

Revue des départements de Génie Électrique & Informatique Industrielle - IUT

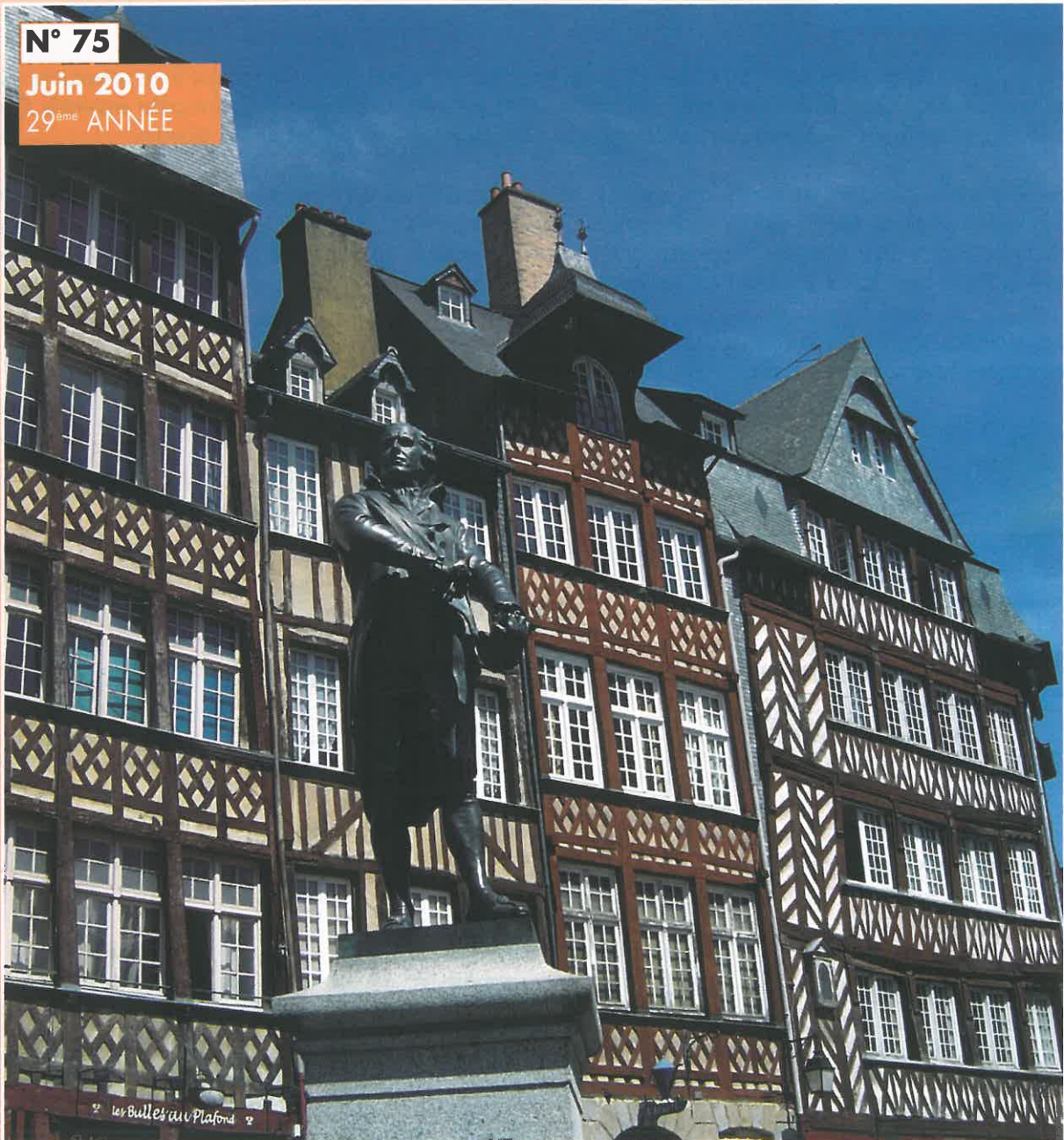
# Gesi

Revue des départements de Génie Électrique & Informatique Industrielle - IUT

N° 75

Juin 2010

29<sup>ème</sup> ANNÉE



Colloque de Rennes, 9-11 juin 2010  
Travaux des commissions préparatoires

# EDITO



## Cap à l'Ouest !

Un an déjà que toute l'équipe du département GEII de Rennes est sur le pont pour préparer le 37<sup>ème</sup> Colloque Pédagogique National GEII ! Il est vrai que cela faisait plus d'un an que l'équipe avait envie de l'organiser !

Cette organisation n'a pu se faire sans l'aide amicale et chaleureuse de nos collègues de Cachan que nous remercions vivement, ainsi que ceux de Lille. Elle est pour nous et notre département une occasion supplémentaire de travailler ensemble. C'est donc avec un immense plaisir que nous préparons le colloque que nous espérons à la hauteur de vos attentes.

Les commissions pédagogiques, les discussions amicales autour d'un café ou autre ne feront qu'améliorer nos formations et notre lisibilité au profit de nos étudiants. Bien entendu, l'équipe rennaise aura à cœur de vous faire découvrir non pas la Bretagne toute entière mais seulement quelques facettes sympathiques de notre belle et fabuleuse région. Pour cela, nous avons prié St Météo pour que le soleil soit au rendez-vous !

Nous vous souhaitons dès à présent un agréable séjour à Rennes et en Bretagne et nous sommes à la disposition des futurs organisateurs !

Gilles Le Ray et France Le Bihan



Consultez

• le site Internet de Gesi :  
<http://www.gesi.asso.fr>

## GeSi

GÉNIE ÉLECTRIQUE  
SERVICE INFORMATION

Revue des départements Génie Électrique  
& Informatique Industrielle  
des Instituts Universitaires de Technologie

Directeur de la publication :

A. Berthon

Responsable du comité de rédaction :

G. Gramaccia

Comptabilité :

G. Couturier

Comité de rédaction :

Département de GEII - IUT Bordeaux 1

33170 Gradignan

Téléphone : 05 56 84 58 20

Télécopie : 05 56 84 58 09

E-mail : [gino.gramaccia@iut.u-bordeaux1.fr](mailto:gino.gramaccia@iut.u-bordeaux1.fr)

Imprimerie : Laplante

3, impasse Jules Hetzel - 33700 Mérignac  
Téléphone : 05 56 97 15 05 - Fax : 05 56 12 49 00

e-mail : [pao@laplante.fr](mailto:pao@laplante.fr)

Dépôt légal : juin 2010

ISSN : 1156-0681

Crédit photos : Imprimerie Laplante - Fotolia



S  
O  
M  
M  
A  
I  
R  
E

**COLLOQUE DE RENNES : Travaux des commissions préparatoires**

- Commission 1 : La pédagogie en IUT au département GEII en s'appuyant sur les technologies pour la santé  
*Partie I : Déroulement de la commission Technologies pour la Santé au colloque GEII à Rennes* ..... 4  
*Partie II : Exemples d'application* ..... 6
- Commission 3 : La transversalité dans le projet ..... 11
- Commission 4 : De l'analogique au numérique ..... 14
- Commission 5 : Les licences professionnelles des domaines GEII et connexes ..... 16

**SCIENCES ET TECHNOLOGIES**

- La recherche au département GEII de l'IUT de Rennes par *G. Carrault et al.* ..... 19
- Les apports de l'interdisciplinarité dans les projets aux fortes contraintes réglementaires par *S. Ginestet* ..... 25
- Conception des systèmes et aménagement de projet par *S. Potteck* ..... 26
- Système photovoltaïque autonome ou couplé au réseau  
 Approche pédagogique sous Psim par *J.-M. Roussel* ..... 30

**VIE DES DEPARTEMENTS**

- Enquête nationale diplômés GEII 2006 ..... 36
- Les licences professionnelles en GEII : Tour d'horizon des LP (II)  
 Lyon ..... 40  
 Nice ..... 42  
 Valenciennes ..... 44  
 Montluçon ..... 46  
 Ville d'Avray ..... 48
- Planning du Colloque de Rennes ..... 49

**4<sup>E</sup> DE COUVERTURE**

- Vient de Paraître  
 Pierre-Olivier LOMBARTEIX - OGHAM

Photo de couverture :  
Rennes



# COMMISSION 1 :

## LA PÉDAGOGIE EN IUT AU DÉPARTEMENT GEII EN S'APPUYANT SUR LES TECHNOLOGIES POUR LA SANTÉ

### PARTIE I : DÉROULEMENT DE LA COMMISSION TECHNOLOGIES POUR LA SANTÉ AU COLLOQUE GEII À RENNES

*Synthèse préparée par Guy Carrault*

**IUT de Rennes – Département GEII, 3 rue du Clos Courtel, BP 90422 - 35704 RENNES CEDEX 7, France**  
**INSERM, U642, Rennes, F-35000, France**

#### 1 INTRODUCTION

Les technologies pour la santé occupent aujourd'hui dans notre société une place de plus en plus importante et se trouvent au carrefour de nombreuses disciplines scientifiques. Elles concernent entre autres les biocapteurs, les biomatériaux, l'image, la microchirurgie, le planning interventionnel, la télémétrie, ou le traitement du signal au sens large et ont pour but de rendre les actes médicaux ou chirurgicaux les plus sûrs possibles. Elles s'imposent également in-contournables au domicile avec l'apparition de nouveaux services aux personnes dépendantes en raison de la maladie, d'un handicap ou de l'âge. L'objectif est dans ce dernier cas de permettre une plus grande autonomie tout en garantissant une qualité de soin égale [1].

L'implication des grands instituts de recherche (INSERM, INRIA) sur ce domaine d'activité est un témoin de la dynamique qui anime cette discipline. A titre d'exemple, l'INSERM a créé un institut thématique « Technologies pour la Santé » et a étendu la notion de Centre d'Investigation Clinique au label Innovation Technologie (8 centres en France disposent d'un tel label) [2].

Sur le plan plus industriel, il convient d'appréhender la potentialité d'un tel marché. On estime que le marché mondial des technologies et des dispositifs médicaux en 2005 était de plus de 210 milliards d'euros, dont le tiers environ pour l'Europe. Le dispositif médical en Europe représente 435 000 emplois dont plus de 95% relèvent de PME. Plus de 1500 PME sont implantées en France sur ce secteur d'activité et le poids du chiffre d'affaires représente environ 60% du chiffre des industries pharmaceutiques [3].

Cette dynamique doit donc être confortée par des formations dans ce secteur d'activités. Les plus célèbres localisées à Compiègne (UTC, spécialités Biomédical et Biomatériaux & Biomécanique), à Grenoble (Polytech Grenoble, spécialité Technologie de l'Information pour la Santé), à Besançon (Institut Supérieur d'Ingénieur de Franche-Comté, spécialité Génie Biomédical) et maintenant à Rennes (Ecole Supérieure d'Ingénieur de Rennes, parcours Ingénierie Biomédicale) répondent parfaitement à cette exigence et cette volonté de former des ingénieurs, spécialistes en technologie pour la santé. A nos yeux, il importe également d'impulser et de sensibiliser le plus tôt possible les étudiants à ces concepts, tout en maîtrisant les connaissances de base des disciplines transversales s'y rattachant.

Tout l'objet de la commission Technologies pour la Santé est de montrer qu'on peut diffuser la connaissance du GEII, et même au-delà du GEII, en s'appuyant sur des exemples concrets relevant des technologies pour la santé. L'organisation de la

commission se fera autour de plusieurs points de vue : la place des technologies pour la santé dans la formation d'un DUT GEII, une réflexion sur la proposition de un ou plusieurs modules complémentaires, l'intérêt des industriels et les poursuites d'études qui peuvent être empruntées par nos étudiants dans ces champs d'activités.

#### 2 ORGANISATION DE LA COMMISSION

Nous souffrons souvent au cours de nos présentations d'un manque d'exemples qui stimulent l'intérêt de nos étudiants et qui permettent d'illustrer les connaissances de base recensées dans le PPN. Par exemple, en consultant le PPN, on se rend compte que les notions de capteur, de probabilités, de filtrage numérique, d'informatique, de réseau, entre autres, doivent être acquises. Autant de domaines divers où les technologies pour la santé peuvent apparaître comme un fil conducteur pour illustrer les propos, voire motiver les étudiants.

La commission proposée aura à cœur de présenter quelques expériences pédagogiques mises en place dans différents départements GEII et d'illustrer l'ensemble des propos par des démonstrations. La place du GEII dans la santé permettra de positionner le débat : diagnostic, thérapie, monitoring, réseaux, maintenance, sensibilisation à l'environnement de la santé dans notre enseignement seront tout d'abord abordés. Ensuite, plusieurs exemples d'expériences pédagogiques des STIC-Santé en GEII seront présentés. Ils concerneront des modules du PPN tels que la physique, les mathématiques, les statistiques. L'électronique par la chaîne d'acquisition de signaux mise au chevet du patient sera également illustrée. Les normes, les homologations et l'isolation électrique compléteront le propos. L'automatique et la place de plus en plus dominante de la robotique et de la domotique d'assistance seront aussi abordées. Enfin, la partie informatique industrielle sera illustrée par les systèmes embarqués, l'autonomie d'alimentation, la transmission d'information et les réseaux d'hôpitaux.

La seconde partie de cette commission sera dédiée à l'enquête qui a été lancée dans tous les départements. On tentera de dégager des actions communes à mettre en place, de définir une stratégie pour des TP communs et de transférer des connaissances et, on s'interrogera sur la construction de modules complémentaires sans connaissance explicite de STIC-Santé. Ces questions seront débattues lors de la deuxième session de la commission.

La dernière partie se veut plus prospective et tentera d'apporter un éclairage nouveau sur le bénéfice attendu pour nos étudiants à appréhender très tôt les technologies pour la santé. Elle aura pour

## COLLOQUE DE RENNES : TRAVAUX DES COMMISSIONS PRÉPARATOIRES

motivation, à partir d'un exposé, de montrer les besoins actuels et futurs des industriels de santé en termes de formation. Ceci sera renforcé par des interventions d'enseignants-chercheurs de filières biomédicales en STIC-Santé qui parleront des expériences et des débouchés sur le monde de l'industrie. Enfin, un industriel viendra présenter son point de vue en soulignant tout le bien-fondé d'une formation GEII pour aborder les STIC-Santé.

La commission a donc à cœur de souligner que tous les pans du PPN sont concernés et peuvent être habilement illustrés. Ces choix expliquent que nous avons voulu porter cette commission sur le transfert de la connaissance et des savoir-faire. Nous avons voulu la rendre ouverte et résolument tournée vers la discussion. Pour démontrer cette volonté, l'article associé à cette communication intitulé La pédagogie en IUT au département GEII en s'appuyant sur les technologies pour la santé, Partie II : exemples d'applications en est un premier exemple.

## 3. REFERENCES

[1] <http://www-tecsan cea.fr>

[2] <http://www.inserm.fr/index.php/thematiques/technologie-pour-la-sante/>

[3] [www.eucomed.be](http://www.eucomed.be)

Remerciements : Cet article est le fruit d'une réflexion entre plusieurs enseignants des départements GEII : P. Be-thaud (IUT Paris 13), C. Cachard (IUT Lyon), P.Y. Degrise (IUT Grenoble), V. Frick (IUT Hagueneau), M. Garnero (IUT Toulon), N. Noury (IUT Lyon), C. Pejot (IUT Tours), F. Porée (IUT Rennes)

## PROGRAMME PRÉVISIONNEL DE LA COMMISSION

## SESSION Jeudi matin 8h30-10h

Discussion sur la place des technologies pour la santé dans l'enseignement. Présentation de plusieurs thématiques en relation directe avec les matières du PPN. L'objectif visé est que les orateurs apportent avec eux un texte de TP ou une ébauche de texte ou encore un démonstrateur.

*Les titres sont donnés à titre indicatif (15 min exposé, 15 min discussion)*

1. Le GEII dans la santé : Diagnostic, thérapie, monitoring, réseaux, maintenance, dans notre enseignement sensibilisation à l'environnement de la santé, **M. Garnero, IUT Toulon**
2. STIC-Santé et Physique, **N. Noury, IUT Lyon**
3. STIC-Santé et Mathématiques : Quels outils mathématiques pour les STIC-Santé et les statistiques, **IUT Grenoble**

## SESSION Jeudi Matin 10h30-12h

Poursuite de la présentation de plusieurs thématiques en relation directe avec les matières du PPN

*Les titres sont donnés à titre indicatif (15 min exposé, 15 min discussion)*

1. STIC-Santé et Automatique : Modélisation, le bon usage des fonctions de transfert pour modéliser le comportement de systèmes physiologiques, **V. Le Rolle, IUT Rennes**
2. STIC-Santé et Robotique : Robotique (prothèse), domotique d'assistance
3. STIC-Santé et Instrumentation : les chaînes instrumentales intégrées en environnement IRM, **V Frick, IUT Hagueneau**

## SESSION Jeudi après midi 14h-15h30

Poursuite de la présentation de plusieurs thématiques en relation directe avec les matières du PPN

*Les titres sont donnés à titre indicatif (15 min exposé, 15 min discussion)*

4. STIC-Santé et MC-EN5 : Exemple en Traitement numérique du signal, **G. Carrault, IUT Rennes**
5. STIC-Santé et MC-EN5 : Exemple en Traitement d'Image, **C. Cachard, IUT Lyon**

## SESSION Jeudi Après-midi 16h-17h

Discussion : Bilan de la journée, Quelles actions communes met-on en place ? Essaie-t-on de définir des TP communs ? Analyse de l'enquête distribuée dans les départements

## SESSION Vendredi matin 9h-10h

STIC-Santé une ouverture pour les poursuites d'études

- Interventions d'enseignant de filières biomédicales : bilan des formations existantes
- **C. Marque, UTC Compiègne**
- **A. Simon, Université de Rennes I**

## SESSION Vendredi matin 10h30-12h

STIC-Santé une ouverture vers l'industrie

- Interventions d'industriels : Importance d'une formation en GEIII pour les technologies pour la santé.
- Présentation des initiatives nationales autour des technologies pour la santé, les besoins actuels et futurs des industriels de santé en termes de formation, **J.-L. Coatrieux, Université de Rennes I**

# COMMISSION 1 :

## LA PÉDAGOGIE EN IUT AU DÉPARTEMENT GEII EN S'APPUYANT SUR LES TECHNOLOGIES POUR LA SANTÉ

### PARTIE II : EXEMPLES D'APPLICATION

Synthèse préparée par Jean-Louis Dillenseger, Fabienne Porée, Guy Carrault

jean-louis.dillenseger@univ-rennes1.fr, fabienne.poree@univ-rennes1.fr, guy.carrault@univ-rennes1.fr  
IUT de Rennes – Département GEII, 3 rue du Clos Courtel, BP 90422 - 35704 RENNES CEDEX 7, France  
INSERM, U642, Rennes, F-35000, France

## 1 INTRODUCTION

Les technologies pour la santé occupent aujourd'hui une place centrale dans notre société, à l'hôpital mais aussi et surtout à notre domicile. Il est donc important de former et de sensibiliser les étudiants à ces nouvelles technologies, tout en continuant à transmettre les connaissances fondamentales de l'enseignement en EEA.

L'objectif de cette communication est de montrer au travers de trois exemples comment des notions très différentes et relevant de l'EEA (filtrage numérique, mathématiques appliquées, numérisation, capteur, développement logiciel) peuvent être abordées en s'appuyant sur des exemples issus de travaux de recherche en biomédical, et plus particulièrement en lien avec le diagnostic de sons cardiaques [1] et les troubles du sommeil [2]. Le premier exploré, conduit lors d'un stage de fin d'études, porte sur la mise en œuvre d'une chaîne d'instrumentation (capteur, acquisition, traitement du signal) de sons cardiaques pour l'apprentissage du diagnostic. Le second exemple est construit sur le problème clinique et industriel des conséquences des troubles du sommeil sur la vigilance. Il est abordé ici très simplement en mettant en œuvre un détecteur de vigilance dans le cadre des travaux pratiques du module complémentaire EN5. Enfin, le troisième exemple relève des mathématiques appliquées et a été réalisé lors d'un projet tuteuré. Il a la volonté de mettre en avant les notions fondamentales abordées dans le calcul expérimental des probabilités à partir du codage des stades de sommeil chez des nouveau-nés prématurés. Ces trois exemples sont respectivement décrits dans les sections suivantes. Il importe aussi de souligner que les deux derniers sont une reprise d'une récente publication dans le cadre du colloque CETSIS qui s'est déroulé au mois de mars 2010 à Grenoble [3].

## 2 REALISATION D'UN STETHOSCOPE NUMERIQUE

### 2.1 Contexte général

L'écoute des bruits cardiaques s'effectue traditionnellement à l'aide d'un stéthoscope acoustique où les sons sont captés par une membrane et transmis aux oreilles par un tube flexible en caoutchouc ou en plastique. L'organe principal d'un stéthoscope acoustique est le pavillon qui, placé sur la peau, recueille les sons physiologiques. Les autres parties du stéthoscope (tubulure,

lyre et embouts auriculaires), en favorisant l'étanchéité du système, ne servent qu'au transport du son vers les oreilles. Cette technique a sur le plan médical fait largement ses preuves. Son inconvénient réside dans le fait qu'elle nécessite de l'expérience pour appréhender et identifier avec certitude, en particulier en pédiatrie, les différents sons cardiaques. L'objectif de cette étude est donc de constituer une base de données de sons cardiaques associés aux cardiopathies rencontrées en cardiologie-pédiatrique et permettre ainsi, par apprentissage, au jeune cardiologue de se former à l'identification des sons cardiaques.

Pour atteindre cet objectif, un stage de fin d'études d'IUT GEII a été proposé. Il s'est déroulé en collaboration avec un cardiologue pédiatre du service de Cardiologie et des Maladies Vasculaires du CHU de Rennes. Le projet a porté sur la conception d'un appareil d'enregistrement numérique, si possible léger, des sons cardiaques et sur le développement d'une plateforme d'écoute et de traitement des différents sons enregistrés. L'idée a été d'enregistrer les sons captés à l'aide d'un microphone situé derrière le pavillon d'un stéthoscope, la plateforme logicielle permettant alors l'écoute, le traitement, le stockage et l'exportation des signaux. Cette station doit aussi permettre la visualisation des sons cardiaques enregistrés appelés en cardiologie « phonocardiogrammes ».

### 2.2 Travail réalisé

L'intérêt du stage était qu'il permettait :

- I) de mettre en application un grand nombre de connaissances acquises dans la formation GEII,
- II) de se confronter à la gestion de projet et à son organisation en sous tâches,
- III) de rechercher et de mettre en œuvre les solutions technologiques pour leur réalisation.

Le projet a débuté par le choix du microphone et de la chaîne d'amplification. Nous devons choisir un micro dont le diamètre s'adapte à la sortie du pavillon. Une recherche sur catalogue a permis de retenir un micro-cravate du bon diamètre<sup>1</sup>. De plus, ce microphone possède un préamplificateur intégré et une sortie de type prise jack. Selon la documentation, la réponse en fréquence du micro/préamplificateur est linéaire dans la bande audio et convient donc à notre application. Afin de favoriser la qualité de la transmission du son, le microphone a été adapté à la sortie du pavillon à l'aide d'une gaine thermorétractable (figure 1).

Pour la numérisation du signal, plusieurs solutions ont été

envisagées allant de l'utilisation d'un microcontrôleur de type PIC avec CAN intégré, d'une carte d'acquisition de National Instrument à la numérisation directe du son par la carte son du PC. Les premiers tests ont permis de vérifier que le signal délivré par le microphone était d'amplitude suffisante pour « attaquer » directement l'entrée audio d'un PC.



fig 1 : Solution d'acquisition du son : pavillon, micro et préamplificateur.

