permettent l'adaptation, l'autonomie, l'évolution à travers les métiers et les situations de travail). Nous semblons condamnés à la complexité, mais y-a-t-il moyen d'échapper à la complication toujours plus poussée dans les organisations ?

Même si c'est ambitieux voire prétentieux, j'ose croire que nous pouvons progresser dans cette voie, malgré ce grand risque d'instrumentation gestionnaire, et ce, par un double questionnement à maintenir coûte que coûte. À côté de la question « à quoi doivent se former les étudiants ? » qu'explore le travail sur les compétences, il nous faut explorer la question « en vue de quoi, pour quoi doivent se former les étudiants ? » Dans une filière professionnalisante comme la nôtre, la réponse semble évidente : les étudiants se forment pour s'intégrer dans les entreprises et contribuer au développement des technologies du GEII et de leurs applications. Que dévoile cette évidence ? Que notre formation doit les préparer pour répondre au mieux aux attentes telles que Florence nous les a résumées vendredi : les DRH attendent des jeunes hyper-réactifs, adaptables, performants, engagés, ce qui se résume aujourd'hui dans ce mot magique « agile »... Cette agilité requise est-elle si enviable ? Cette société qui dévore nos énergies, notre temps, notre créativité en contrepartie d'une rémunération chichement cédée, jusqu'à l'aléatoire (cf. uberizeme.be), est-elle si désirable ? Oui mais, comme disait Maggie Thatcher, « there is no alternative » ! Autrement dit, nous

serions voués à la reproduction et à l'amplification d'un modèle social qui nous broie et qui va les broyer, sauf les quelques-uns suffisamment malins pour grimper tout en haut du tas de leurs semblables pour ériger leur petit protectorat.

Quelle société construisons-nous en les inscrivant dans la reproduction de ce qui est et que des voix souterraines nous somment de ne pas critiquer ? Il me semble que notre responsabilité a à voir avec le questionnement social des finalités : de quel monde procédons-nous et vers quel monde voulons-nous avancer ? Il me semble que nous devons aussi mettre les étudiants en situation de conduire leur propre questionnement, non pas en les manipulant pour qu'ils construisent le monde dont nous rêvons pour nous, mais pour qu'ils rêvent leurs propres envies.

En somme, et parce que ces interrogations qui nous traversent, venues de la nuit des temps et promises – espérons-le ! – à durer, constituent la saveur ultime de notre métier, je crois que notre pouvoir aujourd'hui, sans rien minimiser de l'importance du travail en cours, est de poursuivre l'éternel dialogue qui lie et qui oppose, qui rassemble et qui éloigne, entre les pères et les fils (au féminin aussi sans doute), l'incessant affrontement parfois bienveillant, parfois vengeur, entre les anciens tentés par la sagesse et les modernes épris d'une passion transformatrice.

## Quelle société avons-nous envie de construire ?

Ça demeure l'invitation à transmettre. Une invitation qui doit être largement ouverte, sans sous-entendus qui pourraient la gauchir

en un sens qui nous convienne mieux à nous les vieux. Sur cette voie-là, ce qui compte avant les objectifs de compétences à acquérir et les méthodes, c'est l'esprit critique et son déploiement dans un climat de bienveillance qui les rend fertiles. Ce qui est en cause, c'est une attitude, une posture à faire grandir dans le rapport de soi à soi, de soi à l'autre, de soi au monde ; il me semble que cette attitude-là ne se travaille pas prioritairement dans des modules disciplinaires, mais d'abord dans des situations à vivre et à comprendre par soi-même. En ce sens, le futur de notre formation réside dans notre capacité à mettre en scène, non pas des disciplines, mais des histoires dans lesquelles les étudiants vont pouvoir s'inscrire, pour s'y révéler à leur propre couleur.

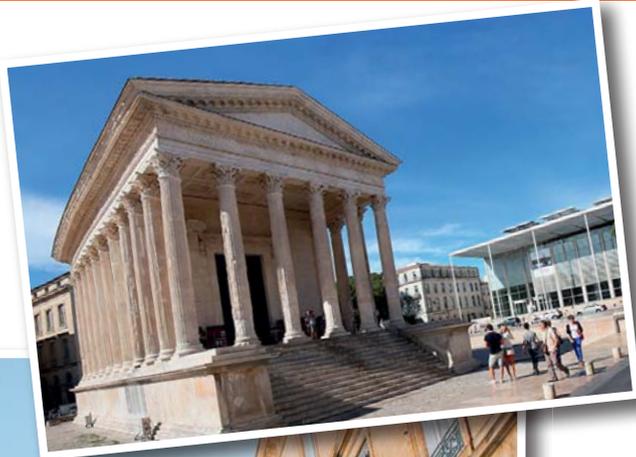
## Pour conclure...

ces digressions oiseuses, la première qualité du travail en cours tel qu'il se révèle à travers le colloque ou le groupe de travail « compétences » est de témoigner d'une vitalité et d'un dynamisme qui portent le sens d'une envie d'aller de l'avant : il faut que ça bouge chez nous (enseignants) pour que ça bouge chez eux (les étudiants), aussi bien individuellement que collectivement. À ce titre, la vitalité de la communauté GEII est un puissant moteur qui évite de rester encaïminé dans un état des choses qui semblerait immuable. Quand j'ai avancé il y a plus de 10 ans cette dénomination de « communauté GEII », à une époque où la connotation religieuse et sectaire du terme communauté pouvait éveiller la suspicion, j'imaginai la puissance à la fois protectrice et émancipatrice par sa capacité d'échanges et d'innovation, d'une assemblée qui, à force de vouloir avancer ensemble, y parvient, permettant de surcroît le développement et l'affirmation des personnes qui en font partie. En entendant Philippe conclure le colloque en l'inscrivant dans la vie de cette communauté GEII, je me suis dit que, parfois, les mots, quand ils portent du sens, ont le pouvoir d'enchanter la vie.



© GettyImages

# Invitation au voyage...



...Nîmes