L'ultime partie a concerné le développement d'une plateforme logicielle. Cette dernière a pour fonction le pilotage de l'acquisition du son : écoute et enregistrement interactif. Le signal sonore -en cardiologie on parle de phonocardiogramme-, peut également subir quelques traitements comme l'élimination du bruit extérieur, l'optimisation de l'auscultation des bruits cardiaques, pulmonaires ou organiques. La plateforme doit également proposer des solutions d'archivage et de lecture des données. De même, la représentation graphique du phonocardiogramme apporte des informations sur le rythme cardiaque et sur les différentes cardiopathies tels que les souffles ou l'éclat ou dédoublement d'un son dû à la fermeture retardée d'une des valves, ... L'exploitation à terme de la plateforme par un médecin a imposé une ergonomie relativement élevée. Notre choix s'est porté naturellement vers un environnement de développement sous LabVIEW de National Instrument. Il offre de larges possibilités de communication entre l'ordinateur et le monde physique (par des cartes d'acquisitions analogiques ou numériques, réseau, ...) ainsi que d'importantes bibliothèques mathématiques permettant de traiter les signaux mesurés. De plus, LabVIEW permet, de manière assez simple, d'élaborer des interfaces graphiques relativement sophistiquées.

Afin de répondre parfaitement aux attentes des cliniciens, l'interface a été réalisée en étroite collaboration avec le cardiologue-pédiatre. La plateforme a ainsi été structurée en deux panneaux (figure 2) : une première interface « Acquisition et Enregistrement » et une seconde « Lecture et Traitements ». Les fonctions d'écoute, d'enregistrement et visualisation des phonocardiogrammes sont toutefois communes aux deux panneaux.

L'interface « Acquisition et Enregistrement » possède des boutons de commande d'écoute, de réglage du volume et d'enregistrement du son, ces derniers sur le modèle d'un magnétophone. Durant l'acquisition, les phonocardiogrammes sont également visualisés dans une fenêtre glissante représentant un horizon de 5s. Le signal d'entrée peut être filtré lors de l'acquisition par un passe-bas à 1 kHz de fréquence de coupure afin d'éliminer le bruit de fond. Les signaux enregistrés sont stockés sur le disque sous la forme de fichiers de type wav.

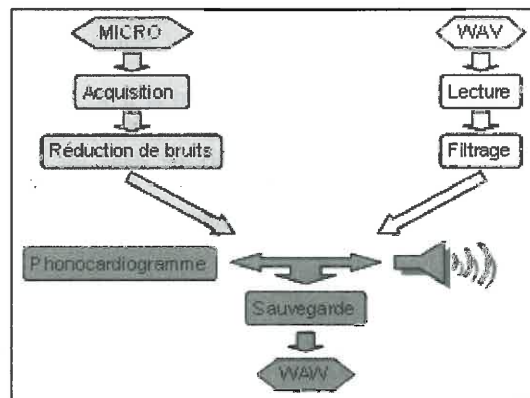


fig 2 : Structure logicielle du projet :  
partie Acquisition/enregistrement, partie Lecture/Traitements.

Le panneau « Lecture et Traitements » (figure 3) permet de lire des fichiers au format wav et de visualiser les phonocardiogrammes. Pour optimiser l'auscultation des bruits cardiaques, pulmonaires et autres bruits organiques, l'interface propose un sélecteur de 3 modes de fréquences : cloche pour les basses fréquences (20-200 Hz), membrane pour les hautes fréquences (100-500 Hz) et gamme étendue (20-1000 Hz).

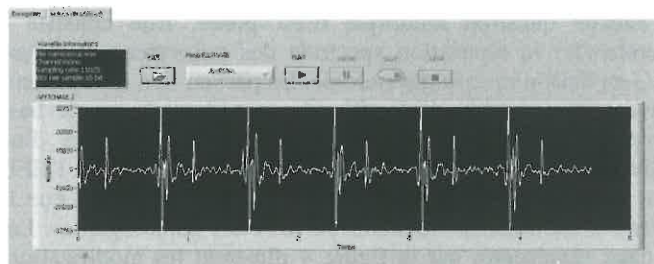


fig 3 : Panneau « Lecture et traitements »  
avec les différentes commandes, filtres et phonocardiogramme.

## 2.3 Utilisation

Ce projet de fin d'études a pu être conduit à son terme et la solution proposée a été intégrée sur l'ordinateur portable du cardiologue-pédiatre participant au projet. L'ensemble est actuellement exploité et une campagne d'enregistrement des sons cardiaques, liés aux cardiopathies congénitales sur de jeunes patients, est actuellement menée. À terme, ces signaux sonores seront intégrés dans un CDROM d'apprentissage de la morphogénèse cardiaque normale et pathologique [1].

Sur un plan plus pédagogique, ce projet a été très formateur pour le stagiaire ayant mené cette étude. Sur un plan organisationnel, il a été confronté d'emblée à la gestion de projet. Les notions d'acquisition de données, de traitement des signaux, d'ergonomie de l'interface lui ont permis de mettre en application les connaissances acquises lors de ces deux années. Enfin, la dimension humaine a été également importante puisque ce projet est le fruit d'un travail d'équipe regroupant, outre le stagiaire, un chercheur en technologie pour la santé et un clinicien.

## 3 DEUX EXEMPLES EN LIEN AVEC LES TROUBLES DU SOMMEIL

### 3.1 Détecteur de vigilance

#### 3.1.1 Objectifs du TP

Ce TP est proposé en deuxième année au département GEII de l'IUT de Rennes. Il relève du module complémentaire

« Filtrage numérique » dont les objectifs principaux tels que définis par le Programme Pédagogique National (PPN) [4] peuvent être résumés ainsi :

- savoir réaliser la synthèse des filtres RII et RIF,
- savoir utiliser un logiciel de conception de filtres numériques,
- savoir implémenter un filtre numérique dans un processeur spécialisé,
- savoir choisir un type de filtre adapté au problème posé et savoir le réaliser.

Un choix délibéré a été fait d'inscrire un des TP dans une problématique biomédicale concrète. Son objectif est de montrer comment l'état de vigilance d'un individu (par exemple un conducteur) peut être surveillé. Ce choix est aussi intéressant puisque l'étude de la vigilance a fait l'objet de nombreuses recherches par les industriels de l'automobile à partir de différentes modalités d'observation telles que l'électroencéphalogramme (EEG, activité du cerveau) ou l'électromyogramme (EMG, activité musculaire). Très classiquement, ce TP est divisé en trois parties : la préparation, le *design* des filtres sous MATLAB<sup>2</sup> et l'implémentation des filtres sous LabVIEW<sup>3</sup> de National Instruments.

### 3.1.2 Préparation

La préparation permet de s'imprégner du versant physiologique et aucune question théorique n'est posée. Elle consiste à appréhender la répartition spectrale des puissances du signal EEG en liaison avec la physiologie. En particulier, les étudiants doivent être capable d'identifier les grands rythmes de base composant l'EEG en fonction de l'état de vigilance d'un individu. Sans rentrer dans les détails, on considère que l'EEG peut être corrélé à divers états comportementaux tels que le niveau d'attention, le sommeil ou les états pathologiques. Les signaux représentés sur la figure 4 illustrent les modifications observables avec la vigilance.

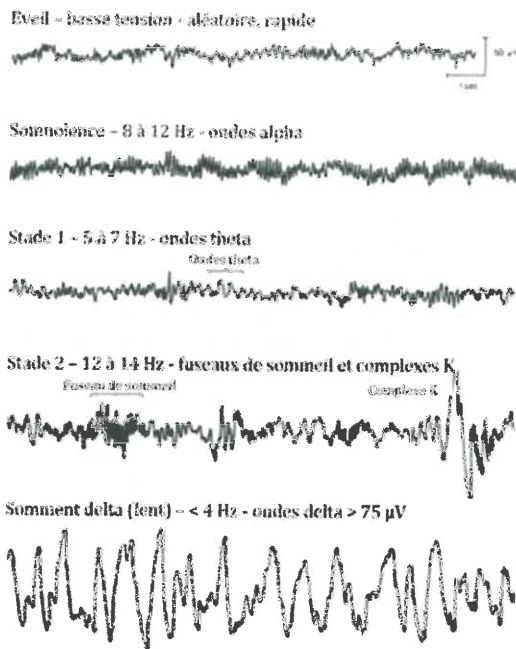


fig 4 : Exemple de signaux EEG observés (d'après le document la biologie du rêve <http://membres.lycos.fr/psv3106/PSY3106-5.pdf>).

Outre la répartition spectrale des puissances et le lien avec la physiologie, les étudiants apprécient également la nécessité de mettre en oeuvre une chaîne d'instrumentation dédiée pour recueillir des signaux de l'ordre de 100  $\mu\text{V}$ .

### 3.1.3 Design des filtres sous MATLAB

Le design des filtres fait directement appel à la définition du gabarit, afin de respecter des contraintes spécifiques, et au calcul de filtre. On s'est inscrit volontairement dans une démarche très pragmatique et le calcul du filtre s'effectue directement avec le logiciel de synthèse dédié de MATLAB.

Les étudiants définissent leur gabarit et procèdent au calcul du filtre passe-bande de la bande *alpha-beta* (8-30 Hz) et de la bande *theta*. Pour simplifier, ils sont construits par association de filtres passe-haut et passe-bas<sup>4</sup>. Le choix de synthétiser un filtre FIR ou IIR est laissé aux étudiants. Cependant, il est imposé d'argumenter ce choix en fonction des charges de calcul et de l'ordre du filtre<sup>5</sup>. Les étudiants vérifient les réponses impulsionnelles et indicielles des cellules élémentaires, des réponses en fréquence et de leurs associations. Le taux de réjection d'une fréquence par rapport à une autre est aussi demandé.

### 3.1.4 Implémentation des filtres sous LabVIEW

Cette ultime partie nous immerge directement dans le filtrage temps réel de données et l'élaboration d'un détecteur sous LabVIEW. Elle sensibilise les étudiants aux notions fondamentales de récursivité et de stabilité des filtres IIR. L'implémentation du détecteur de vigilance permet d'appréhender des aspects plus théoriques tels que le taux de fausse alarme ou le réglage des horizons d'observations de la fonction décisionnelle (ici le calcul d'une simple puissance dans une bande).

On considère que le signal EEG observé est échantillonné à la fréquence de 256 Hz. La mise au point du système complet s'effectue avec un signal de synthèse n'ayant aucun mélange des bandes et permettant de tester les filtres implémentés et les fonctions de décision retenues.

Un fichier de base *lire\_eeg.vi* est fourni et il est demandé d'y intégrer :

- un graphe déroulant permettant de visualiser le signal EEG (réel) supposé acquis sur la personne,
- l'instrument virtuel permettant de ne conserver que les bandes *alpha* et *beta*,
- l'instrument virtuel permettant de ne conserver que la bande *theta*,
- un graphe déroulant représentant la sortie des deux filtres passe-bande,
- l'implémentation du détecteur de vigilance.

Pour ce dernier point, le signal test suppose que l'état de somnolence est caractérisé par la seule présence des ondes *theta* et l'état de vigilance par la seule présence des ondes *alpha* et *beta*. On admet également que les activités *theta* et *alpha-beta* ne peuvent pas être observées simultanément.

La réalisation de l'instrument virtuel qui calcule les puissances dans les deux bandes étudiées sur un horizon donné est très formatrice. Pour calculer la puissance, on retient l'estimateur de puissance suivant :

$$P_B = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^N EEG^2(k)$$



COLLOQUE DE RENNES : TRAVAUX DES COMMISSIONS PRÉPARATOIRES

où  $P_B$  est la puissance dans la bande B. ( $\alpha$ - $\beta$  ou  $\theta$ ) et N est un horizon d'observation, le signal  $EEG(k)$  étant supposé centré. La figure 5 illustre un exemple d'instrument virtuel réalisé par les étudiants.

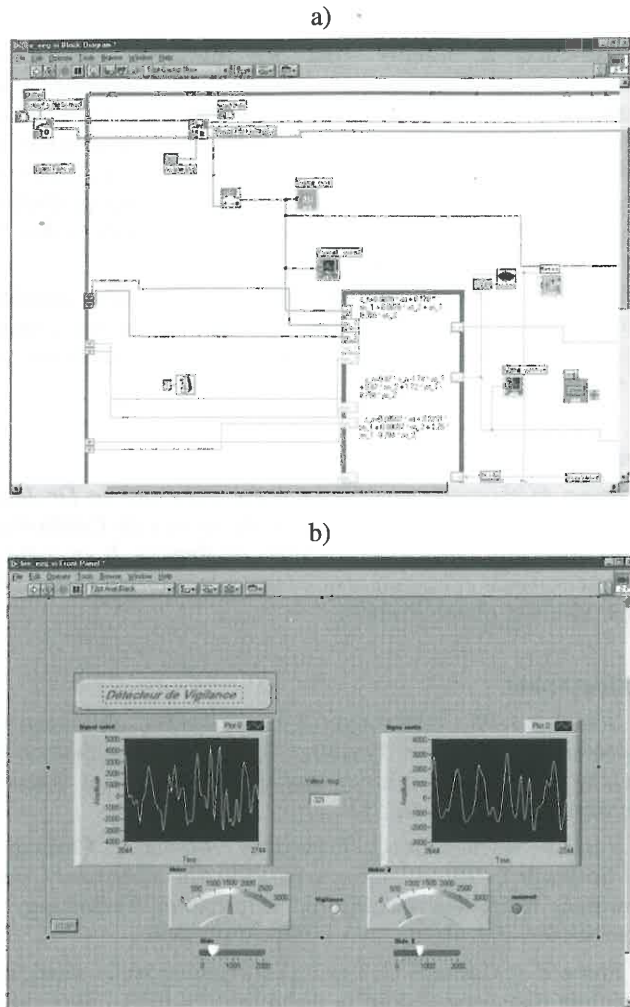


fig 5 : Instrument virtuel réalisé par les étudiants lors du TP

3.2 Caractérisation des stades de sommeil

3.2.1 Contexte de l'étude

Ce travail s'inscrivait dans le cadre du projet tutoré en GEII. Succinctement, les projets tutorés, d'une durée totale de 300 heures sur les 4 semestres, ont pour objectif de placer les étudiants en situation d'autonomie [4]. Le sujet du projet a souvent pour thème une étude ayant trait aux disciplines de la spécialité sans qu'il s'agisse d'une obligation. Ce projet doit permettre :

- l'apprentissage de la méthodologie de conduite de projet (travail en groupe, gestion du temps de travail, respect des délais, réalisation d'un cahier des charges, etc.),
- la mise en pratique des savoirs et savoir-faire (recherche documentaire, proposition de solutions, réalisation d'un rapport, etc.),
- l'apprentissage de l'autonomie,
- l'expérimentation de la transdisciplinarité.

3.2.2 Les signaux

Ce travail portait sur l'analyse de signaux de sommeil enregistrés chez des bébés grands prématurés (nés entre 29 et 31 semaines d'aménorrhée) dans une unité de soins intensifs et a été

réalisé en collaboration avec le service de pédiatrie du CHU de Rennes.

Pour l'étude, des acquisitions de l'électrocardiogramme (ECG), de la respiration et de l'électroencéphalogramme (EEG) ont été réalisées chez 15 bébés, à la fréquence de 512 Hz, pendant des durées de 3 heures. Pendant l'enregistrement des signaux, le médecin spécialiste du sommeil réalise le codage en stades de sommeil. Pour cela, il se base sur l'allure des signaux enregistrés ainsi que sur les attitudes du bébé. Cinq stades sont identifiés dans le cas des nouveau-nés [5] : le Sommeil Calme (SC), le Sommeil Indéterminé (SI), le Sommeil Agité (SA), l'Eveil Calme (EC) et l'Eveil Agité (EA). Une fois le codage terminé, on peut alors tracer un « hypnogramme », représentation en fonction du temps de l'évolution des stades de sommeil. La figure 6 montre un exemple d'hypnogramme complet obtenu pour le bébé n°4.

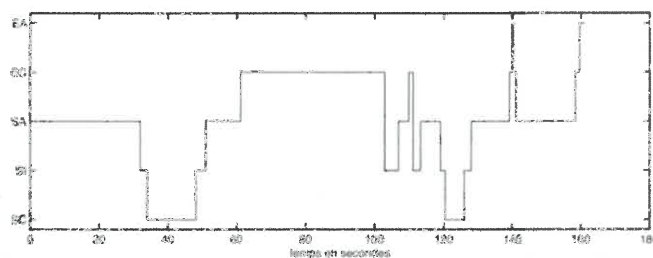


fig 6 : Hypnogramme complet du bébé n°4.

3.2.3 Initiation aux probabilités

Un des objectifs du travail était de caractériser les transitions entre les différents stades de sommeil en s'appuyant sur le formalisme probabiliste. Celui retenu dans ce travail a été le suivant :

- soit Y la variable aléatoire discrète caractérisant le stade de sommeil dans lequel se trouve le bébé à un instant donné,
- soit X la variable aléatoire discrète caractérisant le stade précédent.

X et Y peuvent prendre 5 valeurs : SC, SI, SA, EC ou EA. Pour chaque bébé, on peut alors calculer la probabilité d'apparition d'un stade connaissant le stade précédent, notée  $P(Y=y/X=x)$ , ou probabilité de transition du stade x au stade y.

L'objet de la première partie du projet était donc d'implémenter en se basant sur les fichiers d'annotations, délivrés par l'expert, le calcul expérimental de  $P(Y=y/X=x)$ . Finalement, les différents résultats obtenus sur l'ensemble de la population sont moyennés et permettent d'aboutir à un automate de profil de nuit (figure 7).

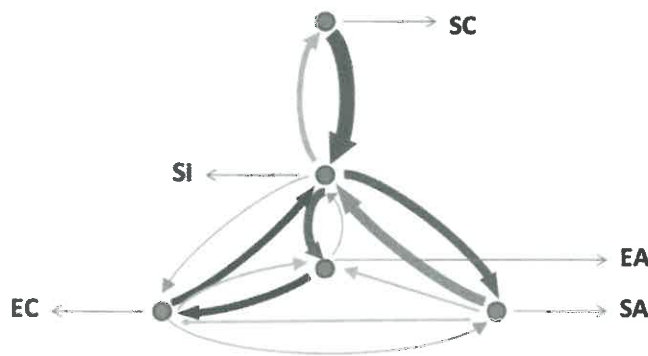


fig 7 : Automate de profil de nuit (la largeur de la flèche est proportionnelle à la probabilité de transition).

L'intérêt est ici d'établir un graphe probabiliste permettant de faire un lien avec les connaissances acquises en automatisme, sur les graphes d'état. Sur le plan de l'application, on a pu mettre en évidence pour les 15 bébés que, par exemple :

- plusieurs transitions n'existent pas (ex : SC → SA),
- le sommeil indéterminé fonctionne comme une passerelle,
- le sommeil calme est toujours suivi par du sommeil indéterminé.

### 3.2.4 Initiation au traitement du signal

Dans un deuxième temps, une étude sur les signaux a été réalisée, permettant aux étudiants de transposer les notions acquises sur les variables aléatoires au domaine des signaux. L'objectif est de caractériser d'un point de vue statistique chaque segment SC, SI, SA, EC ou EA. Pour chaque stade, plusieurs paramètres ont été extraits de l'EEG : la moyenne, la médiane, la variance, la variance du signal dérivé, le kurtosis, le skewness.

Pour l'analyse des résultats, la représentation par boxplots a été utilisée car elle fournit une vision simple et imagée des tests statistiques. On a ainsi observé que c'était la variance de l'EEG qui permettait d'obtenir des valeurs discriminantes en fonction des stades, tout particulièrement pour les stades SC, SI et SA (figure 8). Ceci est cohérent avec la pratique, puisque ces trois stades sont identifiés par l'expert au regard de l'EEG, alors que les stades de veille (EC et EA) sont plutôt identifiés en fonction du comportement du bébé (yeux fermés ou ouverts par exemple).

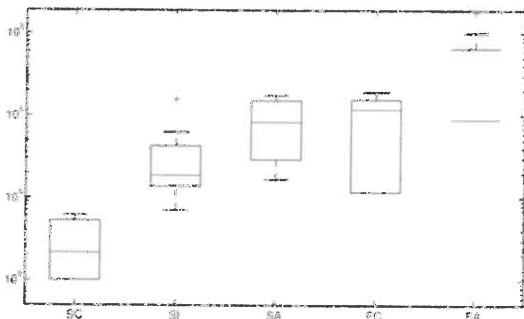


fig 8 : Boxplots obtenus avec la variance du signal EEG pour les différents stades de sommeil.

## 4 CONCLUSION

Trois exemples du domaine des technologies pour la santé appliqués au domaine de l'EEA ont été présentés dans cette communication. Ils s'appuient sur trois expériences pédagogiques différentes (une réalisée lors d'un stage de fin d'études, une autre en TP et enfin une troisième en projet tutoré)

conduites au département GEII de l'IUT de Rennes.

Leur intérêt est de répondre parfaitement au Programme Pédagogique National (PPN) et de permettre une ouverture vers les technologies pour la santé.

L'expérience a montré que les étudiants apprécient particulièrement d'appliquer les connaissances théoriques à des exemples concrets relevant du domaine médical. Des enquêtes réalisées auprès d'eux ont souligné l'intérêt et la motivation des étudiants pour ces réalisations ancrées dans la réalité. Elles ont aussi mis en évidence que les applications proposées permettent d'asseoir complètement la compréhension des cours et des TD [3].

Enfin, si l'expérience est positive et que les notions abordées semblent bien comprises, il n'en reste pas moins que certains calculs plus théoriques restent encore difficiles à maîtriser par les étudiants.

### Remerciements

*Le projet Stéthoscope numérique a été initié par le Dr Jean-Marc Schleich, cardiologue pédiatre du service de Cardiologie et des Maladies Vasculaires du CHU de Rennes. Il en a été le promoteur initial et les auteurs tiennent à lui exprimer leurs plus vifs et sincères remerciements.*

### Bibliographie

- [1] Schleich J.-M., Dillenseger J.-L., Houyel L., Almange C., Anderson R. H., "A new dynamic 3-D virtual image method for teaching normal human atrial septation", *Anatomical Sciences Education*, 2, 2, 2009, pp. 69-77.
- [2] Porée F, Kachenoura A, Gauvrit H, Morvan C, Carrault G and Senhadji L. Blind source separation for ambulatory sleep recording. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, vol. 10, pp. 293 – 301, Avril 2006.
- [3] Porée F et Carrault G. Les technologies pour la santé, une discipline transversale pour la pédagogie en EEA : application aux troubles du sommeil. 8ème Colloque sur l'Enseignement des Technologies et des Sciences de l'Information et des Systèmes (CETSIS). Grenoble, France. Mars 2010.
- [4] <http://media.education.gouv.fr/file/76/8/768.pdf>.
- [5] L. Curzi-Dascalova, M Mirmiran. Manuel des techniques d'enregistrement et d'analyse des stades de sommeil et de veille chez le prématuré et le nouveau-né à terme. Editions Inserm, Paris, 2006.

<sup>1</sup> Micro cravate N° 242-8911 de chez radiosparcs

<sup>2</sup> <http://www.mathworks.fr/>

<sup>3</sup> <http://www.ni.com/labview/>

<sup>4</sup> Ceci permet aussi d'étudier l'implémentation de plusieurs cellules en cascade.

<sup>5</sup> Cette discussion est intéressante pour l'étude de la stabilité des filtres IIR.

## COMMISSION 3 :

## LA TRANSVERSALITÉ DANS LE PROJET

Par *Béatrice Deleau**Enseignante en culture et communication - Département GEII de l'IUT Lyon 1*

Les temps sont durs et les étudiants n'apprennent plus. Nonobstant, nous ne sommes pas déchargés de notre mission d'enseigner. Il nous faut nous résigner à devoir affronter des jeunes gens souriants mais peu impliqués, multi-connectés mais peu présents à notre discours et surtout semblant incapables de fournir le moindre effort si l'on ne leur a pas démontré auparavant que cet effort leur sera utile. **Que faire ?**

L'introduction de projets transversaux dans l'organisation de nos enseignements pourrait être une tentative de réponse à cette question cruciale.

Un projet transversal, qu'est-ce à dire ? C'est à cette interrogation que se proposera dans un premier temps de répondre la commission qui lui est dédiée. Une commission qui prend quelques paris : oui, nous pouvons améliorer l'efficacité de notre enseignement en prenant en compte les caractéristiques de la génération Y. Oui, deux journées de travail suffiront pour, à la fois, alimenter une réflexion intellectuelle sur la démarche et dégager une série d'outils concrets et transposables aux contextes locaux. Pour autant, on se gardera de toute tentation hégémonique de méthode : la démarche « projet transversal » vient en complément de l'apprentissage académique, elle ne saurait s'y substituer.

Les membres organisateurs de cette commission - Jean-Robert Delahaye et Philippe Lavallée (Le Havre), Patrice Gérard (Rennes), Thierry Lequeu (Tours), Catherine Péaud et Christine Marguet (Lyon), Gino Gramaccia (Bordeaux) - se sont réunis le 2 avril pour préparer les travaux.

### TRANSVERSALITÉ DANS LE PROJET... MAIS À TOUT PRENDRE, QU'EST-CE ?

La transversalité consiste à créer des passerelles, c'est-à-dire **établir une collaboration** entre les modules (les disciplines) et entre les enseignants. La transversalité existe lorsqu'au moins deux disciplines interagissent.

La mutualisation des compétences prend alors tout son sens, dans un double objectif de prise en compte globale de l'étudiant et de synthèse des savoirs, et ce du début du S1 à la fin du S4.

Cette idée inclut la notion de travail d'équipe et celle d'ouverture vers l'extérieur.

La transversalité est le propre de toute institution, de tout système, de la société en général et donc de tout département GEii.

Le projet, quant à lui, est caractérisé par un caractère concret et un but défini qui satisfait un besoin spécifique et unique. Il repose sur une notion de futur organisé, décidé, avec action sur les événements et des dates de début et de fin déterminées. Enfin, pas de projet sans idée de nouveauté, d'innovation, de défi avec la possibilité de s'appuyer sur une expérience antérieure.

A cela on peut ajouter dans notre contexte, la notion de travail d'équipe selon le modèle participatif.

La norme NF EN ISO 9000 (dictionnaire de la qualité AFNOR) définit le projet comme un « *processus unique, qui consiste en un ensemble d'activités coordonnées et maîtrisées comportant des dates de début et de fin, entrepris dans le but d'atteindre un objectif conforme à des exigences spécifiques, incluant les contraintes de délais, de coûts et de ressources* »

Pour nous, enseignants, le projet est l'occasion de faire comprendre aux étudiants une démarche globale (transversale) avec méthode et dans un contexte encadré afin qu'ils puissent la

reproduire dans toute situation de projet qu'ils rencontreront dans leur vie active.

Pour les étudiants, le projet est l'occasion d'être acteur de leur formation et de préparer leur insertion professionnelle par la mise en situation.

La transversalité dans le projet c'est amener nos étudiants à gérer, réaliser et présenter un projet, ce qui correspond à la réalité de la vie active.

### LES HYPOTHÈSES DE TRAVAIL

#### Une commission « one shot »

Cette commission n'a pas pour objectif de devenir une série. Elle doit donc suffire pour que chacun reparte avec les outils intellectuels et concrets nécessaires à la mise en œuvre et/ou à l'amélioration des pratiques transversales dans son département.

#### La génération Y n'apprend pas comme nous apprenons !

En prenant en compte les spécificités de la génération Y, nous pouvons améliorer l'efficacité de notre enseignement, mieux « faire passer le message ».

#### Il existe DES solutions

Il ne s'agit pas de dégager une solution unique et universelle, ce qui serait une mauvaise démarche mais au contraire d'identifier tout une batterie d'outils dans laquelle chacun puisse choisir et adapter à son contexte.

#### Les outils concrets émaneront des expériences de terrain « modélisées »

C'est à partir d'un regard porté sur les retours d'expérience que la commission va définir des outils concrets « clés en main » ou en tous cas transposables. Elle doit donc être capable de dégager l'essentiel de chaque retour d'expérience, c'est-à-dire un « modèle » à partir des témoignages.

Pour faciliter ce travail, les collègues qui témoigneront seront invités à compléter une grille d'analyse.

**Il ne s'agit pas de passer au « tout transversal » ni au « tout projet »**

Tout l'apprentissage ne passe pas par la démarche projet, comme le précise Serge Potteck. Le projet est un complément à l'apprentissage académique, il ne saurait s'y substituer. Il reste tout de même une phase incontournable car il constitue le point de convergence des différents apprentissages.

Il convient par ailleurs de préciser que la commission n'est centrée ni sur le projet tuteuré, ni sur le PPP.

Enfin, pour information : une enquête « état des lieux » est adressée à tous les inscrits de la commission ainsi qu'à tous les chefs de départements.

### LES OBJECTIFS DU COLLOQUE

- Définir clairement pour tous les participants les notions de transversalité et de projet
- Mettre en évidence les liens transversaux possibles entre les modules du PPN
- Donner des éléments pour comprendre le mode de fonctionnement de la génération Y (intervention : Catherine Tanguy)
- Donner des éléments sur la gestion de projet et l'approche système (intervention : Serge Potteck)

- Voir ce qui se fait dans les différents départements grâce à des comptes-rendus d'expérience, en déduire ce qui est transposable
- Proposer un catalogue d'outils concrets « clés en main » ou transposables.

**Aller-retour entre pratiques de terrain et modèles théoriques : un gage de fécondité.**

Les participants trouveront donc dans les deux jours de travaux de cette commission les instruments nécessaires à l'introduction, l'amendement ou la consolidation de leur(s) projet(s) ressortissant de cette démarche.

**Mais les enjeux de cette commission vont bien au-delà.**

Eprouver à l'interne des pratiques innovantes, s'adapter sans cesse à des publics d'horizons différents sans rien brader de leurs exigences, c'est ce que les IUT ont toujours su faire, souvent sans même se rendre compte qu'ils le faisaient.

Or il est plus que jamais nécessaire que les IUT sachent ce qu'ils savent faire pour pouvoir le faire savoir. Que cette commission y contribue !

« *Quand je me regarde je me désole, quand je me compare, je me console* » dit l'adage. Le temps est venu de revendiquer la qualité de notre travail.

Béatrice Deleau  
Enseignante en culture et communication  
Département GEII de l'IUT Lyon 1

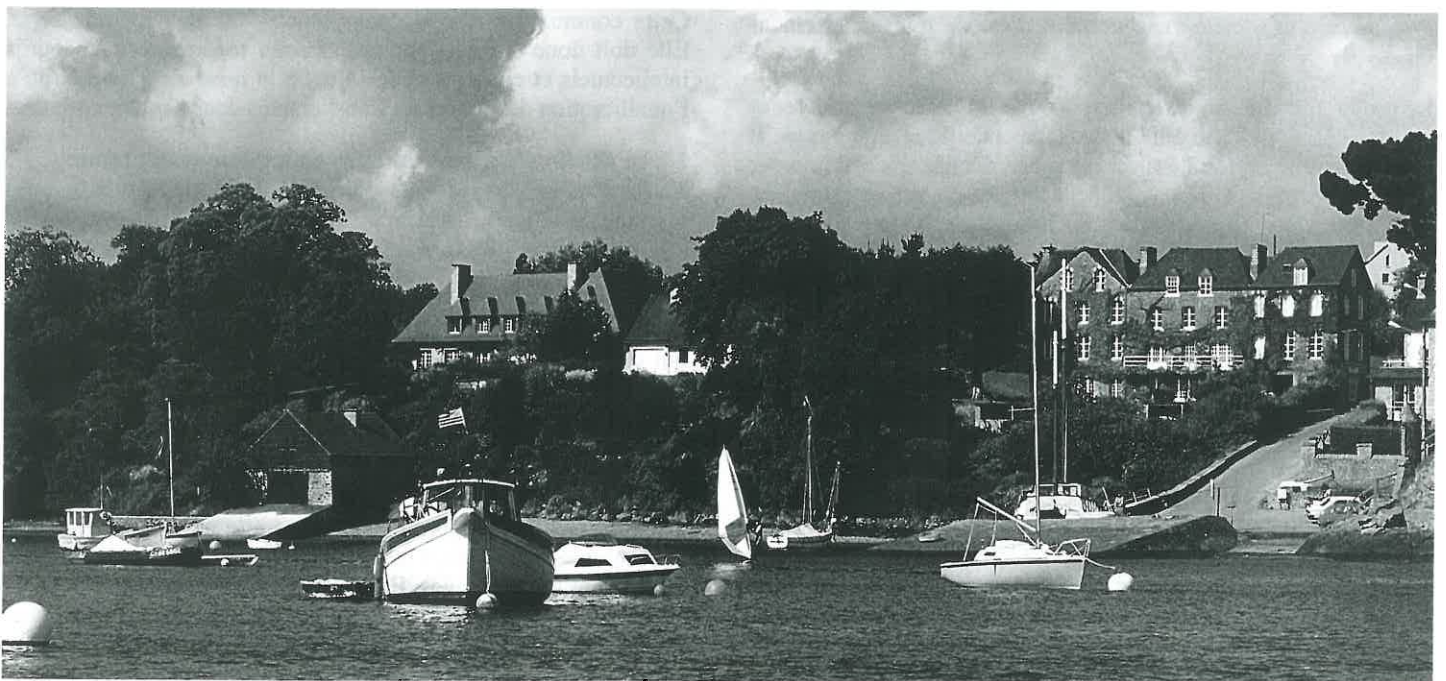
### POUR ALLER PLUS LOIN :

Jean Pierre BOUTINET : Anthropologie du projet, PUF, 2005

Christian CAZAUBON, Gino GRAMACCIA, Gérard MASSARD, Management de projet technique, Paris, Ellipses, 1997, 2004.

Serge POTTECK : Concevoir un système – Que ce projet soit un succès !, Schemectif, 2009

Daniel OLLIVIER, Catherine TANGUY : Génération Y, mode d'emploi, De Boeck, 2008



**Programme prévisionnel de la commission 3**

|   |
|---|
| <p><b>Session jeudi matin 8h30-10h</b></p> <p>Mise en place de la commission et du cadre de réflexion</p>   |
| <p>1. Introduction : définitions de la transversalité et du projet, hypothèses de travail, objectifs de la commission <b>J.R Delahaye, I.U.T Le Havre</b></p> <p>2. « Transversalité possible entre les modules du PPN »<br/><b>C. Péaud et Ch.Marguet, I.U.T Lyon-Villeurbanne</b></p> |
| <p><b>Session Jeudi Matin 10h30-12h</b></p> <p>En prenant en compte les spécificités de la génération Y, nous pouvons améliorer l'efficacité de notre enseignement, mieux « faire passer le message »</p>   |
| <p>Présentation de la « Génération Y », <b>C. Tanguy</b></p>  |
| <p><b>Session Jeudi après midi 14h-15h30</b></p> <p>Transversalité dans le projet : retour d'expérience IUT</p>   |
| <p>1. Retour d'expérience <b>IUT de Tours</b> , <b>T. Lequeu et V. Auger</b></p> <p>2. Discussion</p>   |
| <p><b>Session Jeudi Après-midi 16h-17h</b></p> <p>Transversalité dans le projet : retours d'expérience en entreprise et en IUT</p>  |
| <p>1. Intervention d'un industriel : « Gestion de projet en bureau d'études » <b>M. Lavallée</b></p> <p>2. Retour d'expérience <b>IUT du Havre, J.R. Delahaye et P. Lavallée</b></p>  |
| <p><b>Session vendredi matin 9h-10h</b></p> <p>Transversalité dans le projet : retour d'expérience IUT</p>  |
| <p>1. Retour d'expérience <b>IUT de Toulon, I. Kawa-Topor</b></p> <p>2. Discussion</p>  |
| <p><b>Session vendredi matin 10h30-12h</b></p> <p>La pédagogie transversale permet un apprentissage qui peut être déterminant dans la trajectoire des étudiants</p>   |
| <p>1. Education aux systèmes et à la conduite de projet, <b>S. Potteck ingénieur CNES</b></p> <p>2. Discussion</p>  |

## COMMISSION 4 :

### DE L'ANALOGIQUE AU NUMÉRIQUE

Par S. Brette, G. Carrault, G. Couturier, J.P. Guiramand, M. Le Roy, J.P. Pecqueur, A. Pavan

#### Les membres organisateurs de la commission

S. Brette (Ville d'Avray), G. Carrault (Rennes), G. Couturier (Bordeaux), J.P. Guiramand (Grenoble), M. le Roy (Brest), J.P. Pecqueur (Angers), A. Pavan (Rouen),

Force est de constater aujourd'hui que les télécommunications numériques sont en train de prendre le dessus sur les télécommunications analogiques. Quelques îlots font encore de la résistance : citons la bande FM pour exemple, mais pour combien de temps encore ?

En 2011, tous les émetteurs de télévision analogique cesseront d'émettre et seront remplacés par des émetteurs TNT. C'est à partir de ce constat et aussi parce que la Bretagne, associée aux Pays de Loire, est pôle de compétitivité « Image et Réseaux », qu'est née l'idée d'une commission intitulée « de l'analogique au numérique », sous-entendu des transmissions analogiques vers les transmissions numériques.

A ce stade de la discussion, peut-être faut-il distinguer les transmissions numériques de data (température, pression, ...) des télécommunications numériques (audio, vidéo, ...) où une compression du signal est possible car ni l'oreille et ni l'œil n'étant des instruments scientifiques, il est possible de les « tromper » un peu .... et même beaucoup, mais cela ne relève pas de notre discipline !

Pour parler le langage du GEII, disons que les transmissions numériques concernent les modules « cœur de compétence » alors que les télécommunications numériques concernent plutôt les modules complémentaires.

Pour décrire un système de transmission, quel qu'il soit, on adopte plutôt une approche fonctionnelle, qui suppose que les « legos » de base sont connus (ex : oscillateur, multiplieur, filtre, modulateur I/Q, ...). On peut cependant, à la lecture des datasheet des constructeurs de circuits intégrés (C.I.) ou de modules de transmission, se poser la question sur ce qui est indispensable de connaître pour faire des transmissions.

Prenons le cas concret d'un technicien voulant transmettre des data à courte distance via une transmission hertzienne. Aujourd'hui, il va trouver des C.I., avec sur la même puce, un microcontrôleur et un module ZigBee par exemple. Mieux encore, il pourra trouver des modules intégrant l'oscillateur, le réseau d'adaptation d'antenne, l'antenne céramique intégrée et même, dans certains cas, quelques capteurs (ex : [www.radiocrafts.com](http://www.radiocrafts.com), [www.jennic.com](http://www.jennic.com), ...).

Extrait de la datasheet du MC1321x, ZigBee-Compliant Platform- 2.4 GHz Low Power Transceiver for the IEEE 802.15.4 Standard plus Microcontroller, Freescale Semiconductor

*...In the receive signal path, the RF input is converted to low IF In-phase and Quadrature (I & Q) signals through two down-conversion stages. A Clear Channel Assessment (CCA) can be performed based upon the baseband energy integrated over a specific time interval. The digital back end performs Differential Chip Detection (DCD), the correlator "de-spreads" the Direct*

*Sequence Spread Spectrum (DSSS) Offset QPSK (O-QPSK) signal, determines the symbols and packets, and detects the data.*

L'utilisateur peut-il ignorer ce qui se cache derrière les acronymes I & Q, DSSS, QPSK, ... pour utiliser le C.I. MC1321x? La réponse est sans aucun doute OUI, peut-être sera-t-il tout juste frustré de ne pas tout comprendre... mais pouvons-nous tout comprendre ?

D'une manière générale, il n'est effectivement pas nécessaire de connaître le détail des blocs internes d'un C.I. pour l'utiliser. Pour faire fonctionner le C.I. MC1321x, l'utilisateur doit ajouter un quartz, un circuit d'adaptation (matching network) et une antenne, tout ceci étant expliqué dans la notice écrite ... en anglais : il est donc préférable d'avoir une très bonne connaissance de l'anglais et de l'informatique industrielle.

Autre extrait, celui de la datasheet du RC2300 de radiocrafts, ZigBee – Ready RF transceiver Modules

The RC230x series of modules are specially designed to meet the IEEE 802.15.4 standard used by ZigBee and a variety of proprietary network protocols ... No RF design or expertise is required to add powerful wireless networking to the product. As an option you can even get the module with the integrated antenna...

#### Des circuits pour les presque nuls en électronique !

Les circuits électroniques d'aujourd'hui sont devenus très complexes par le nombre de fonctions intégrées mais aussi plus simples d'emploi à condition de bien maîtriser l'anglais, l'informatique industrielle et d'avoir une bonne culture générale en science et technique. La question est de savoir comment peut être acquise cette culture générale : en calculant la condition d'oscillation d'un montage oscillateur, la réponse d'une PLL à un échelon de fréquence, ... ? C'est une question ouverte.

Les techniciens que nous formons ne sont pas des concepteurs de C.I., mais des utilisateurs, c'est-à-dire des « assembleurs » de C.I. Une bonne connaissance des composants passifs (condensateurs, inductances, quartz, filtres céramiques) est nécessaire : en effet, ce sont à peu près les seuls composants qu'il faut mettre autour d'un C.I. pour le faire fonctionner correctement. Ensuite avoir des notions de propagation (ex : SWR 2 :1, qu'est-ce que cela veut dire ?), de bruit (ex : sensitivity -92dBm, PER 1%) associées à la connaissance de quelques outils de mesure de la qualité des signaux (diagramme de l'œil, constellations d'états, ...), quelques notions sur les antennes (comprendre le gain en dBi, savoir faire un bilan de transmission, ...). Les modules de communication intègrent des CAN : plutôt que de connaître l'anatomie d'un CAN, peut-être est-il préférable de savoir décoder la datasheet d'un constructeur ? (ex : résolution 16 bits, SINAD, ENOB). Que puis-je dire du résultat de la mesure ? Des rudiments en statistiques seraient nécessaires et devraient donc faire partie du cœur de compétence.

## COLLOQUE DE RENNES : TRAVAUX DES COMMISSIONS PRÉPARATOIRES

Jetons maintenant un rapide coup d'œil sur le PPN. Le contenu du module « cœur de compétence » EN3 mentionne :

- ...
- Application de la PLL à la modulation et démodulation
- Principe de bases des modulations et démodulations analogiques

- ...  
Eu égard à ce qui a été dit précédemment, on peut raisonnablement se demander si les modulations et démodulations analogiques ont encore leur place dans les modules « cœur de compétence » ? Idem pour l'application de la PLL à la modulation et démodulation, oui la PLL peut être utilisée comme modulateur de phase, oui la PLL peut être utilisée pour démoduler la FM, ceci dit on emploiera plus volontiers un démodulateur en quadrature, etc ... Comme mentionné précédemment, il serait probablement préférable de donner à tous des rudiments en propagation, bruit et probabilité ... , c'est-à-dire des connaissances pérennes.

Ces questions pourront être débattues lors de la dernière session de la commission.

En amont de cette discussion, qui intéresse tous les enseignants

d'électronique (EN1, EN2 et EN3), nous nous focaliserons sur l'enseignement des télécommunications. Pour nous aider dans notre cheminement, nous avons prévu :

- des interventions d'ingénieurs spécialistes du GSM et de la TNT, certains intervenant dans nos formations.
- un exposé « académique » sur l'OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), c'est une technique multi porteuses très utilisée pour lutter contre les chemins multiples en milieu confiné. L'OFDM est utilisée dans la TNT, le WiFi, l'ADSL, le CPL, la radio numérique (DAB-T)...
- des présentations de matériels spécifiques (générateurs de modulation numérique, récepteurs, ...) par des industriels présents au colloque
- des présentations de maquettes pédagogiques par des collègues enseignants de GEII
- une présentation de l'ESAT (Ecole Supérieure et d'Application des Transmissions), sise à Cesson Sévigné proche de Rennes, avec un exposé sur les transmissions militaires versus les transmissions civiles et une présentation de matériels
- une visite de l'Espace Ferrié, musée des transmissions ([www.espaceferrie.fr](http://www.espaceferrie.fr)).



## COMMISSION 5 :

### COLLOQUE PÉDAGOGIQUE GEII 2010

#### Licences professionnelles :

- **Métiers, spécialisations, diversité du Génie électrique.**
- **Adéquation aux besoins économiques, évolution dans notre système de formation**

*Travaux coordonnés par : Alain BERTHON, Armel BRUNO, Christine TOUMOULIN, France LE BIHAN, Patricia GRASSIN, Rachid MALTI, Johan MOULIN, Thierry GLAISNER*

Les licences professionnelles ont été créées en 1999 avec l'objectif de développer un niveau de qualification approprié pour une insertion professionnelle au niveau L3. D'une durée de 1 an, elles sont proposées en formation initiale, en alternance et dans le cadre de la formation continue. Elles ont pour vocation de répondre aux exigences du marché du travail, et notamment aux besoins du tissu économique local ainsi qu'à une demande de nouvelles qualifications, entre le niveau technicien supérieur et le niveau ingénieur-cadre supérieur. Leur création repose sur trois principes fondateurs : l'innovation pédagogique, le partenariat professionnel et la mixité des publics accueillis.

Le nombre de licences professionnelles s'élève aujourd'hui à 1620 tout secteur professionnel confondu. Les IUT, compte tenu de leur spécificité au sein des universités à délivrer des diplômes « métiers », ont développé ces formations dans leurs domaines de compétences. Leurs relations avec le tissu industriel et économique les ont placés dans une position très favorable pour développer ces nouveaux diplômes. N'oublions pas cependant que ces diplômes sont des diplômes d'universités et par conséquent ne constituent pas le monopole des IUT. De nombreuses licences ont ainsi été mise en place par les UFR, ou font l'objet d'un partenariat avec d'autres établissements avec des diplômes créés en co-ingénierie pédagogique IUT-UFR, IUT-lycée-UFR ou UFR-lycée.

Force est néanmoins de constater que leur nombre important, la diversité de leurs intitulés et des programmes ne favorisent pas leur lisibilité. Il n'est pas toujours facile de s'y retrouver d'autant qu'il n'existe pas de catalogue exhaustif de ces diplômes, en particulier par champ de spécialité.

Deux catégories de LP se distinguent quant aux métiers visés selon qu'elles se positionnent sur des domaines relativement larges ou au contraire sur un champ restreint de métiers, sur des niches précises. Citons pour exemple, la LP EISI (Electronique et Informatique des Systèmes Industriels) qui constitue un prolongement du cursus GEII, donc généraliste et la LP Réseaux et télécoms qui au contraire représente une spécialisation en débouché du DUT. S'il apparaît légitime aujourd'hui de proposer aux étudiants une formation qui leur offre les meilleures chances d'intégration professionnelle, la question se pose sur la durabilité de cette insertion compte tenu de l'évolution rapide des besoins en compétence et des métiers. Une réflexion s'impose sur l'adéquation entre formations et métiers.

Un premier objectif de cette commission sera donc de procéder à un recensement de ce qui est proposé au sein des départements GEII qui sont soit porteurs de projet soit associés à un autre établissement ou composante dans la construction d'un tel diplôme.

Entendons-nous sur ce vocabulaire « recensement » : il ne s'agit nullement d'établir un simple catalogue des formations existantes. Il s'agit d'une part de trouver la richesse des innovations pédagogiques des départements GEII dans cette ingénierie pédagogique ou co-ingénierie et d'autre part de recenser les nouveaux métiers, les nouvelles activités industrielles et économiques car rappelons qu'un des critères d'habilitation des licences pro était de répondre à une demande du milieu professionnel.

Ce recensement présenté plus sous les formes d'innovation, créativité que d'un simple catalogue géographique doit aussi nous amener à élargir notre réflexion relativement à l'offre actuelle, en particulier sur (1) l'intérêt d'une harmonisation au niveau national des intitulés et des programmes pour une cohérence et une meilleure lisibilité, (2) l'adéquation formations – métiers et l'adaptabilité des étudiants face aux évolutions de compétences et de métiers, (3) l'évolution des contenus des formations pour répondre aux mutations rapide du marché. Comment se positionner entre spécialisation et diversification de compétences et permettre aux étudiants de s'adapter face à la diversité des domaines d'activité (santé, agro-alimentaire, énergies, microélectronique, transports terrestres et maritimes, systèmes automatisés, robotique, transmissions HF, ingénierie de systèmes, efficacité énergétique, aéronautique,.....) ?

Un élément phare de ces formations concerne l'alternance. Aujourd'hui, de plus en plus de jeunes sont attirés par cette formule car elle représente un bon moyen d'intégrer le monde de l'entreprise tout en poursuivant sa formation. Elle leur permet ainsi de développer leur expérience professionnelle et de faciliter leur intégration dans l'entreprise qui recherche avant tout des candidats très vite opérationnels. Côté employeurs, c'est une formation qui est de plus en plus valorisée car elle représente un outil de recrutement pour évaluer et former un jeune avant embauche. La crise économique aidant, les licences accueillent un public plus important de formation continue. Ces nouveaux publics (alternance, formation continue) conduisent à un renforcement des liens avec le milieu de l'entreprise. Nous vous proposerons un échange sur l'alternance : les publics concernés, les dispositifs de financement, le point de vue des entreprises, l'apport pour les IUT.

Une autre question concerne la reconnaissance du diplôme dans le monde de l'entreprise. Sur le papier, la licence professionnelle forme des techniciens supérieurs spécialisés avec de meilleures possibilités de promotion qu'avec un diplôme bac+2. Cependant, la vision de l'entreprise est extrêmement variable selon la typologie de celle-ci et sa politique de recrutement. Il s'agira donc d'ouvrir le débat avec des responsables des ressources humaines d'entreprises mais aussi avec des interlocuteurs d'organismes représentatifs des professions du



**COLLOQUE DE RENNES : TRAVAUX DES COMMISSIONS PRÉPARATOIRES**

GEII. Le ton de ces échanges n'a pas besoin d'être polémique mais il semble légitime que plus de 10 ans après sa création, ce diplôme puisse être reconnu à sa juste valeur comme le DUT l'a été (d'ailleurs bien après sa création) par des conventions collectives ou un dispositif attractif en terme de niveau de qualification, grille de rémunération et évolution de carrière.

Un dernier point mérite d'être soulevé qui concerne la reconnaissance du diplôme et la place de la licence professionnelle dans l'offre LMD. Aujourd'hui, la licence professionnelle représente un complément et non pas une formation de trois ans. Nous pouvons percevoir un certain nombre d'inquiétudes par rapport à son devenir, tant sur son évolution que sur sa place dans le système de formation proposé par les universités. Cette inquiétude est d'autant plus forte dans la situation actuelle, ou nous nous trouvons au cœur d'une évolution (pour ne pas dire révolution) de la gouvernance de notre système d'enseignement supérieur. Il est clair que l'intégration des LP dans le LMD doit avant tout permettre une meilleure orientation de l'étudiant au cours de son cursus. Elles devraient être systématiquement présentées aux bacheliers comme l'une des voies possibles de son parcours de formation, au même titre qu'une licence générale, lui permettant de faire un choix réfléchi entre une voie longue, via une licence générale et un master, et une voie courte, via une licence professionnelle et une insertion dans le monde professionnel. Il s'agit de décliner une offre de formation LMD cohérente et homogène dans laquelle les LP devront avoir leur place. Aujourd'hui un premier pas vient d'être franchi. La nouvelle agence pour l'évaluation de

la recherche et l'enseignement supérieur (AERES) a intégré les LP dans sa politique d'évaluation des licences et des masters (rappelons que jusqu'à maintenant, les LP étaient évaluées à part). L'évaluation des établissements, des centres de recherche et des formations est ainsi confiée à une instance unique (le rôle de l'AERES est de « fournir aux établissements des éléments pour les aider à fonder leur stratégie future tant en matière de formation que de recherche »).

Cette commission sera enfin l'occasion de réfléchir sur le devenir des LP portées par les IUT. Dans les nouveaux schémas qui se profilent, y a-t-il une place pour une formation intégrée DUT+LP sous un intitulé de type LUT (licence universitaire de technologie). Quels nouveaux schémas pour l'enseignement L3 technologique à partir d'une L2, DUT, BTS ? Ces questions et bien d'autres pourront être débattues lors de ces journées de Rennes.

Il est évident que le point le plus positif au-delà de « l'état des lieux » nécessaire et indispensable à une bonne lisibilité serait de constituer une commission de suivi active du devenir et de l'évolution des formations portées par nos équipes pédagogiques. D'où l'appel dès aujourd'hui à la mise en place d'une équipe de « réflexion-prospective » pour poursuivre les travaux (et notamment sous l'aspect innovation pédagogique) menés par les membres de cette commission ainsi que tous les participants à ces rencontres pédagogiques GEII de Rennes.

**ORGANISATION PRÉVISIONNELLE**

**Contenu**

- Enquête sur les licences pro et le devenir des étudiants des licences,
  - Statistiques à l'appui
  - Carte de France des LP gérées par les IUT
  - Les poursuites d'études
  - L'insertion professionnelle
- Formation Initiale, Alternance, Apprentissage: que choisir ?
- Présentation de l'offre globale de formation en vue de mieux communiquer :
  - Par métiers,
  - Par discipline (LP purement GEII ou interdisciplinaires, ...)
- Place des licences professionnelles dans le schéma LMD

|  |
|--|
| <b>Jeudi matin 8H30-10h</b>  |
| <p><b>Ouverture</b><br/>Alain BERTHON</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Présentation des objectifs de la commission</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Etat des lieux des LP au niveau régional et national</b></p> <p style="text-align: center;">Armel BRUNO, France LE BIHAN, Christine TOUMOULIN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Résultats de l'enquête - recensement des LP</li> <li>• Promotion des LP : Livret de présentation des LP (National, par région, ...)</li> <li>• Politique de communication : utiliser le site du GeSi, autres sites de communication, Site web dédié aux LP ?</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recensement des LP</li> <li>2. Les spécialités, présentation par secteur, par métier</li> </ol> |

|   |
|---|
| <b>Jeudi Matin 10h45-12h</b>  |
| <p>3. Echanges :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projets de création ou de transformation en cours</li> <li>• Partenariats académiques : avec qui (UFR, lycées, école d'ingénieur), sous quelles formes</li> <li>• le point de vue des enseignants</li> </ul> <p>Synthèse du jeudi matin</p>   |
| <b>Jeudi après midi</b>   |
| <p><b>L'alternance</b></p> <p><b>L'après LP : poursuite d'étude, insertion professionnelle, recrutement</b></p>   |
| <b>Jeudi après-midi 14h-15h30</b>   |
| <p><b>L'alternance : Publics et dispositifs de financement</b> : Fabienne Bradane, chargée de mission, accompagnement VAE - Service de formation continue et d'Alternance IUT Rennes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les publics mixés concernés par une formation organisée en alternance : salariés, demandeurs d'emploi, étudiants en poursuite d'études, y compris les suites de VAE partielles</li> <li>• Les dispositifs de financement selon les profils et les statuts des stagiaires : contrats de professionnalisation, plan de formation de l'entreprise, CIF, dispositifs pour les demandeurs d'emploi, convention de stage parrainage, ...</li> </ul> |
| <b>Jeudi après-midi 16h-17h</b>   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enquête insertion professionnelle, vision professionnelle de la LP</li> <li>2. Témoignages de professionnels (point de vue sur l'alternance, apport de la LP pour embauche) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un responsable technique</li> <li>- Un responsable RH</li> <li>- Un représentant de l'UIMM</li> </ul> </li> </ol>  |
| <b>Vendredi matin 9h-10h30</b>  |
| <p><b>La LP et son avenir</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Résultats de l'enquête</li> <li>2. Table ronde</li> </ol>   |
| <b>Vendredi matin 11h-12h</b>   |
| <p>Synthèse des travaux et clôture de la commission</p>   |

# LA RECHERCHE AU DÉPARTEMENT GEII DE L'IUT DE RENNES

## UN ÉQUILIBRE ENTRE RECHERCHE AMONT ET TECHNOLOGIQUE

Par Jean-Louis Dillenseger, Fabienne Porée, Guy Carrault, Virginie Lerolle et Christine Toumoulin

IUT de Rennes 1

Les enseignants-chercheurs du département GEII de l'IUT de Rennes sont rattachés à 2 laboratoires de recherche situés sur le campus de Beaulieu : l'Institut d'Electronique et de Télécommunications de Rennes (IETR, [www.ietr.org](http://www.ietr.org)) et le Laboratoire de Traitement du Signal et de l'Image (LTSI, <http://www.ltsi.univ-rennes1.fr>).

### IETR : Institut d'Electronique et de Télécommunications de Rennes

L'IETR est un établissement public qui regroupe des équipes de recherche de l'Université de Rennes1, de l'INSA et de Supelec campus de Rennes. Nous sommes environ 250 enseignants-chercheurs, ingénieurs, doctorants et administratifs. L'IETR est dirigé par le Pr. Daniel Thouroude. Doté d'un ensemble important de plateaux techniques qui nous permet de réaliser des expérimentations en grandeur nature, l'IETR a une forte activité de recherche scientifique au niveau national et international ainsi que de nombreuses activités contractuelles avec des industriels. Impliqué dans des thématiques de recherche qui sont au cœur de la société de l'information et de la communication, l'IETR participe activement aux pôles de compétitivité : Images et réseaux, Automobile haut de gamme et Mer Bretagne. Les chercheurs de l'institut relèvent des défis technologiques et scientifiques qui contribuent à créer la société de demain.

Les enseignants-chercheurs du département GEII effectuant leur recherche à l'IETR sont plus particulièrement attachés aux thématiques Microélectronique ou Antennes et Hyperfréquences. Seules ces activités seront donc détaillées dans cet article.

### I - GROUPE MICROÉLECTRONIQUE

La principale activité du Groupe Microélectronique est dédiée au développement de dispositifs électroniques et capteurs innovants en utilisant les facilités qu'offre la centrale technologique. Cette salle blanche dépend du Centre Commun de Microélectronique de l'Ouest pour les activités de formation. Pour les activités de recherche, elle est reconnue comme centrale de proximité par le CNRS. Plus récemment, les nouveaux moyens attribués dans le cadre du CPER 2007-2013 lui permettront de se transformer en plate-forme technologique régionale.

Les principaux thèmes de recherche actuels du groupe sont l'électronique sur verre et sur plastique, les micro capteurs chimiques et biologiques, les nouvelles structures de dispositifs sur verre, la technologie pour l'optique, les composants électroniques et capteurs à base de nanofils. Voici quelques exemples des applications développées.

#### Capteurs électroniques d'espèces chimiques ou biologiques

L'expérience du Groupe microélectronique en microtechnologie silicium lui a permis de développer une nouvelle structure de transistor à effet de champ de type MOSFET ayant une grille suspendue (SGFET : Suspended Gate Field Effect Transistor) à une distance sub-micronique du canal (fig. 1). Ce SGFET peut détecter avec une très grande sensibilité toute variation de charge électrique sous la grille.

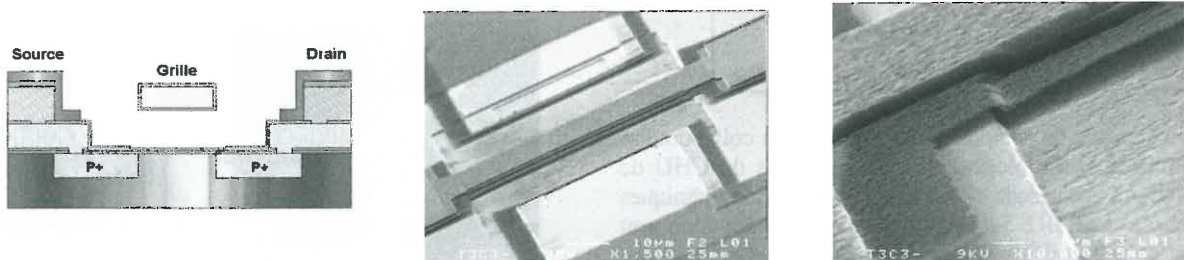


Fig. 1 : Schéma et vues SEM du SGFET après plusieurs immersions et séchage. Le zoom montre clairement la bonne tenue mécanique du pont suspendu.

Ce capteur a été testé dans le cas de détection de gaz oxydant ou réducteur, ainsi que pour la mesure du taux d'humidité. Des améliorations technologiques ont ensuite été réalisées pour isoler électriquement le transistor, ce qui est particulièrement important dans le cas d'une détection dans une ambiance liquide, et pour garantir la rigidité du pont suspendu, ce qui est plus

difficile lorsque le transistor est immergé dans un milieu liquide et ensuite séché un grand nombre de fois.

Utilisé comme pH-mètre, il a montré une très grande sensibilité (décalage en tension en fonction du pH, comme le montre la figure ci-contre), 4 fois supérieure à la sensibilité théorique de Nernst. Un potentiel important de suivi en continu de la qualité

de l'eau par la mesure du pH a été aussi démontré. Comme capteur chimique, ses potentialités en mesure de pH, d'humidité, d'ammoniac et de suivi en continu de la qualité de l'eau sont énormes.

Pour la détection d'espèces biologiques, il a particulièrement été développé pour 2 applications principales : la reconnaissance ADN, étudiée en collaboration avec le CHU de Nantes, et permettant de détecter des mutations génétiques, et le dosage de protéines.

Le principe général consiste à accrocher de manière sélective les espèces biologiques dans l'espace entre le pont suspendu et le canal du transistor. Ces espèces, électriquement chargées, sont alors détectées par translation de la caractéristique de transfert du transistor (décalage du niveau de seuil de conduction). La sélectivité du capteur est obtenue en utilisant une fonctionnalisation spécifique, liée soit au couplage ADN sonde / ADN Cible, permettant de sélectionner les séquences ADN à étudier, soit au couplage anticorps / antigène, couramment utilisé pour la détection spécifique de protéines cibles.

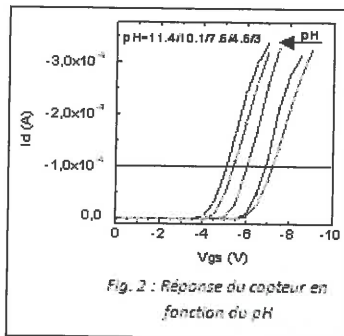


Fig. 2 : Réponse du capteur en fonction du pH

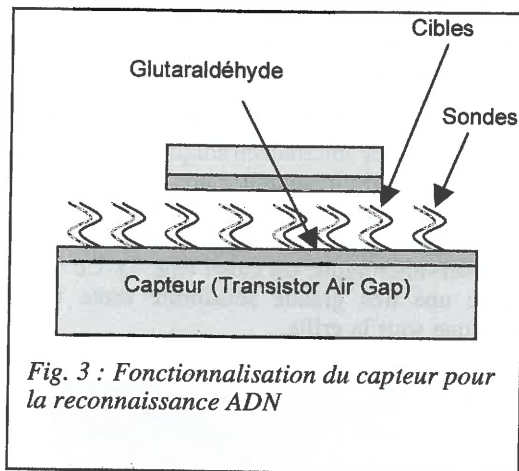


Fig. 3 : Fonctionnalisation du capteur pour la reconnaissance ADN

Dans le cas du dosage de protéines, mis au point en collaboration avec des chimistes, des biologistes et des médecins du CHU de Rennes, il a montré une sensibilité supérieure à celle des techniques courantes utilisées au CHU. Ses applications dans ce domaine sont énormes, que ce soit pour du diagnostic médical rapide, pour des recherches spécifiques, en pharmacologie par exemple, pour des applications liées à l'environnement, ... Dans cette application, il peut être utilisé pour la détermination d'un métabolisme.

Une matrice de tels transistors peut également être utilisée pour un diagnostic, ce qui augmente considérablement la fiabilité de détection, et permet le dosage simultané d'un certain nombre de protéines. La technologie utilisée est également compatible avec la réalisation de circuits de polarisation et de traitement des données, permettant de développer un lab-on-chip. Par ailleurs, nous travaillons, en collaboration avec le laboratoire

SATIE/BIOMIS de l'ENS Cachan, Antenne de Bretagne, à l'intégration d'un système microfluidique sur un réseau de capteurs, système adapté à la détection en continu et au suivi de réactions en milieu cellulaire par exemple.

### Composants électroniques et capteurs utilisant des nanofils de silicium

Ce thème de recherche vise à la réalisation de dispositifs innovants liés aux propriétés électroniques remarquables des nanofils de silicium. Les activités de recherche associées s'orientent en deux temps : la synthèse des nanofils de silicium, puis la réalisation de dispositifs électroniques (résistances, TFT,...) innovants pouvant agir comme capteurs grâce aux avantages que présentent les nanofils de silicium :

- un rapport surface/volume élevé,
- une densité d'intégration accrue des composants à base de nanofils,
- la possibilité de fonctionnalisation de surface des nanofils.

Ainsi, les nanofils de silicium pour des applications en détection d'espèces chimiques et/ou biologiques ouvrent la voie au développement de microsystèmes à haute sensibilité.

Deux approches pour la synthèse des nanofils sont poursuivies : la croissance par procédé LPCVD suivant la méthode VLS « Vapour Liquid Solid » (voie « Bottom up »), et la fabrication de nanofils suivant la méthode des espaceurs utilisée en technologie CMOS (voie « Top down »). La croissance VLS des nanofils met en œuvre une gouttelette métallique de dimension nanométrique formant un alliage liquide avec le silicium à faire croître. Celle-ci agit comme précurseur de la croissance du nanofil. Les atomes de silicium, en passant alors en phase liquide, s'incorporent à la goutte et diffusent vers l'interface liquide-solide. L'espèce à déposer précipite, et se dépose à la base de la gouttelette, menant ainsi à la croissance d'un fil qui supporte la goutte liquide de catalyseur.

Des nanofils de silicium ont été synthétisés présentant un diamètre d'environ 100 nm (figure 4 (a)). Des résistances ont été fabriquées à partir de ces nanofils en utilisant une structure en peignes inter digités dont les électrodes sont en silicium polycristallin fortement dopé et déposé par procédé LPCVD. La croissance des nanofils est localisée sur les branches des peignes (figure 4 (b)). Les résultats électriques ont mis en évidence la faisabilité de telles résistances ainsi que leur application potentielle comme capteur de gaz (figure 4 (b)).

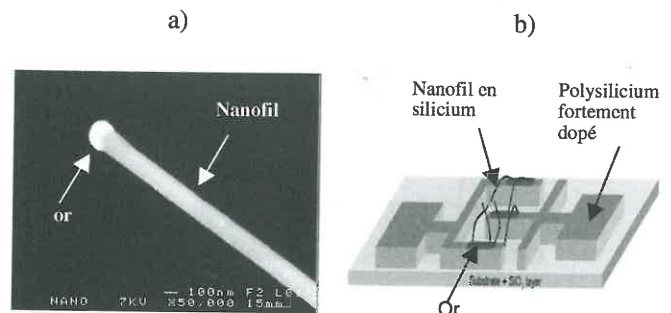
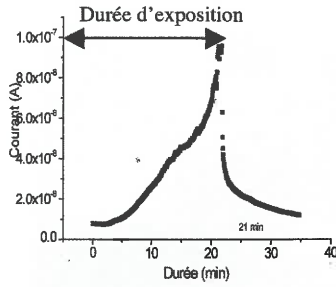


Figure 4 :

(a) Cliché MEB d'un nanofil de silicium synthétisé par la méthode VLS avec de l'or.

(b) Vue schématique des résistances à base de nanofils réalisées à partir de peignes interdigités en silicium polycristallin



(c) Réponse du niveau du courant sous exposition à la fumée.

Concernant la méthode des espaceurs, un matériau (de l'oxyde par exemple) est déposé en couche mince puis lithographié par voie optique (UV) classique sous forme de pavés aux parois verticales. Une couche mince de silicium polycristallin non dopé est ensuite déposée par LPCVD. Le silicium polycristallin est alors gravé par voie sèche. Un contrôle précis de la gravure permet la formation de résidus de silicium sur les flancs inférieurs du pavé. Ces résidus de dimensions nanométriques peuvent alors être utilisés sous forme nanofilaire. Cette technique est très intéressante car elle présente l'avantage d'être compatible avec les technologies CMOS classiques et ne nécessite pas l'utilisation de techniques de lithographie onéreuses (deep UV, ebeam...) pour la réalisation de nano-objets silicium. Notons toutefois qu'à la différence de la synthèse par la méthode VLS, les nanofils ne sont pas constitués de silicium monocristallin.

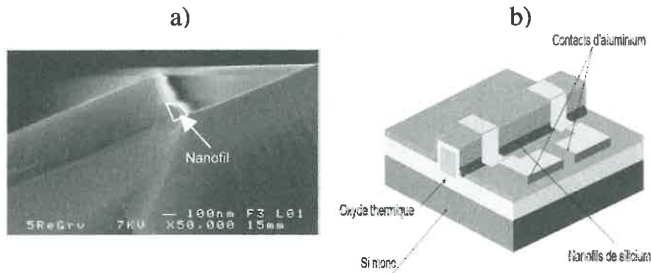
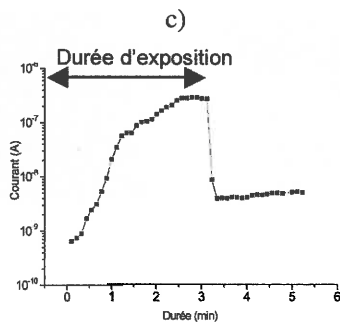


Figure 5 :

- (a) vue en coupe d'un nanofil en silicium polycristallin synthétisé par la méthode des espaceurs et présentant un rayon de courbure voisin de 100 nm.
- (b) Résistance électrique à base de nanofils en silicium polycristallin,



(c) Réponse du niveau de courant sous exposition à la fumée

Des études en fonction des paramètres de gravure plasma (pression, durée, puissance) ont permis d'optimiser la verticalité des flancs de gravure des pavés pour la préparation de la réalisation des nanofils (figure 5 (a)). Des résistances ont été ensuite réalisées à partir d'un jeu de trois masques (figure 5 (b)) permettant la caractérisation électrique des nanofils de différentes longueurs. Des mesures électriques ont permis de mettre en évidence que ce type de nanofils présente aussi des applications potentielles comme capteur de gaz (figure 5 (c)).

Par ailleurs, notre équipe travaille en collaboration avec le Laboratoire de Physique des Interfaces et Couches Minces (LPICM) de l'Ecole Polytechnique sur la réalisation de nanofils de silicium suspendus. Les nanofils sont synthétisés de manière coplanaire par la méthode SLS (Solid Liquid Solid) développée au LPICM. Des nanogouttelettes d'indium (catalyseur) sont préalablement incorporées dans une matrice de silicium amorphe, puis sous l'effet de recuit thermique la croissance des nanofils en silicium monocristallin s'opère de façon planaire par consommation du silicium amorphe à partir de l'indium. Ce type de nanofil peut alors être suspendu entre deux plots métalliques par un procédé technologique qui sera développé au sein du groupe Microélectronique de l'IETR.

**Contacts**

- France.lebihan@univ-rennes1.fr
- Laurent.pichon@univ-rennes1.fr
- Anne-claire.salaun@univ-rennes1.fr
- Regis.rogel@univ-rennes1.fr

**II - GROUPE ANTENNES ET HYPERFRÉQUENCES**

L'activité scientifique du Groupe Antennes et Hyperfréquences recouvre des actions de recherches sur l'électronique micro-ondes et l'électromagnétisme des antennes. Elle porte principalement sur la recherche de nouvelles structures et technologies d'éléments rayonnants et de réseaux d'antennes, dans les bandes micro-ondes et millimétriques. Plus généralement, elle s'étend à la conception et à la caractérisation de circuits hybrides et monolithiques ainsi qu'à l'intégrité de signal et de la compatibilité électromagnétique des cartes électroniques.

Un des atouts majeurs de l'unité IETR réside dans ses plateaux techniques performants et uniques pour un laboratoire universitaire. Les chercheurs du groupe Antennes et Hyperfréquences disposent de quatre chambres anéchoïdes (de 0.8 à 110 GHz, en champ proche et/ou lointain), d'un atelier de technologie hybride et la station de Monterfil. L'unité dispose également de moyens plus légers pour la métrologie hyperfréquences, la métrologie des télécommunications, la réalisation de cartes électroniques, la simulation et la modélisation de circuits et systèmes.

Le savoir-faire du groupe (84 personnes) s'étend de la modélisation électromagnétique à la caractérisation expérimentale, en passant par la conception et la réalisation des dispositifs. Pour ce faire, le groupe développe des outils de simulation basés sur des méthodes d'analyse rigoureuses (FDTD, MoM, ..) et dispose de nombreux logiciels commerciaux (ADS, HFSS, IE3D, ENSEMBLE, ...). Il possède également des équipements de caractérisation en impédance et des bases de mesures champs proche et lointain.

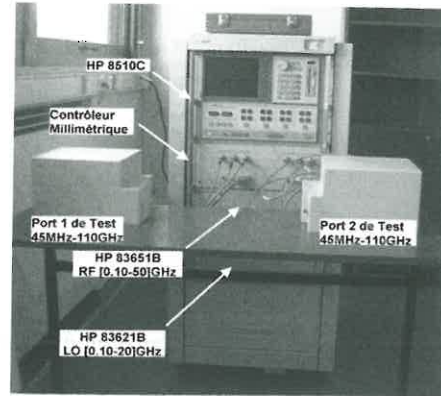
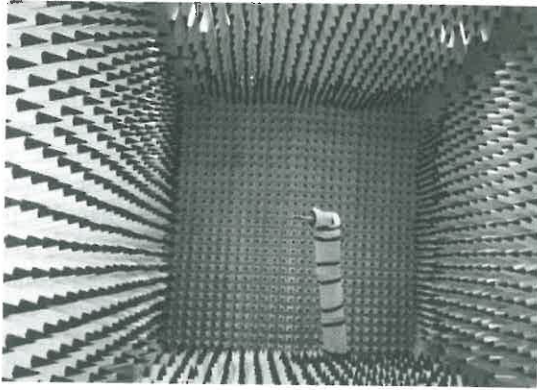


Fig. 6 : Chambre anéchoïde et appareillage de mesure hyperfréquence

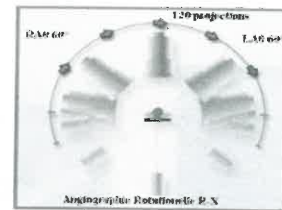
Contact Gilles.le-ray@univ-rennes1.fr

## LTSI (Laboratoire de Traitement du Signal et de l'Image) Une Unité Mixte de Recherche INSERM en Technologies pour la Santé

Les recherches du Laboratoire Traitement du Signal et de l'Image (LTSI) sont à l'interface des disciplines relevant des sciences et technologies de l'information et de la santé. Leurs objectifs sont à la fois méthodologiques, technologiques et cliniques et leurs finalités sont l'interprétation et l'aide à la décision. Elles s'articulent autour du noyau « *signal-modèle-image* ». Les travaux sont menés au sein de quatre équipes EPIC, SEPIA, ACTIVE et IMPACT. Ils sont soutenus à la fois par l'ANR et par des industriels leaders dans leur secteur. Le LTSI est partenaire de plusieurs projets Européens dans différents programmes et thématiques du FP7. Au niveau international, la collaboration structurante avec le LIST "Laboratory of Image Science and Technology" a conduit à la création en 2006 du premier Laboratoire International Associé à l'Inserm, à l'Université de Rennes 1 et à l'Université du Sud-Est (Nankin, Chine) dans le domaine des technologies pour la santé : le Centre de Recherche en Information Biomédicale sino-français (CRIBs). Cinq enseignants-chercheurs du département GEII de l'IUT de Rennes participent aux activités du LTSI et plus particulièrement contribuent aux travaux des équipes ACTIVE, IMPACT et SEPIA.

création de modèles cardiaques complets. Les travaux trouvent également leurs applications dans le cadre des pathologies hépatiques, où la volumétrie par segmentation anatomique du foie est recherchée pour une meilleure planification d'interventions.

a)



b)

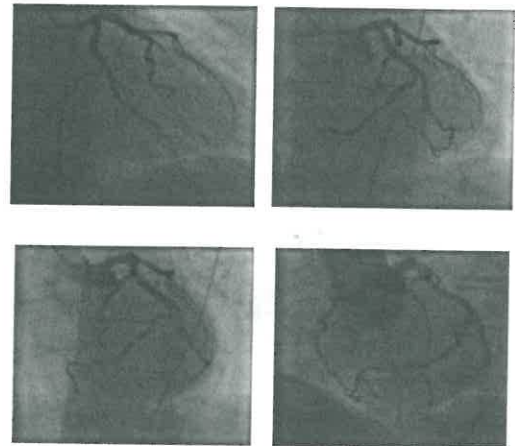


Figure 7 :

Principe de l'acquisition sur un système angiographique rotationnel : une série de projections sont acquises pendant que le système tourne autour du patient sur une trajectoire de 180°.

b) Projections acquises sur un système rotation Siemens à différents angles depuis l'incidence OAD jusqu'à l'incidence OAG (ces images représentent l'arbre artériel des coronaires)

### I - ANALYSE ET CARACTÉRISATION TISSULAIRE EN IMAGERIE VASCULAIRE (ACTIVE)

L'équipe ACTIVE développe des thèmes de recherche s'inscrivant dans le domaine de la vision par ordinateur. Deux cibles cliniques l'athérosclérose et la pathologie tumorale sont plus particulièrement traitées. Les recherches ont le souci d'étendre le niveau d'analyse et de modélisation à des mécanismes plus microscopiques, d'aller vers l'intégration de données et de modèles représentatifs de l'ensemble des structures et phénomènes observés. Le projet ACTIVE vise aussi à concevoir de nouveaux outils permettant la caractérisation et la fusion de structures et de mouvements en imagerie cardiaque non invasive (scanner multibarrette, IRM), la reconstruction 3D de structures artérielles en angiographie rotationnelle RX. Il a pour ambition la



Figure 8 : Résultat de la reconstruction de l'arbre coronaire en imagerie rotationnelle R-X à partir de 4 projections

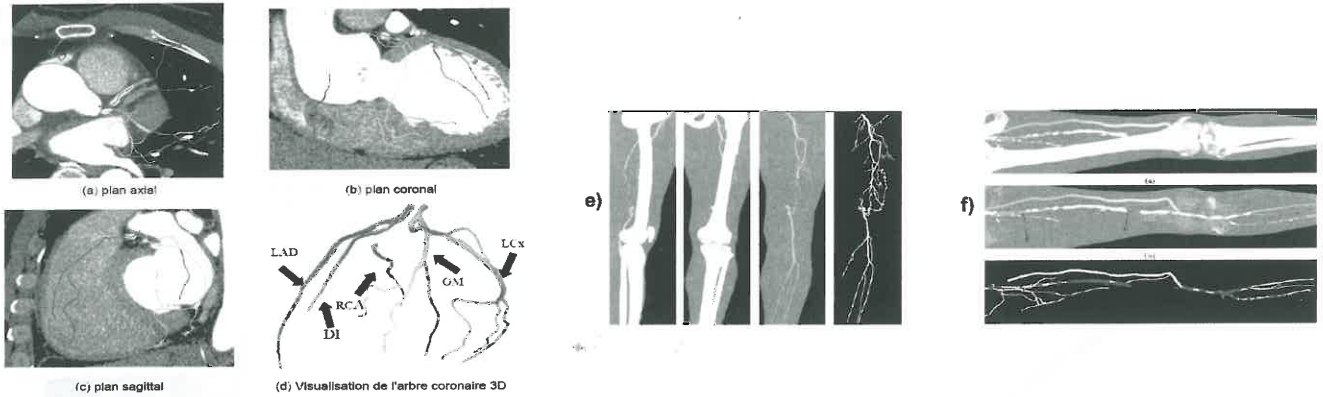


Figure 9 : Extraction des structures vasculaires artérielles en imagerie scanner multibarette: a-d) arbre coronaire sur volume acquis en phase 80% du cycle cardiaque; e-f) artères des membres inférieurs. e) Artères présentant une thrombose au niveau de la jambe droite et révélant le développement d'une circulation collatérale de substitution. Le résultat de l'extraction est présenté sous forme de projections MIP. f) Réseau présentant une calcification et une dérivation fémoro-poplitée.

De haut en bas : volume original visualisé sous forme de projection MIP dans un plan coronal, volume original après élimination de la structure osseuse et résultat du suivi (vaisseaux en blanc, calcifications en rouge).

## II - IMAGES ET MODÈLES POUR LA PLANIFICATION ET L'ASSISTANCE CHIRURGICALE ET THÉRAPEUTIQUE (IMPACT)

Ce projet s'inscrit dans le cadre général des interventions assistées par ordinateur, avec pour fondements méthodologiques les concepts de réalité virtuelle/mixte. Restreinte à sa composante imagerie, les travaux menés ont permis d'apporter de nouvelles réponses notamment aux problèmes

- I) de planification réaliste d'interventions minimalement par navigation exploratoire virtuelle et simulation à partir de données patient préopératoires acquises en conditions cliniques,
- II) d'assistance aux interventions endovasculaires (pose d'endoprothèses aortiques, stenting carotidien),
- III) d'explication de l'embryologie cardiaque.

Les résultats se traduisent aujourd'hui, sur le terrain clinique, par la mise à disposition du chirurgien vasculaire d'un dispositif

d'assistance et de guidage temps réel dans le bloc opératoire et ont fait l'objet d'une création d'entreprise.

La recherche actuellement poursuivie concerne la coopération entre environnement virtuel dédié à une simulation spécifique patient de l'intervention et l'environnement réel observable au travers de données quantitatives per-opératoires afin de résoudre les difficultés inhérentes aux interventions à invasion minimale, actuelles ou futures, sur des tissus mous donc déformables. Principalement orientée vers les interventions vasculaires périphériques, la finalité clinique des travaux est amenée à s'étendre au domaine cardio-vasculaire, ainsi qu'à la thérapie ultrasonore.

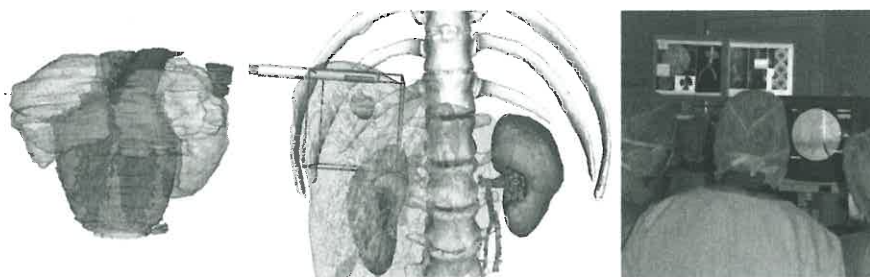


Figure 10 : De la modélisation, par la planification vers l'assistance chirurgicale : reconstruction et modélisation du volume de coeurs d'embryons humains (à gauche), planification d'une thérapie des tumeurs hépatiques par ultrasons haute intensité (au centre) et assistance par l'image lors d'une pose d'endoprothèse aortique (à droite).

### III - SURVEILLANCE, EXPLICATION ET PRÉVENTION DES ISCHÉMIES ET DES ARYTHMIES (SEPIA)

Autour d'un thème principal de recherche concernant les maladies cardiovasculaires, l'équipe SEPIA a la particularité de regrouper des chercheurs relevant des sciences de l'ingénierie, des technologies pour la santé et de la recherche clinique créant ainsi un continuum entre recherche amont, recherche appliquée et valorisation industrielle. L'activité de l'équipe SEPIA s'appuie sur une méthodologie à caractère pluridisciplinaire associant les concepts et méthodes de traitement du signal et la modélisation intégrative. Les problèmes cliniques adressés concernent : le développement de nouvelles prothèses cardiaques "intelligentes" pour les insuffisants cardiaques, l'observation du Système Nerveux Autonome sous différentes conditions et plus particulièrement lors de l'exercice, le monitoring des apnées-

bradycardies du prématuré des malaises sévères et syndrome de mort subite inexplicée du nourrisson. L'équipe SEPIA est responsable de plusieurs projets ANR, de Protocoles Hospitalier de Recherche Clinique, participe à des projets européens tels que Euheart. Le projet SEPIA a aussi et surtout une forte vocation technologique. Elle répond aux demandes d'innovations formulées par ses partenaires industriels (Sorin Group, Biotrial) et valorise les résultats et le savoir-faire acquis en les mettant à disposition de la recherche clinique et en s'appuyant sur le Centre d'Investigation Clinique - Innovation Technologique de Rennes, situé au CHU de Rennes, récemment labélisé par l'Inserm.

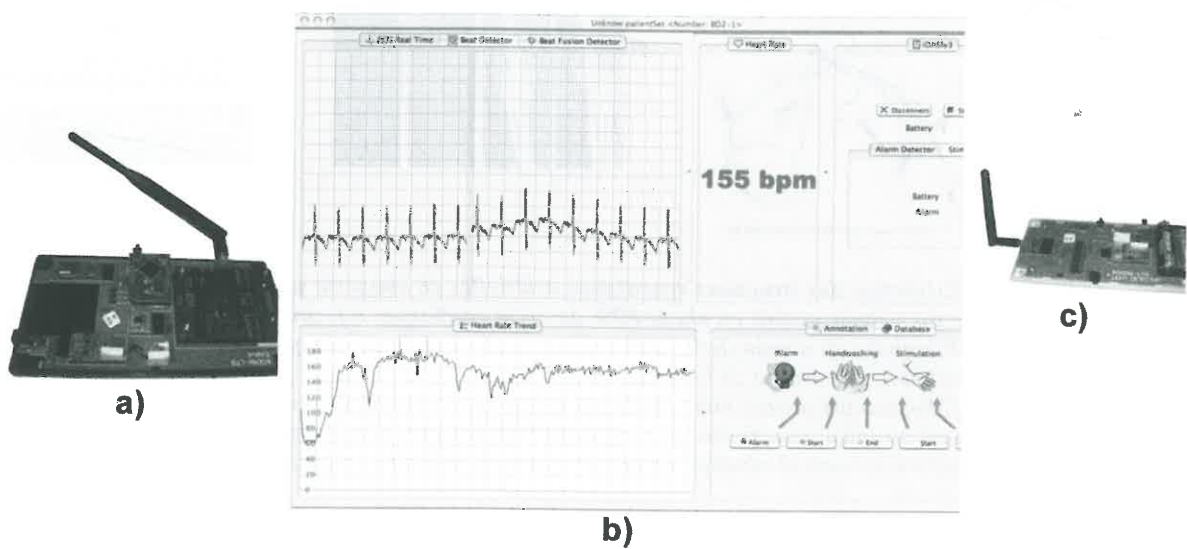


Figure 11 : Différents modules de la station de monitoring réalisée dans le cadre de la surveillance des apnées-bradycardies des grands prématurés

- a) Dispositif maître permettant l'Acquisition, le Traitement des signaux et la communication vers la station et les autres dispositifs esclave,  
 b) Interface Homme-Machine de la station de monitoring Intelligente Intem. On y retrouve le signal ECG acquis en temps réel (en haut à gauche), la courbe de variabilité cardiaque (en bas à gauche), la fréquence cardiaque mesurée exprimée en beat par minutes (bpm) après détection des battements cardiaques successifs et une interface (en bas à droite) développée spécifiquement pour l'évaluation quantitative du temps d'intervention des puéricultrices lors d'un épisode d'apnée-bradycardie du prématuré,  
 c) Exemple de Dispositif esclave permettant la gestion des alarmes

#### Contacts

jean-louis.dillenseger@univ-rennes1.fr  
 fabienne.poree@univ-rennes1.fr,  
 guy.carrault@univ-rennes1.fr

virginie.lerolle@univ-rennes1.fr,  
 christine.toumoulin@univ-rennes1.fr



# LES APPORTS DE L'INTERDISCIPLINARITÉ DANS LES PROJETS AUX FORTES CONTRAINTES RÉGLEMENTAIRES<sup>1</sup>

Par Stéphane Ginestet

Université de Bordeaux, Université Bordeaux1-ENSAM-ENSCBP-CNRS,  
Laboratoire TREFLE UMR 8508, Talence, France

Comme le révèlent les enquêtes récentes menées par les associations d'ingénieurs ou par le CNISF, le métier de l'ingénieur a été fortement impacté au cours des dernières années par deux paramètres. D'une part, le développement des NTIC, qui a permis la multiplication de nouveaux outils : courriers électroniques, logiciels professionnels, intranet, réseaux sociaux... et d'autre part, sur un tout autre plan, par l'augmentation permanente des contraintes réglementaires (de nature techniques/environnementales, mais aussi administratives, sociétales...) dans la gestion des projets. L'intrusion de ces deux facteurs a engendré une réactivité plus importante de la part de l'ingénieur, notamment pour maintenir la compétitivité de son activité. Toutefois, cette réactivité s'est parfois traduite pour l'ingénieur par moins de temps passé sur l'aspect technique du projet, sans toutefois permettre le développement de compétences supplémentaires.

Un des exemples les plus frappants concerne l'utilisation de la réglementation thermique des bâtiments, thème très médiatisé en cette période de prise de conscience environnementale des opinions publiques. Le secteur du bâtiment est un gros consommateur d'énergie en France (30 millions de logements, 800 millions de m<sup>2</sup> en tertiaire, 70 millions de tep par an (660 TWh), 43 % de l'énergie consommée, 1/2 tonne de carbone par an et par Français soit environ 600 g de déchets nucléaires). Les ressources naturelles s'épuisent et les prix des énergies s'envolent. Afin de limiter l'impact des bâtiments neufs les pouvoirs publics français ont mis en place des « réglementations thermiques » dès les années 70 suite aux chocs pétroliers.

La nouvelle réglementation (RT2000, puis RT2005) a été rédigée par le Ministère du logement (Direction Générale de l'Urbanisme de l'Habitat et de la Construction), en relation avec l'ADEME et le CSTB. Alors que depuis 1989, les bureaux d'études et les ingénieurs étaient habitués à effectuer leurs calculs selon le mode RT89 (réglementation de 1989), l'introduction de la RT2000 a causé une révolution dans le secteur. D'une part le nouveau mode de calcul introduit est bien plus complexe qu'auparavant. Alors qu'un ingénieur débutant pouvait aisément comprendre le principe de la RT89 (il pouvait parfois faire les calculs avec une simple calculatrice), le nouveau mode de calcul se révèle très difficile à appréhender, les notions utilisées relevant parfois plutôt du domaine de la recherche-développement. Cette approche est néanmoins aujourd'hui nécessaire, les exigences en termes de calcul prévisionnel des consommations d'énergie étant rehaussées. D'autre part, le coût des calculs se trouve aujourd'hui fortement augmenté. Alors qu'avec la RT89, une demi-journée pouvait suffire à un technicien pour effectuer un calcul simple, aujourd'hui, il faut plusieurs journées à un ingénieur (non débutant) pour traiter le même projet. Enfin, les difficultés logicielles sont apparues. Bien que les algorithmes de calcul fassent partie du domaine public, les éditeurs de logiciels ont eu du mal à fournir à temps

les interfaces lorsque l'arrêté d'application RT2000 a été publié. Au niveau pédagogique (qui concerne les enseignants/formateurs), le changement de RT s'est aussi traduit pas de nouvelles difficultés (lien avec l'aspect physique du problème peu aisé...)

Force est de constater qu'en termes de formation au niveau technicien, des filières (IUT HSE, département CRED de l'IUT Bordeaux1...) pratiquent au jour le jour l'interdisciplinarité. De plus, dans les formations d'ingénieur les modules d'ouverture se multiplient. En vue des nouvelles évolutions réglementaires (RT2012), les apports de l'interdisciplinarité pour la résolution d'une problématique telle que celle posée par l'application des RT peuvent se décliner comme suit. Dans un premier temps, les praticiens des sciences de la communication, en partenariat étroit avec les enseignants du domaine du bâtiment et les associations professionnelles pourraient travailler sur le contenu des réunions de présentation, sur l'information des associations professionnelles (AICVF...), sur la réalisation de maquettes pédagogiques. Ensuite un travail plus amont pourrait être entrepris sur l'acceptation du changement notable dans les habitudes des praticiens, ainsi que sur la perception de la fracture avec les concepteurs (vus comme des chercheurs éloignés des réalités économiques et « du terrain »).

L'objectif de ces quelques lignes est de souligner l'intérêt de la pratique de l'interdisciplinarité dans des projets d'ingénierie contraints par des réglementations de plus en plus prégnantes. L'exemple concret qui a été retenu, l'a été car il est actuel, il existe, il n'est pas résolu et préfigure bien ce que risque de s'imposer aux futurs ingénieurs dans les années à venir. L'acceptabilité sociale, mais aussi professionnelle, de contraintes de type environnementales ne pourra se faire que si les règles techniques édictées (et les enjeux sous-jacents) sont correctement présentées, explicitées et comprises.

**CNISF** : Conseil National des Ingénieurs et Scientifiques de France

**ADEME** : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

**CSTB** : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

**AICVF** : Association des Ingénieurs en Climatologie, Ventilation et Froid

**RT** : Réglementation thermique

**HSE** : Hygiène Sécurité Environnement

**CRED** : Centre de Recherches, Études et Développement

<sup>1</sup> Cette contribution a été présentée dans le cadre d'un symposium sur le thème de la l'interdisciplinarité dans l'innovation, organisé à Bordeaux le 16 décembre 2009 et soutenu par l'Institut des Sciences de la Communication du CNRS – l'ISCC, dirigé par Dominique Wolton.

Voir le site : <http://e-pow.iut.u-bordeaux3.fr/>

# CONCEPTION DES SYSTÈMES ET MANAGEMENT DE PROJET : LA PÉDAGOGIE PAR PROJETS <sup>1</sup>

Par Serge POTTECK (CNES)

Dans leur pratique professionnelle, l'ingénieur et le technicien rencontrent à chaque instant les dimensions « système » et « management de projet ». Or les compétences correspondantes sont difficiles à transmettre, car elles relèvent largement de l'expérience. Mais la « pédagogie par projets » permet un apprentissage, comme l'illustre ici un dispositif mis en œuvre en école d'ingénieurs.

## I LES DIMENSIONS « SYSTÈME » ET « MANAGEMENT DE PROJET »

### 1.1 Système

Les ingénieurs et les techniciens sont les créateurs des produits technologiques : véhicules, produits grand public, systèmes d'information, centrales énergétiques, bâtiments, infrastructures publiques, chaînes de production, ...

Chacun de ces produits est un système : ses constituants (des centaines de milliers dans le cas d'un satellite) sont en interaction les uns avec les autres. Certes, les sous-systèmes qui composent le système sont assez indépendants. Les liens entre eux sont pourtant nombreux et de variés, comme l'illustre l'intérieur du satellite DEMETER (figure 1).



Figure 1 : le satellite DEMETER en cours d'intégration

Cette dimension système peut concerner un ingénieur à deux titres :

- « Chef de projet » ou « ingénieur système », il aura pour responsabilité, justement, la maîtrise du système dans sa globalité. Il devra s'assurer que les travaux menés par les différentes disciplines techniques (électricité, électronique, informatique, thermique, mécanique, optique, traitement du signal, automatique, ...) sont cohérents, et qu'ils convergent vers un système répondant au cahier des charges.
- Expert dans une discipline technique particulière (cela concerne aussi un technicien), il participera à la conception d'un sous-système. Il travaillera avec ses collègues qui

pratiquent d'autres disciplines techniques, de sorte que les interactions entre les constituants permettent le fonctionnement du système complet et ne perturbent pas significativement son comportement.

Et la problématique système est plus large, puisque chaque sous-système peut être lui-même considéré comme un système à part entière, composé d'équipements qui sont également à considérer chacun comme un système.

Quotidiennement, tout ingénieur ou technicien est donc confronté à la dimension système.

### 1.2 Management de projet

Les tâches de conception et de réalisation d'un système sont encadrées par des activités de management de projet, qui consistent à : répartir les rôles entre les membres de l'équipe projet ; planifier rigoureusement les tâches ; gérer les ressources du projet ; instaurer des lieux de partage et de négociation entre les spécialistes qui conçoivent les divers éléments de plus bas niveau ; nourrir les échanges avec le client et assurer le reporting interne à l'entreprise, ...

© CNES/Anne-Laure Huet



Figure 2 : réunion d'un groupe projet

En matière de management de projet aussi, il s'agit de construire des équilibres et des compromis d'ensemble, à chaque fois inédits. Cela relève d'une expérience que l'on n'acquiert pas en travaillant les méthodes d'organisation, de planification, d'ingénierie documentaire, de management de réunion... indépendamment les unes des autres.

## 2 L'ENSEIGNEMENT « SYSTÈME » ET « MANAGEMENT DE PROJET »

Ainsi, lorsqu'on est un ingénieur membre d'une « équipe projet », on élabore à la fois :

- 1) le système ou produit qui est la finalité du projet, ce qui relève de la systémique et de l'ingénierie système ;
- 2) la démarche du projet lui-même, ce qui relève du management de projet.

## 2.1 Difficultés

Mais l'ingénierie système et le management de projet sont difficiles à enseigner.

La problématique système n'est pas celle de la maîtrise de tous les systèmes (personne ne serait compétent vis-à-vis de système très variés). Elle renvoie aussi à l'inédit de chaque système particulier.

Concernant le management de projet, le problème est également celui d'une variabilité infinie des situations, en l'occurrence la variabilité de la démarche de conception : chaque projet construit sa propre démarche, qu'il adapte à un faisceau jamais identique de déterminations. De plus, les traits essentiels du management de projet sont très liés à l'individu ou à l'équipe qui la pratiquent, et au contexte.

Ainsi, mieux vaut probablement commencer par affirmer que NON, les compétences en « système » et en « management de projet » ne peuvent véritablement s'enseigner. Elles ne peuvent que se développer par la pratique d'ingénieur ou de technicien, au fil des années d'expérience dans un domaine précis. Pour preuve ? Un « ingénieur système » très expérimenté dans un domaine technique particulier (par exemple la conception des satellites) ne redeviendra véritablement compétent dans un autre domaine (par exemple le génie industriel) qu'après plusieurs années sans doute. Autant qu'une formation d'ingénieur complète ! Il en va de même pour le management de projet : il se pratiquera de façon radicalement différente dans un contexte et une culture autres.

## 2.2 L'intérêt d'une sensibilisation précoce

Une voie existe pourtant : celle de la formation dite « par les projets ». À l'occasion de leurs propres projets au sein de l'organisme de formation, les étudiants y développent une sensibilité et des compétences en système et en management de projet, et au passage intègrent des connaissances pérennes sous la forme de formalismes d'application générale (également appelés « méta-modèles » lorsqu'il s'agit de modélisation des systèmes).

La voie est, dans la plupart des cas, étroite. Car le temps des études est limité, occupé qu'il est par la transmission des formalismes qui serviront ensuite de base à la pratique. Or cette transmission doit sans doute rester une priorité, parce qu'une fois en exercice, ingénieurs et techniciens acquièrent peu de nouveaux formalismes mathématiques, physiques ou techniques. Ils « font avec » les formalismes ancrés en eux pendant leurs études. La formation continue leur en fera certes découvrir de nouveaux, mais ils deviendront plus difficilement experts dans leur mise en œuvre effective. Quant à une formation systématisée « par les projets », est serait trop coûteuse en termes de potentiel d'encadrement, de temps de formation et de moyens divers (il est sans doute préférable de l'envisager sous la forme de stages plus long et plus nombreux, en s'assurant que les étudiants y sont amenés à prendre du recul sur l'ingénierie système et sur le management de projet).

Mais la sensibilisation qu'offre la formation par les projets ne doit pas être considérée comme un acte pédagogique mineur. Surtout lorsqu'elle s'appuie sur des enseignements théoriques en systémique et en management de projet, plus faciles à monter aujourd'hui grâce aux avancées de la formalisation dans ces domaines. Une telle sensibilisation peut entraîner un bouleversement dans le regard que portent des étudiants sur la pratique technique. Elle peut aussi livrer aux étudiants le sens

profond de leur cursus de formation, les motiver en leur permettant de comprendre en profondeur pourquoi, de la maternelle à la fin de leurs études, on leur enseigne une hiérarchie de formalismes de plus en plus sophistiqués et de plus en plus tournés vers la transformation du monde (le but de tout projet). Enfin, la sensibilisation peut laisser aux étudiants une prémisses de vision générique des systèmes et des projets, le rendant plus pertinents dans leurs stages et en début d'activité professionnelle, et leur faisant ensuite gagner plusieurs années dans la construction de leurs propres approches.

C'est dans cette perspective qu'a été montée, à SUPAÉRO au printemps 2003, le dispositif présenté par la suite.

## 3 LE DISPOSITIF PIR2A 2003 DE SUPAÉRO

Comme d'autres écoles d'ingénieurs, SUPAÉRO était confrontée au début des années 2000 à la problématique de l'enseignement au système et au management de projet. L'une des réponses a été apportée par le dispositif PIR (Projet d'Initiation à la Recherche) qui a lieu en deuxième année. Par groupes de quatre, les élèves doivent atteindre un objectif concret : conception d'un dispositif technique opérationnel, mise au point d'un banc d'expérimentation de laboratoire, recherche de la réponse à une hypothèse scientifique, réalisation d'un audit, etc.. Sauf exception, les PIR ne sont pas des « études de cas » : une réalité opérationnelle, expérimentale, logique ou sociale rendra finalement son verdict.

Pendant les quelques semaines que dure chaque PIR (ses bases auront été posées plusieurs mois avant), les étudiants bénéficient d'un accompagnement rapproché par les personnels de l'école, et des moyens nécessaires. En 2003, les PIR étaient répartis selon neuf pôles animés chacun par un responsable de pôle : aérodynamique, commande des systèmes, espace, informatique, management-gestion-finance, mécanique du vol, physique/électronique, propulsion, structure/matériaux. Chaque PIR avait aussi son responsable côté école, c'était parfois le responsable de pôle.

### 3.1 Le PIR comme lieu de sensibilisation

Au fil des années, les responsables de l'école ont saisi cette occasion du PIR pour renforcer la sensibilisation au système et au management de projet.

Le dispositif décrit ici a été monté en collaboration avec MM. Llareus et Samuelides, le premier étant responsable d'un pôle et responsable de l'enseignement « système » en seconde année, le second responsable de l'ensemble des PIR 2e année.

Le but était donc d'inciter les élèves à sortir de l'empirisme et du réflexe leurs approches « système » et « management de projet », pour rendre ces activités explicites, si possible écrites, et déjà assez formelles.

Pour entraîner les élèves à prendre eux-mêmes du recul sur le système à concevoir et sur leur projet, on leur demanderait de « modéliser », explicitement et à l'échelle du groupe, leur couple système/projet. Il faudrait bien sûr les guider dans cette modélisation. C'est pourquoi un formalisme devait leur être proposée, qui soit la fois : suffisamment générique pour modéliser tous les systèmes/projets de la promotion ; porteur d'un potentiel suffisant pour inciter à un management de projet rigoureux ; suffisamment simple pour se prêter à une acquisition en un temps réduit (deux demi-journées).

### 3.2 Conférences de présentation du formalisme

Le formalisme système/projet mis en œuvre était synthétisé sous la forme de onze fiches A4 à remplir par les membres de chaque groupe. Ces fiches avaient été préalablement présentées lors de deux conférences suivies d'échanges avec les étudiants.

La première conférence marqua, pour toute la promotion, le démarrage officiel des travaux du PIR. L'introduction des concepts s'appuyait sur la description de systèmes certes particulier, mais très riches du point de vue systémique : les satellites. Les étudiants étaient invités à transposer ce qu'ils découvraient au cas de leur propre système, en temps réel. Et pour montrer que cette transposition était possible, un étudiant avait accepté de faire l'exercice dans l'amphi, sans préparation, devant ses camarades qui l'ont d'abord chahuté pour finir par l'applaudir.

Le remplissage provisoire des premières fiches était à réaliser par les étudiants avant la seconde conférence. Celle-ci, qui eut lieu dix jours plus tard, était consacrée aux pratiques de management de projet. Là encore, les étudiants étaient incités à appliquer le formalisme au cas de leurs projets respectifs.

### 3.3 Séances de management de projet

Dix jours après la seconde conférence ont eu lieu les « séances management de projet ». 45 minutes étaient consacrées à chaque groupe qui avait choisi de s'inscrire.

Les groupes présents étaient surtout ceux qui considéraient le formalisme (alors appelé la « grille ») comme non adapté à leur cas (un groupe dans la même situation a plutôt écrit dans son rapport : « les fiches de gestion de projet n'ont pas été indispensables, et il nous a parfois été très difficile de transposer la grille à notre projet »). Les premières fiches de modélisation du système posaient un problème incontestable aux groupes qui réalisaient un audit économique, d'où une difficulté à remplir les fiches suivantes. Cette difficulté, prévue avec les responsables de pôles présents aux réunions de préparation, a été admise par les élèves et résolue grâce à leur bonne volonté. Dans un autre cas la difficulté n'était pas objective, elle traduisait une difficulté subjective à prendre de la distance sur le projet.

### 3.4 Mini-rapport de management de projet

Dès la première conférence, le responsable des PIR avait annoncé aux élèves qu'ils devraient annexer à leur rapport un « mini-rapport de management de projet », destiné à la notation. Ce mini-rapport devait être constitué au minimum des onze fiches remplies, et de trois pages de réponses à quelques questions clefs. A noter l'emploi de l'expression « mini-rapport » pour éviter une « levée de boucliers » d'étudiants refusant une surcharge de travail.

L'un des groupes s'est contenté de rendre les fiches de modélisation du système (celles associées à la première conférence, probablement parce qu'il n'avait pas assisté à la seconde). D'autres groupes ont rendu l'ensemble des fiches renseignées. La plupart des groupes ont réalisé le mini-rapport avec soin, le dotant d'une page de garde et d'une reliure, remplissant soigneusement les fiches et traitant consciencieusement les questions posées. L'ensemble montre que les étudiants se sont bien appropriés les fiches, même si dans quelques cas ils les ont remplies en interprétant les concepts loin de leur sens initial ou en les écrasant les uns sur les autres (ce n'est pas si gênant : le management de projet passe par la définition de concepts qui doivent être partagés au sein de l'équipe avant même d'être parfaitement ajustés dans l'absolu).

Aucun aspect ou presque n'a été abordé au-delà des questions posées. Les étudiants ne sont donc pas allés jusqu'à prendre du recul sur le formalisme produit/projet (il est vrai que le formalisme devait déjà leur permettre de prendre du recul sur leur système et sur leur projet).

## 4 Bilan

Le constat précédent ouvre le premier bilan du dispositif PIR2A. Toute simplifié soit-il pour l'occasion, ce formalisme système/projet ne peut être ancré solidement sans période de latence pour l'assimiler. Ainsi sommes-nous tombés d'accord, avec les organisateurs du PIR, sur ceci : la première conférence doit avoir lieu bien avant le démarrage officiel du PIR, de sorte que les étudiants puissent prendre du recul sur leur système avant de s'investir dans les laboratoires techniques de l'école. Le démarrage du PIR doit plutôt être l'occasion de faire le bilan du traitement des premières fiches (celles consacrées à la modélisation du système), et de découvrir les fiches consacrées au management du projet.

C'est aussi auprès de certains responsables de pôles que le formalisme n'a pas eu suffisamment le temps de « passer », alors qu'un tel dispositif est nécessairement à inscrire très en profondeur dans l'histoire et dans les services de l'école. Deux réunions avaient bien été organisées juste avant les conférences. Mais pour des responsables de pôle n'ayant pu assister à ces réunions, le dispositif a paru artificiellement sur-ajouté sur le tard, mobilisant une part importante du temps déjà trop réduit dont disposaient les étudiants pour les activités techniques – et pour la rédaction des documents obligatoires tels que le rapport et une synthèse html. Et certains responsables considéraient que le formalisme système/projet proposé était moins pertinent, dans leur domaine, qu'un formalisme qu'ils auraient transmis eux-mêmes.

Le dispositif a conduit au moins un groupe à s'adresser à son responsable de PIR pour lui demander de préciser les objectifs du projet : « Les jours avançaient et personne n'avait une idée claire de ce qu'il devait faire. Nous avons donc organisé une réunion avec le responsable de notre PIR pour que celui-ci nous donne un projet avec des objectifs clairement exposés ». Une telle démarche est certainement profitable à tous finalement, mais l'on comprendrait qu'elle gêne des encadrants qui doivent concilier les activités du PIR avec une activité de recherche propre. En l'occurrence ce ne fut pas le cas. Les objectifs du groupe furent précisés, ce qui a conduit à une séparation en deux binômes ayant respectivement développé deux algorithmes, et à un plan de tâches original et bien argumenté : « le seul moment où nous avons dû nous regrouper pour faire avancer les choses plus rapidement est quand nous étions tous rendus à faire le passage de nos algorithmes respectifs en virgule fixe. Cette étape n'étant pas aussi simple qu'elle pouvait le sembler, nous avons jugé plus intelligent de se regrouper afin d'expérimenter les difficultés une seule fois au lieu de deux fois. Quatre têtes valent mieux que deux pour résoudre les erreurs induites par les débordements et les approximations ».

Que dire de l'efficacité du dispositif, non en termes pédagogiques mais en termes de succès du PIR ? Certains ont considéré que l'activité de management était du temps perdu pour l'avancée du travail. Ce n'est pas l'avis d'un groupe qui écrit : « bien que cela nécessite une réflexion importante pour la mise en œuvre cohérente et efficace d'une telle organisation, les bénéfices se font rapidement ressentir car les pertes de temps sont rendues moindres pour avancer dans le projet ».

Effectivement, le dispositif PIR2A avait été réglé de façon à apporter en moyenne un gain (figure 3).

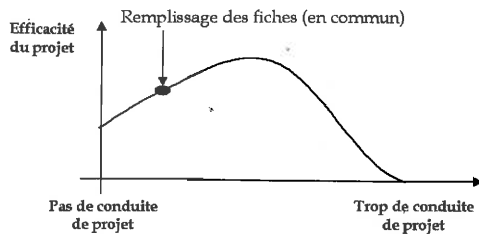


Figure 3 : effet du management de projet

En tout cas, le dispositif a incontestablement incité les étudiants à prendre du recul sur leur management de projet, à s'extraire de l'action technique et organisationnelle implicite et spontanée. Voici des extraits de rapports de mini-projets qui traduisent le recul pris sur la dimension management de projet :

- « notre conduite de projet a été efficace et a permis au projet de se dérouler de façon fluide sans expérimenter de difficultés majeures ».
- « nous pouvons dire que la gestion de projet est quelque chose d'assez délicat mais qui fait partie intégrante du succès d'un projet. En effet, quand on travaille à plusieurs, en relations avec plusieurs interlocuteurs, les connaissances techniques et théoriques, bien que nécessaires par la suite, ne servent pas si le projet n'est pas structuré ».
- « nous avons été confrontés pour la première fois dans un cadre scolaire à un travail de groupe de quatre élèves... et l'organisation s'est révélée plus compliquée que pour un travail en binôme : la coordination intervient directement comme facteur temps non négligeable alors que dans un travail en binôme, elle est quasi-immédiate ».
- « dans l'ensemble du travail réalisé sur ce PIR, la notion de conduite de projet n'a pas été au centre de nos préoccupations. Plusieurs facteurs peuvent expliquer ... ». Les facteurs (dont le rôle joué par le responsable de PIR) sont pertinents. La démonstration vaut donc comme élément de conduite de projet.
- « l'anticipation et la planification sont indispensables au management d'un projet qui s'étale dans le temps. Notons aussi que la répartition des tâches en fonction des goûts, des compétences de chacun et de notre capacité à travailler individuellement joue un rôle important dans la gestion d'un projet collectif ».
- « Au fil du temps, nous avons acquis une capacité à diviser le travail, tout en travaillant en groupe : l'équipe s'est rodée, les difficultés se sont alors naturellement estompées. [...] Nous pensons que nous avons acquis de la méthodologie de conduite de projet grâce à PIR. Il nous est maintenant évident que la planification et la répartition des tâches, couplées avec de la communication continue, sont le secret de la réussite d'un projet, puisque le technique ne peut se suffire à lui-même ».

En ce qui concerne la dimension système, au-delà du remplissage des fiches, peu de recul a été pris dans les mini-rapports. Il faut sans doute y voir les raisons suivantes : 1) ce champ, mieux balisé que celui du management de projet, a moins mobilisé les étudiants ; 2) compte tenu du temps imparti (quatre semaines) les systèmes à développer étaient assez simples ; 3) aucune des questions du mini-rapport n'était

consacrée aux prises de conscience à caractère systémique.

### 5 Ce futur que nos étudiants construiront à travers leurs projets...

La première mise en œuvre du dispositif semble avoir ouvert la dimension du management de projet aux étudiants, d'autant mieux qu'il s'agissait de projets qu'ils avaient choisis, qui avaient des objectifs concrets et qui occupaient les pensées depuis plusieurs mois déjà.

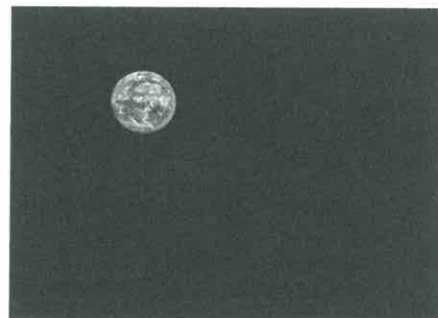
Les étudiants ont ainsi gagné du temps, à travers les prises de recul qui sont au centre de toute activité d'ingénieur et de technicien, et qui s'appellent « regard système » et « management de projet ». Une telle avance, sur des découvertes qui auraient été faites sinon lors des premières années d'activité professionnelle, est certainement déterminante, si elle conduit à des positionnements plus judicieux en sortie d'études, à une efficacité et à une vitesse d'apprentissage plus grandes dans l'industrie ou la recherche.

Et l'une des fiches incitait les étudiants de SUP'AERO à se demander quels risques leurs systèmes/projets faisaient peser sur l'environnement biosphérique et social, et à réfléchir aux perspectives d'augmentation de la valeur sociale des systèmes qu'ils concevaient. Il s'agissait d'adopter un regard « développement durable ». Selon les réactions en amphi et selon certains mini-rapports, à l'époque déjà les esprits étaient prêts à se mobiliser sur le sujet. Exemple : le risque qu'un drone d'espionnage militaire soit utilisé pour faire de l'espionnage civil a été repéré comme risque social.

En effet, à l'égard du « développement durable », les dimensions système et management de projet sont déterminantes. Car les systèmes maîtrisés et les projets bien conduits permettent de contrôler au mieux la transformation opérée, dans la réalité physique et sociale, par la mise en œuvre d'un nouveau système ou d'une découverte scientifique.

Le management de projet est un lieu du choix, un lieu de la création de l'avenir. Voilà pourquoi, en ce qui la concerne, une pédagogie sans âme ne serait probablement un service rendu ni aux étudiants, ni à la destinée humaine que ces étudiants contribueront à orienter d'ici peu.

N'est-ce pas ?



<sup>1</sup> Cet article a été présenté au colloque CETSIS (2003), puis publié en 2005 dans la revue Technologie N°132 de mai-juin 2004. © Serge Potteck 2010. L'auteur accorde un droit de publication de cet article à la revue GESI en 2010, et conserve par ailleurs tous les autres droits.

# SYSTÈME PHOTOVOLTAÏQUE AUTONOME OU COUPLÉ AU RÉSEAU.

## APPROCHE PÉDAGOGIQUE SOUS PSIM

Par Jean-Marc ROUSSEL

IUT de l'Indre, Département GEII, 2 avenue François Mitterrand 36000 CHATEAUROUX

Courriel : jean-marc.rousseau@univ-orleans.fr

### Résumé :

Cet article présente un projet destiné à des étudiants de deuxième année DUT GEII à finalité « énergie renouvelable ». Durant ce projet, ces derniers doivent effectuer la modélisation et la commande d'un système photovoltaïque (PV) autonome ou connectée au réseau et l'implanter dans l'environnement PSIM. Après une présentation générale de la chaîne de conversion photovoltaïque, l'article détaille la modélisation d'un panneau photovoltaïque, la commande du chargeur buck et la commande de l'onduleur de tension.

**Mots clés :** énergie photovoltaïque, modèle du panneau, buck, onduleur, connexion au réseau, psim

## 1. INTRODUCTION

Le contexte énergétique actuel, caractérisé par l'appauvrissement des réserves d'énergies fossiles, la montée en flèche du prix du pétrole, le réchauffement de la planète dû à l'émission de gaz à effet de serre, les dommages causés à l'environnement et à l'écosystème ainsi que le concept de développement durable incite à développer des solutions énergétiques alternatives.

Or l'énergie solaire représente un gisement important au niveau de la surface du globe terrestre. En France, la quantité d'énergie solaire annuelle disponible varie entre environ 1000 et 1400 kWh/m<sup>2</sup>. Cette énergie peut être convertie en chaleur à l'aide de modules solaires thermiques ou en électricité à l'aide de panneaux photovoltaïques.

Le solaire photovoltaïque devrait être la première des énergies renouvelables pour la production d'électricité dans les années 2030 voir 2040 selon les projections de l'EPIA (European Photovoltaic Industry Association).

L'IUT propose à ses étudiants de deuxième année un travail de réalisation (TR) d'une durée de 32 h en semestre 4 sur le thème des énergies renouvelables.

Le TR développé à l'IUT s'appuie sur une maquette photovoltaïque reproduisant un système photovoltaïque autonome avec possibilité de connexion au réseau électrique. Les objectifs sont multiples et transversaux sur plusieurs disciplines extrêmement importantes pour l'enseignement du génie électrique, à savoir l'électronique de puissance, l'électronique, la programmation en C++ et l'automatique.

Cet aspect pluridisciplinaire reste suffisamment simple pour ne pas rebuter les étudiants. Le TR est divisé en 8 séances de 4 h qui se présentent sous forme de rappels de cours, de dimensionnement ; filtre, correcteur PI, proportionnel résonant

(PR) à l'aide de MATLAB, de programmation en C++ et des résultats de simulation obtenus à l'aide du logiciel PSIM.

Après une présentation générale de la chaîne de conversion photovoltaïque, l'article détaille la modélisation d'un panneau. Les commandes proposées sont ensuite expliquées, ainsi que les simulations réalisées pour évaluer les performances.

## 2. CHAÎNE DE CONVERSION PHOTOVOLTAÏQUE

### 2.1. Descriptif du système étudié

La figure 1 donne le schéma de principe de la chaîne de conversion photovoltaïque.

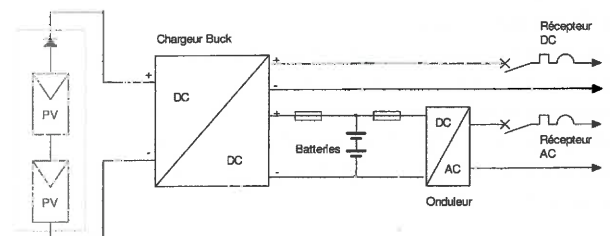


Figure 1 : Chaîne de conversion photovoltaïque

Le système étudié est composé de deux panneaux KC125G polycristallin monté en série, d'un chargeur, d'un système de stockage composée de deux batteries de 12V 90 Ah et d'un onduleur monophasé.

## 2.2. Système de stockage

Dans les systèmes photovoltaïques isolés, la présence d'un dispositif de stockage d'électricité est indispensable pour pallier le caractère intermittent du générateur photovoltaïque.

Les deux principaux types d'accumulateurs utilisés actuellement dans les systèmes photovoltaïques sont les batteries au plomb acide et les batteries au nickelcadmium.

La batterie au plomb acide est la forme de stockage de l'énergie électrique la plus courante, en raison de son coût qui est relativement faible et d'une large disponibilité. Par contre les batteries nickel-cadium sont plus chères mais leur durée de vie est plus élevée. Leur utilisation est réservée pour des installations nécessitant une grande fiabilité. Notre choix s'est donc porté sur des batteries au plomb.

Dans cette étude, la batterie sera modélisée par une source de tension et une résistance interne. On ne prendra pas en compte la charge, la décharge et le vieillissement.

## 2.3. Convertisseur Buck

La fonction chargeur de batterie photovoltaïque est obtenue à l'aide d'un convertisseur DC/DC. Dans notre cas, le niveau de tension nécessite l'utilisation d'un convertisseur abaisseur sans isolation galvanique de type Buck (step down). La figure 2 rappelle la structure du Buck.

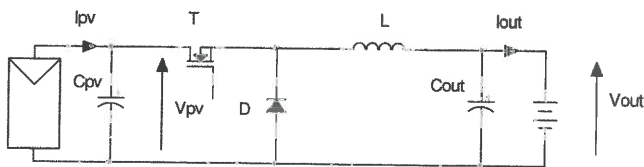


Figure 2 : Schéma simplifié du Buck

Les relations liant les grandeurs d'entrée et de sortie du Buck sont :

$$V_{out} = DV_{pv} \quad (1)$$

$$I_{out} = I_{pv} / D \quad (2)$$

Avec  $D = \text{rapport cyclique}$

Les éléments pour le dimensionnement du convertisseur Buck sont : tension d'entrée (43,4 VDC), tension de sortie (24 VDC), fréquence de découpage (250 kHz), ondulation de courant ( $\Delta i_L = 0,94 \text{ A}$ ), ondulation tension d'entrée (2%), ondulation tension de sortie (250 mV) et courant de sortie égal à 9,4 A.

## 2.4. Onduleur monophasé

La maquette est constituée d'une structure de conversion avec onduleur de courant, transformateur haute fréquence, redresseur à diodes et onduleur de tension. Cette structure n'est pas adaptée au niveau de nos étudiants.

La figure 3 présente la structure de l'onduleur monophasé retenue, composée d'un pont de transistors commandé par MLI (Modulation de Largeur d'Impulsion). Le signal alternatif est ensuite filtré par l'inductance  $L_f$  et le condensateur  $C_f$  afin d'obtenir un signal sinusoïdal à la fréquence du réseau.

La principale condition pour le dimensionnement du filtre  $L_f C_f$

concerne la fréquence de résonance. Elle doit être proche mais supérieure à celle du réseau et inférieure à la fréquence de découpage de l'onduleur (5kHz). Ainsi, on n'atténue que les harmoniques polluantes avec une pente de 40 dB.

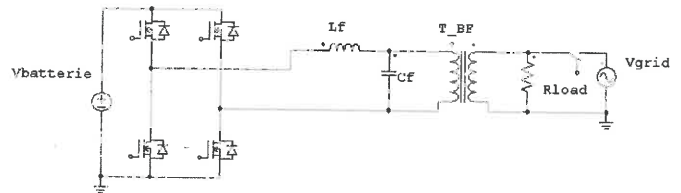


Figure 3: Structure de l'onduleur monophasé

Le signal en sortie du filtre est ensuite ajusté à la tension du réseau par un transformateur basse fréquence qui apporte en même temps une isolation galvanique.

## 3. MODÈLE DU PANNEAU PHOTOVOLTAÏQUE SOUS PSIM

L'équation mathématique de la caractéristique  $I(V)$  d'un panneau photovoltaïque est donnée par :

$$I_{pv} = I_{sc} - I_s \exp(eV/kT - 1) \quad (3)$$

Avec :  $e = \text{charge d'un électron } 1,6.10^{-19} \text{ C}$

$k = \text{constante de Boltzmann } 1,38.10^{-23} \text{ J/K}$

$I_{sc}$  représente le courant de court-circuit dû à l'éclairement

$I_s$  est le courant de saturation.

L'équation (3) peut être traduite par un schéma électrique équivalent composé d'une source de courant pour le premier terme et d'une diode en parallèle qui modélise la jonction PN pour le deuxième terme de l'équation.

Or le modèle de la diode sous PSIM est représenté par 2 résistances correspondantes à l'état passant et bloqué. Cette représentation ne prend donc pas en compte la jonction PN.

Par conséquent, le comportement du panneau solaire (pour un ensoleillement donné), sous PSIM peut être représenté par un schéma électrique équivalent qui permet une approximation par 4 segments de droite de la caractéristique  $I(V)$  du générateur solaire (cf figure 4).

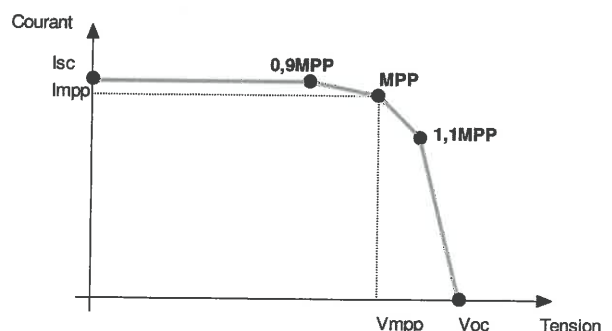


Figure 4: Modélisation du panneau

La figure 5 présente les éléments du schéma électrique équivalent du panneau photovoltaïque.

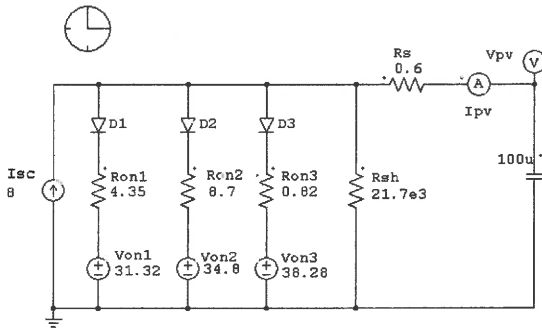


Figure 5 : Modélisation linéaire par segments à diodes parallèles du générateur PV

La résistance  $R_s$  représente les diverses résistances de contact et de connexion. La résistance  $R_{sh}$  caractérise les divers courants de fuites, aux effets de bords de la jonction PN et aux recombinaisons. La détermination des résistances  $R_{on1,2,3}$  est effectuée en fonction du segment respectif. Les caractéristiques pour un générateur photovoltaïque à une irradiation de 1000 W/m<sup>2</sup> sont les suivantes :  $V_{oc} = 43,4$  V ;  $V_{mpp} = 34,8$  V ;  $I_{sc} = 8$  A et  $I_{mpp} = 7,2$  A. Le calcul pour chaque segment sera effectué selon la procédure suivante. Soit pour le segment 1 :

$$D_1 \text{ ON et } D_2 D_3 \text{ OFF}$$

$$I_{D1} = I_{sc} - I_{mpp} \quad (4)$$

$$R_{on1} = (V_{mpp} - 0,9V_{mpp})/I_{D1} = (5)$$

On implante le modèle sous PSIM, puis on simule les caractéristiques P(V) et I(V) pour une irradiance de 1000 W/m<sup>2</sup> et une température de 25°C.

Les résultats de simulation sont représentés sur les figures 6 et 7.

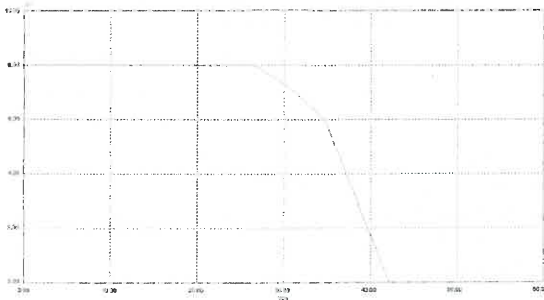


Figure 6 : Caractéristiques I(V) sous PSIM du GPV

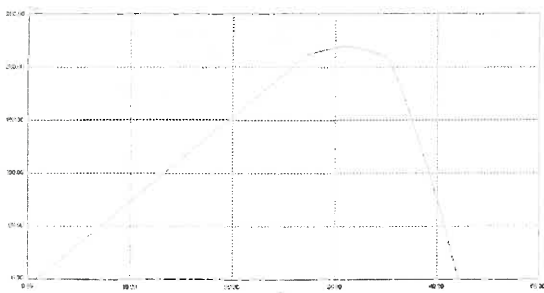


Figure 7 : Caractéristiques P(V) sous PSIM du GPV

On remarque une déformation au voisinage du point de puissance maximale par rapport aux caractéristiques du constructeur [14]. Il faudrait augmenter le nombre de segments pour disposer d'une modélisation plus fine mais au détriment de la simplicité du schéma électrique. De plus, ce modèle de simulation ne permet pas de prendre en compte les paramètres variables tels que la température de surface du panneau et le niveau d'irradiance.

On propose aux étudiants les plus avancés un modèle reposant sur les équations physiques du générateur photovoltaïque à écrire dans le logiciel C++. Il est alors possible d'interfacer le programme en C++ directement avec le logiciel PSIM via un bloc DLL externe (bibliothèque de liens dynamiques).

#### 4. COMMANDE MPPT

La caractéristique puissance/tension d'un panneau photovoltaïque présente un extremum qui varie en fonction de la température, de l'éclairement mais aussi du vieillissement. C'est au point de puissance maximale (MPP) que l'on exploite au mieux la puissance crête installée. La courbe de puissance type d'un générateur photovoltaïque (GPV) est donnée en figure 8.

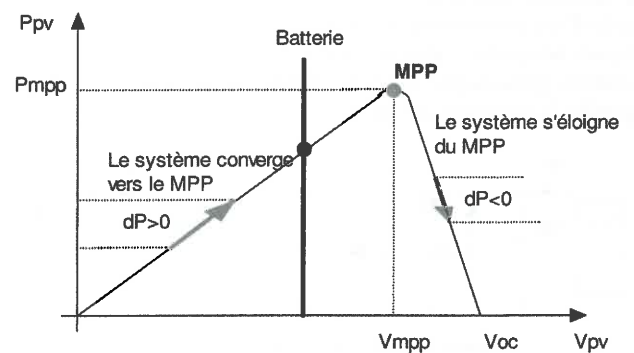


Figure 8 : Principe de la commande MPPT

Seule une charge qui positionne le point de fonctionnement du générateur en  $(P_{mpp}, V_{mpp})$  permet d'extraire la puissance maximale. Une connexion directe entre un GPV et sa charge a peu de chance de placer le système à son point MPP. Il est donc nécessaire d'intercaler un convertisseur entre le générateur et l'impédance de charge afin que le GPV voit une charge optimale à ses bornes.

L'adaptation entre le GPV et la charge est réalisée par la variation du rapport cyclique  $D$  du convertisseur Buck.

Pour une charge de type résistive ( $R_{load}$ ), la résistance optimale du générateur répond à l'équation suivante :

$$R_{mpp} = (V_{pv}/I_{pv})_{mpp} = R_{load}/D^2 \quad (6)$$

Pour que l'adaptation se fasse automatiquement à tout instant, un certain nombre de lois de commande ont été élaborées [1], [12]. Le type de commande retenue dans le cadre de cet article est la commande extrême MPPT analogique développée au LAASCNRS.



La figure 9 illustre la commande MPPT.

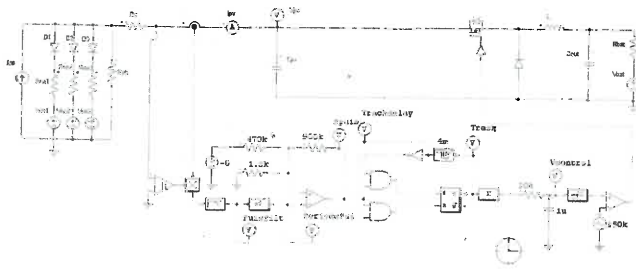


Figure 9 : Loi de commande MPPT analogique

Les travaux de C.CABAL [1] décrivent le fonctionnement de cette commande. Elle nécessite la connaissance de la tension  $V_{pv}$  et du courant  $I_{pv}$  aux bornes du générateur photovoltaïque afin d'estimer, en utilisant un multiplieur, la puissance fournie  $P_{pv}$ . A la sortie du multiplieur, il faut disposer de la dérivée filtrée de la puissance afin de s'affranchir des perturbations liées à la fréquence de découpage d'où la présence d'un filtre passe bas. Un circuit comparateur permet alors de connaître le signe de la dérivée et de savoir si la puissance fournie s'approche ou s'éloigne du point PMM. Ce signal est envoyé à une bascule avec retard d'inhibition qui change d'état à chaque signe négatif de la dérivée. L'état de sortie de la bascule permet de charger ou de décharger le circuit intégrateur, dont la sortie délivre la référence de la tension de commande MLI. Cette tension est comparée à un signal de découpage à haute fréquence pour fournir le rapport cyclique nécessaire à la commande du Buck.

### 5. ONDULEUR DE TENSION MONOPHASÉ

La figure 10 présente le principe de commande de l'onduleur monophasé avec transformateur BF.

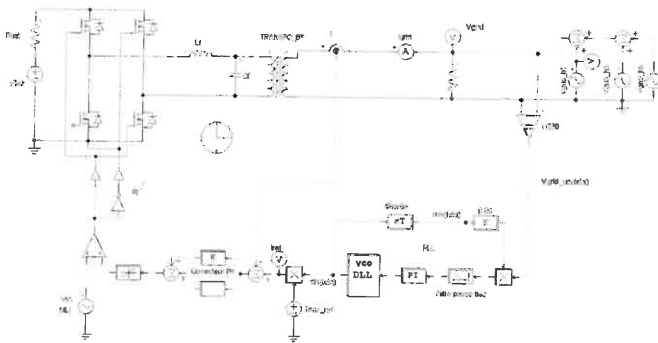


Figure 10: Commande de l'onduleur monophasé

L'entrée du correcteur PR est l'erreur entre le courant de référence  $i_{ref}$  et le courant mesuré  $i_{grid}$ . Le correcteur PR permet de calculer le signal de référence de la commande MLI de l'onduleur. Le bloc PLL permet d'extraire le sinus du courant de référence.

#### 5.1. Synchronisation au réseau

Afin d'échanger une puissance contrôlée, l'onduleur doit toujours être synchronisé avec la tension réseau qui sert généralement pour la détermination du courant de référence. Cependant les tensions au point de raccordement peuvent comporter divers défauts ; creux de tension, pollution

harmonique, saut de phase, variation de fréquence. Ces défauts peuvent se reporter sur le courant en sortie de l'onduleur.

Le but de la synchronisation est d'obtenir la phase de la tension instantanée du réseau. La technique la plus répandue consiste à réaliser un asservissement de la fréquence et de la phase. On utilise donc une boucle à verrouillage de phase (en anglais PLL, Phase Locked Loop).

#### 5.2. Régulation du courant alternatif

Le contrôle des courants alternatifs des réseaux triphasés est généralement effectué en utilisant le référentiel tournant dq (transformation de Park) avec un correcteur PI.

Utiliser le référentiel tournant permet à un correcteur PI d'agir sur un signal continu, et donc d'apporter un gain infini uniquement à fréquence nulle.

Toutefois, pour les systèmes monophasés (comme celui décrit ici) les transformations dq ne sont pas directement applicables, et de nombreux systèmes monophasés sont forcés d'utiliser le correcteur Intégral Proportionnel classique (IP), ou d'autres méthodes car la réponse temporelle d'une consigne perturbée par des harmoniques de rang 5, 7, 11 et 13 avec un correcteur PI comportera une erreur importante.

Le correcteur proportionnel résonant (PR) est une bonne approche pour les signaux sinusoïdaux. Il élimine l'erreur tant en phase qu'en amplitude d'une grandeur sinusoïdale sans besoin d'aucun repère tournant.

Le correcteur PR est composé d'un terme proportionnel et d'un terme résonant qui contient deux pôles complexes conjugués à partie réelle nulle. Cela permet d'avoir théoriquement un gain infini et un déphasage nul à la fréquence des pôles. On élimine ainsi l'erreur statique.

La fonction de transfert du correcteur PR est la suivante :

$$H_{PR}(s) = K_p + \frac{2K_r \omega_c s}{s^2 + 2\omega_c s + \omega_0^2}$$

Où  $\omega_c$  est la pulsation de coupure du filtre passe haut et  $\omega_0$  la pulsation de résonance.

La réponse fréquentielle du correcteur PR est donnée en figure 11.

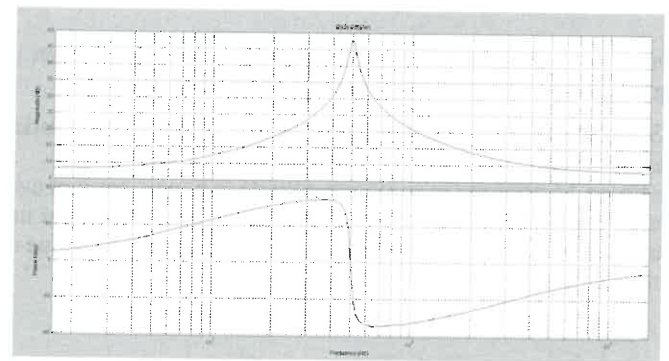


Figure 11: Réponse fréquentielle d'un correcteur PR

Les étudiants sont dans cette tâche confrontés au problème de dimensionnement d'un correcteur continu. Ce type de correcteur s'implémente très facilement sous PSIM.

Il est à noter que ce type de correcteur nécessite un volume de calcul considérable lors d'une réalisation numérique.

## 6. RÉSULTATS

### 6.1. Commande MPPT

La figure 12 présente les résultats de simulation obtenus. On observe bien que la commande MPPT force le système à osciller autour du point de puissance maximale.

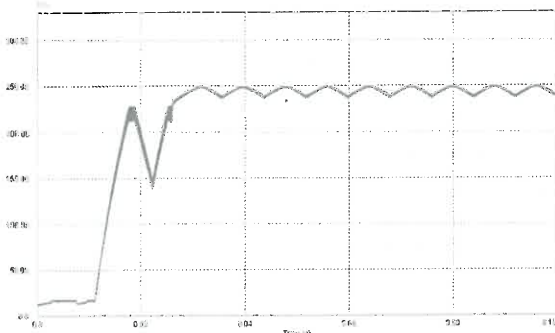


Figure 12: Résultats de simulation d'un convertisseur Buck associé à la commande MPPT. Allure de la puissance  $P_{pv}$

Il est possible pour les étudiants de visualiser l'influence des différents paramètres de réglage de ce type de commande

### 6.2. Comportement de la PLL

La figure 13 présente le comportement de la PLL lors d'une pollution harmonique du réseau par une harmonique de rang 5 à hauteur de 10% et d'une harmonique de rang 11 à hauteur de 5%.

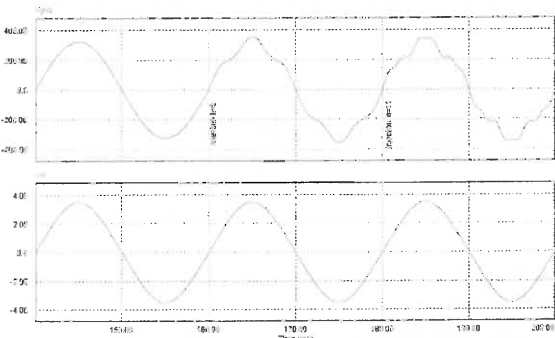


Figure 13: Résultats de simulation lors d'une pollution harmonique. Allures de la tension réseau et du courant de référence

On notera le bon comportement de la PLL qui délivre bien un signal de type sinus malgré la pollution harmonique.

### 6.3. Comportement de la boucle courant lors d'une pollution harmonique

La figure 14 présente le comportement de la boucle courant avec correcteur PI lors d'une pollution harmonique du réseau par une harmonique de rang 3 à hauteur de 18% et d'une harmonique de rang 5 à hauteur de 5%.

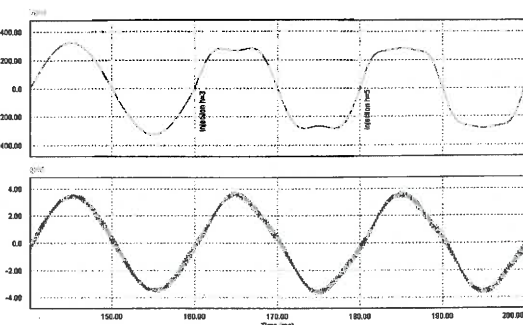


Figure 14: Résultats de simulation avec un correcteur PI lors d'une pollution harmonique. Allures de la tension réseau et du courant prélevé

Le correcteur PI engendre une distorsion du courant prélevé au réseau. Cette distorsion s'accroît lors d'une pollution harmonique avec des harmoniques de rang plus élevé. Les oscillations sur la forme d'onde du courant proviennent de la fréquence de la MLI. La figure 15 met en évidence la pertinence du correcteur PR pour la même pollution. Le courant est sinusoïdal et en phase avec la tension. Par conséquent, le système ne prélève au réseau que de la puissance active.

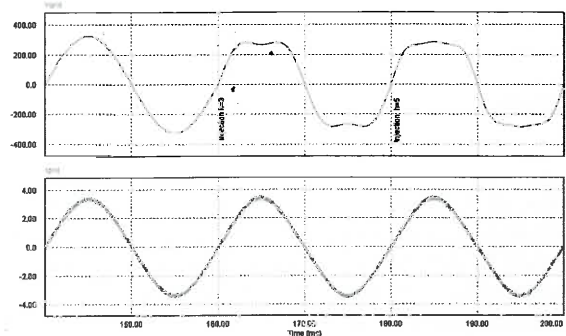


Figure 15: Résultats de simulation avec un correcteur PR lors d'une pollution harmonique. Allures de la tension réseau et du courant prélevé

### 6.4. Comportement de la boucle courant lors d'un creux de tension

La figure 16 présente le comportement de la boucle courant avec correcteur PR lors d'un creux de tension de 20%.

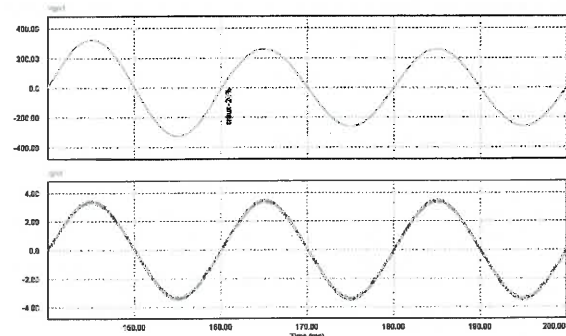


Figure 16: Résultats de simulation avec un correcteur PR lors d'un creux de tension. Allures de la tension réseau et du courant prélevé

On notera le bon comportement de la boucle commande car le courant n'est pas affecté.

## 7. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Ce projet a permis de sensibiliser les étudiants à la production d'électricité à partir de l'énergie photovoltaïque et à la pluridisciplinarité des métiers du génie électrique (électronique de puissance, électronique de commande, asservissement, programmation...).

Le logiciel PSIM est pris en main rapidement par les étudiants mais il est important d'être fortement présent dans l'analyse des résultats de simulation.

Cet article a montré la commande d'une chaîne de conversion d'un système photovoltaïque autonome avec connexion au réseau. La commande peut être facilement transposable à un système sans stockage. Le signal  $I_{ref}$  provient alors de la boucle tension du bus continu qui intègre une commande MPPT avec un correcteur PI

La poursuite de ce projet va consister à affiner le modèle du panneau et développer la commande MPPT en langage C++.

## 8. RÉFÉRENCES

[1] **C.CABAL**, Optimisation énergétique de l'étage d'adaptation électronique dédié à la conversion photovoltaïque, Thèse de doctorat de l'Université de Paul Sabatier, 2008.

[2] **T.KEREKES**, Analysis and Modeling of Transformerless Photovoltaic Inverter Systems, PhD Thesis Technical University of Denmark, 2009.

[3] **T.PANKOW**, Etude de l'intégration de la production décentralisée dans un réseau BT. Application au générateur photovoltaïque, Thèse de doctorat de l'ENSAM Lille, 2004.

[4] **SY.PARK**, A Wide Range and Precise and Reactive Power Flow Controller for Fuel Cell Power Conditioning Systems, Thesis of the Virginia Polytechnic Institute and State University, 2009.

[5] **T.NGUYEN**, Solar panel maximum power point tracker, PhD Thesis University of Queensland, 2001.

[6] **PCM.BERNARDO**, A High Efficient Microcontrolled Buck Converter with Maximum Power Point Tracking for Photovoltaic Systems, International Conference on Renewable Energies and Power Quality, Valencia, 2009.

[7] **M.CIOBOTARU**, Control of the single-stage single-phase PV inverter, in Proc of Power Electronics and Application European Conference, Dresden, 2005.

[8] **KH.CHAO**, Modeling and fault diagnosis of photovoltaic system, Electric Power Systems Research, ScienceDirect, 2007.

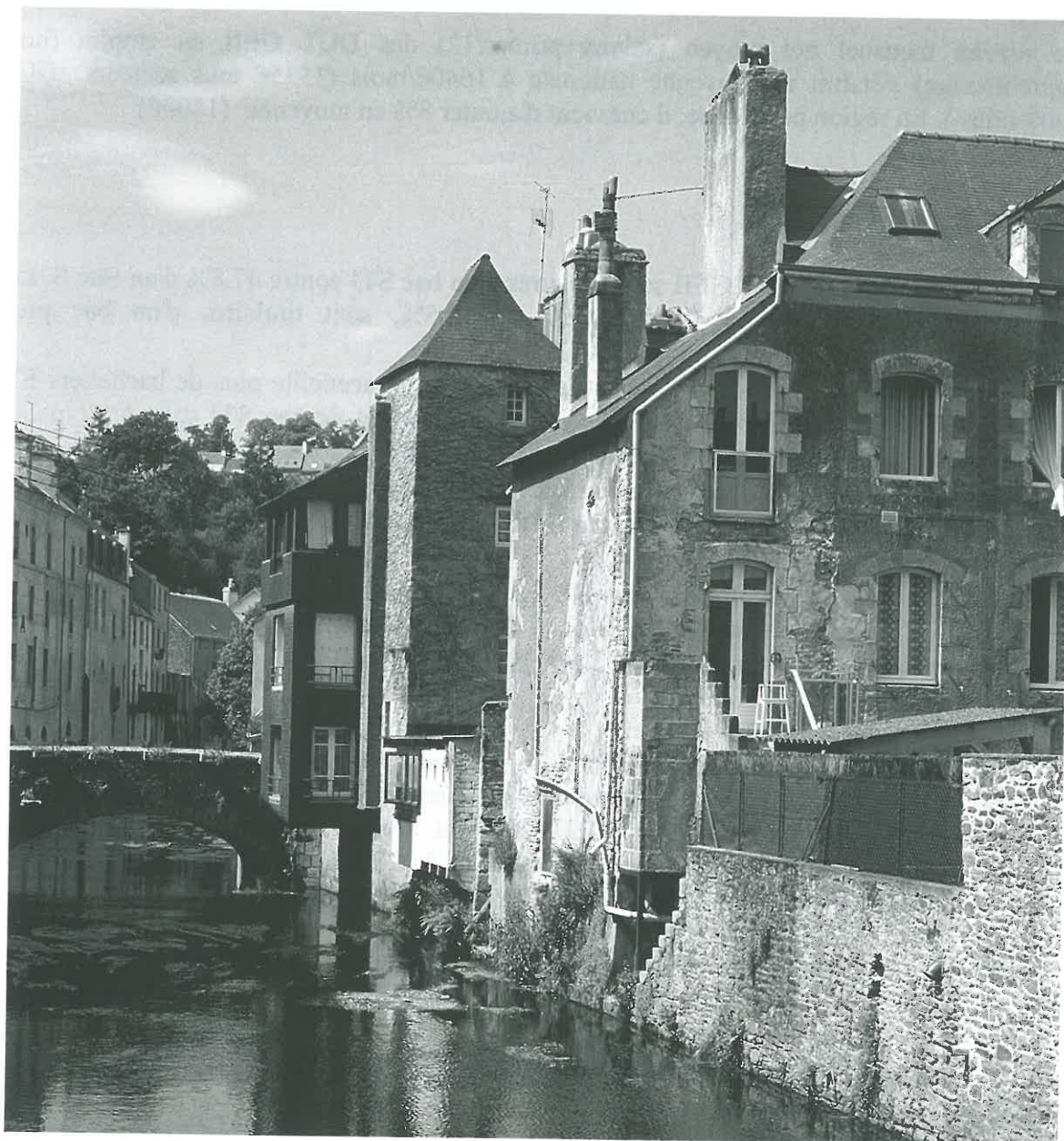
[9] **M.NIKRAZ**, DSP Controlled photovoltaic system with Maximum Power Point Tracking, University of Canterbury Australia, AUPEC'03, 2003.

[10] **La revue 3EI**, Energies renouvelables, N° 20 mars 2000

[11] **La revue 3EI**, La production décentralisée de l'électricité, N°39 décembre 2004

[12] **La revue 3EI**, Pratiques pédagogiques de l'académie de Toulouse, N°54 septembre 2008.

[13] **www.kyocera.fr**



# ENQUÊTE NATIONALE DIPLÔMÉS GEII 2006

## ASSEMBLÉE DES CHEFS DE DÉPARTEMENTS DE GEII

Ce document détaille les résultats, au niveau national, de l'enquête sur les diplômés de DUT GEII 2006. L'enquête a été effectuée entre les mois de décembre 2008 et avril 2009 par questionnaires papiers et internet auprès des diplômés 2006. 1539 diplômés y ont répondu soit environ 50% des diplômés 2006.

En résumé :

- 53% des diplômés GEII sont titulaires d'un BAC STI, 35% étaient boursiers durant le DUT
- 30% ont poursuivi leurs études en licence professionnelle (dont 1/3 en apprentissage)
- 37% ont poursuivi leurs études en école d'ingénieurs (dont 1/3 en apprentissage)
- 6 mois après le DUT 14% des diplômés étaient en emploi, 20% en contrat d'apprentissage
- 2 ans et demi après le DUT, 40% des diplômés sont en emploi, 17% en contrat d'apprentissage (principalement en écoles d'ingénieurs) soit 57% titulaires d'un contrat de travail.
- Le revenu mensuel net moyen (salaire+primes/12) des DUT GEII en emploi (hors apprentissage) s'établit en moyenne nationale à 1640€/mois (1535€ tous secteurs DUT confondus). En région parisienne, il convient d'ajouter 8% en moyenne (1800€)

### 1) Qui sont les diplômés ?

- 49,9% des diplômés de DUT GEII sont titulaires d'un bac STI contre 47,8% d'un Bac S. Les autres bacs sont marginaux (8 diplômés, soit 0.5%, sont titulaires d'un bac pro). ([bac\\_vs\\_dut\\_nat.pdf](#))
- Comparativement aux autres DUT industriels seul GACO accueille plus de bacheliers STI (53,1%). GTR accueille 31% mais il est vrai sans vraiment de bac STI dans le domaine, alors que GMP n'en accueille que 25,9% malgré le bac STI Génie mécanique.
- La moyenne pour les DUT industriels est de 19.1% de bacs technologiques et s'établit à 23.9% de bac technologiques tous DUT (secondaire et tertiaire) confondus. ([BAC\\_Secondaire.pdf](#))
- Au total 33,9% des diplômés de DUT 2006, titulaires d'un bac technologique (STI/STL/STT) ont obtenu un DUT GEII. Les dept GEII accueillent donc plus d'un tiers des bacheliers technologiques en IUT ! ([DUT\\_vs\\_BAC.pdf](#))

#### Boursiers

- les diplômés de DUT GEII 2006 sont à 34.4% boursiers, sur les 25 spécialités de DUT GEII se situe 7ème pour le plus grand taux de boursier ([DUT\\_vs\\_boursiers\\_nat.pdf](#)). Le taux de boursiers des diplômés DUT 2006 au niveau national est de 32.3% Par comparaison, l'université à un taux de boursiers de 28.8%, les CPGE 19% (*repères et études statistiques du MENSUR rers2006/p299*)

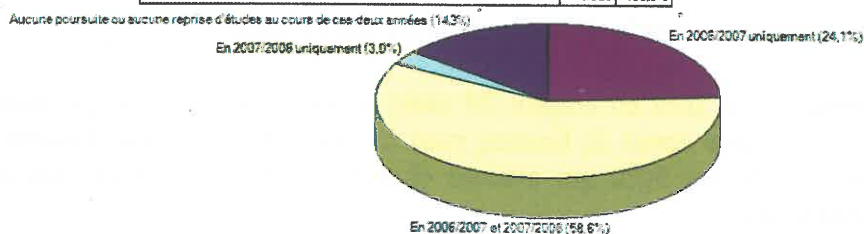
2) **Poursuites d'études immédiates** : 34% titulaires d'un contrat de travail (CDD/CDI/CA/CQ)

Après le DUT GEII 14,3% des diplômés n'ont suivi aucune étude dans les 2 années suivant le diplôme.

VIE DES DÉPARTEMENTS

15. Au cours des deux années qui ont suivi l'obtention de votre DUT, avez-vous poursuivi ou repris vos études en 2006/2007 et/ou 2007/2008 ? (une seule réponse possible)

|   | Nb           | % est.        |
|---|--------------|---------------|
| En 2006/2007 uniquement   | 371          | 24,1%         |
| En 2006/2007 et 2007/2008   | 902          | 58,6%         |
| En 2007/2008 uniquement   | 46           | 3,0%          |
| Aucune poursuite ou aucune reprise d'études au cours de ces deux années | 220          | 14,3%         |
| <b>Total</b>  | <b>1 539</b> | <b>100,0%</b> |



Parmi les 1273 diplômés ayant poursuivi des études immédiatement après le DUT, 303 l'ont fait sous statut apprenti. Ainsi 523 diplômés DUT GEII 2006 sur 1539 (soit 34%) étaient titulaires d'un contrat de travail (CDD/CDI/CA/CQ) immédiatement après le diplôme. La moyenne nationale est de 35% ( 18.3% en emploi, 16.6% en contrat apprentissage). ([App\\_vs\\_formation2007\\_GEII.pdf](#))

Formation suivies immédiatement après le DUT GEII 2006

| Formation06/07     | DUT GEII 2006 |               |               |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|
| DUT/BTS            | 17            | 1,3%          |               |
| CPGE               | 16            | 1,3%          |               |
| L1/L2              | 58            | 4,6%          |               |
| L3                 | 259           | 20,4%         |               |
| LPRO FI            | 275           | 21,7%         | <b>30,65%</b> |
| LPRO Fapp          | 114           | 9,0%          |               |
| Ingé/co FI         | 316           | 24,9%         | <b>37,19%</b> |
| Ingé/co FA         | 156           | 12,3%         |               |
| Autre              | 58            | 4,6%          |               |
| <b>Total</b>       | <b>1269</b>   | <b>100,0%</b> |               |
| dont apprentissage | 303           | <b>23,9%</b>  |               |

33apprentis répartis dans les catégories L1/L3BTS/DUT/autre

Plus de 30% des poursuites d'études immédiatement après le DUT GEII 2006 se font dans les licences professionnelles, dont la plupart sont portées par les IUT. 37% se font en écoles d'ingénieurs et 1/3 de ces élèves ingénieurs le sont dans le cadre de l'alternance école/entreprise. ([App\\_vs\\_formation2007\\_GEII.pdf](#))

| Formation06/07     | DUT Secondaire |               |               |
|--------------------|----------------|---------------|---------------|
| DUT/BTS            | 91             | 1,0%          |               |
| CPGE               | 98             | 1,1%          |               |
| L1/L2              | 369            | 4,2%          |               |
| L3                 | 1957           | 22,3%         |               |
| LPRO FI            | 2139           | 24,4%         | <b>34,58%</b> |
| LPRO Fapp          | 890            | 10,2%         |               |
| Ingé/co FI         | 1853           | 21,2%         | <b>30,47%</b> |
| Ingé/co FA         | 816            | 9,3%          |               |
| Autre              | 547            | 6,2%          |               |
| <b>Total</b>       | <b>8760</b>    | <b>100,0%</b> |               |
| dont apprentissage | 1991           | <b>22,7%</b>  |               |

145 apprentis répartis dans les catégories L1/L3BTS/DUT/autre

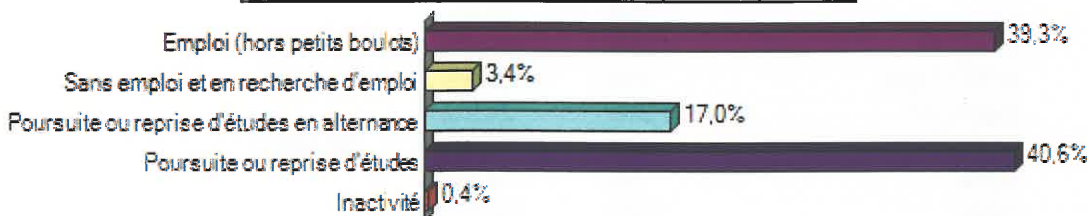
En comparaison les DUT secondaires ont un taux de poursuite d'études en école plus faible (30%) compensé par un taux plus élevé en licences et licences professionnelles .  
(App vs formation2007 secteur\_sec.pdf)

### 3) Situation 28 mois après le diplôme de DUT GEII 2006

39,3% des diplômés 2006 sont en emploi 28 mois après le diplôme. A quelques pour cents près (reprise d'études, poursuite après la licence pro) Il s'agit des 14% qui avaient choisi l'insertion directe auxquels s'ajoute les 30% qui avaient choisit de prolonger d'une année leurs études en licences professionnelles.

Somme des pourcentages différente de 100 du fait des réponses multiples et des suppressions.

|   | Nb           | % obs. |
|---|--------------|--------|
| Emploi (hors petits boulots)                | 605          | 39,3%  |
| Sans emploi et en recherche d'emploi        | 52           | 3,4%   |
| Poursuite ou reprise d'études en alternance | 261          | 17,0%  |
| Poursuite ou reprise d'études               | 625          | 40,6%  |
| Inactivité                                  | 6            | 0,4%   |
| <b>Total</b>                                | <b>1 539</b> |        |



Au total, ce sont 56,3% des diplômés qui sont titulaires d'un contrat de travail (CDI/CDD/CA/CQ) 28 mois après le DUT GEII . Chiffres très légèrement supérieurs à ceux des DUT du secteur secondaire (41.6%+13.9%). Pour les DUT toutes spécialités le taux de contrats de travail est de 56.6% (43.1%+13.5%).

### Détail des études suivies 28 mois après le diplôme

Concernant les études suivies 28 mois après le DUT GEII il est intéressant de remarquer que le nombre de diplômés en écoles d'ingénieurs est supérieur au total de ceux étant en école en 2006/07 augmenté de ceux qui étaient en classes préparatoires ATS. Malgré les quelques abandons en écoles d'ingénieurs, il y a 529 DUT GEII en école d'ingénieur/commerce la 3eme année après le DUT contre 472 l'année suivant immédiatement l'obtention du DUT GEII 2006, cela fait un solde de 50 diplômés de DUT GEII qui ont donc rejoint une école d'ingénieur après leur 1ere année post DUT (CPGE, L3 et Lpro). Par ailleurs, 256 diplômés 2006 poursuivent leurs études en apprentissage quand ils n'étaient que 189 (hors licence pro) immédiatement après le DUT GEII ce qui confirme l'« employabilité » élevée des diplômés de DUT GEII.

VIE DES DÉPARTEMENTS

| Formation 08/09    | DUT GEII 2006 |              |               |
|--------------------|---------------|--------------|---------------|
| Lpro               | 12            | 1,4%         |               |
| M1/M2              | 229           | 25,8%        |               |
| M1/M2 FA           | 25            | 2,8%         | <b>28,60%</b> |
| Ingé/co FI         | 311           | 35,0%        |               |
| Ingé/co FA         | 215           | 24,2%        | <b>59,23%</b> |
| Autre              | 96            | 10,8%        |               |
| Total              | 888           | 100,0%       |               |
| dont apprentissage | 256           | <b>28,8%</b> |               |

20apprentis répartis dans les categories L1/L3BTS/DUT/autre

**Salaires des diplômés en CDI/CDD.**

Le salaire mensuel net moyen des diplômés de DUT GEII se monte à 1490€ Net. 63% des diplômés font mention de prime annuelle d'un montant moyen de 2860€. Au total, le revenu net moyen des diplômés DUT GEII s'élève à  $1490 + 63\% * 2860 / 12 = 1640€$  net. A noter que statistiquement, sur l'ensemble des DUT 2006, les salaires en région parisienne sont 8% plus élevés que la moyenne (1771€) et 2% plus faible en province (1610€).

Moyenne = **1 489,8** Ecart-type = **411,6**  
Répartition en 20 classes de même amplitude

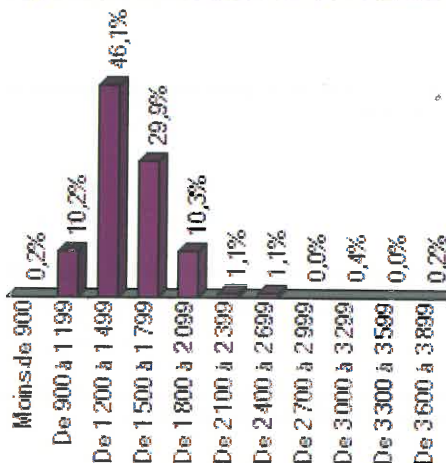


Illustration 1: Salaire mensuel net (hors prime) DUT GEII2006

Au niveau national, le salaire mensuel net des DUT s'élève à 1416€, auquel il convient d'ajouter une prime moyenne annuelle de 2500€ pour 57% des diplômés. Le revenu net moyen mensuel pour les diplômés DUT tous secteurs confondus se monte à  $1416 + 57\% * 2500 / 12 = 1535€$  Net mensuel (+8% en RP, -2% en province). Cela est principalement dû aux salaires des diplômés de DUT du secteur tertiaire, environ 20% plus faibles que pour les salaires des diplômés de DUT du secteur industriel.



## OFFRE DE FORMATION



FORMATIONS SCIENTIFIQUES

Accueil >> Licence Professionnelle >> Electricité et électronique >> Spécialité : Chargé d'affaires en ingénierie électrique

- 1 Domaine : **SCIENCES, TECHNOLOGIES, SANTÉ**
- 2 Diplôme : **Licence Professionnelle**
- 3 Dénomination nationale : **Electricité et électronique**
- 4 Spécialité : **Chargé d'affaires en ingénierie électrique**

## :: Présentation :

- Nature de formation : Diplôme national
- Formation initiale
- Formation continue
- Durée de la formation : 2 semestres
- Niveau de recrutement : BAC+2
- Niveau de sortie : BAC+3
- Site web: <http://licenceproEE.univ-lyon1.fr>

## Responsable :

Edmond GHRENASSIA [edmond.ghrenassia@iutb.univ-lyon1.fr](mailto:edmond.ghrenassia@iutb.univ-lyon1.fr)

## Contact scolarité :

Edmond GHRENASSIA [edmond.ghrenassia@iutb.univ-lyon1.fr](mailto:edmond.ghrenassia@iutb.univ-lyon1.fr)

## :: Description de la formation

La licence professionnelle Electricité Et Electronique option "Chargé d'Affaires en Ingénierie Electrique" permet en une année de formation en alternance de former de futurs chargés d'affaires ou chargés d'études dans le domaine de l'énergie ou des installations électriques.

## :: Résumé de la formation

La formation comporte un volet technique qui approfondit les connaissances acquises précédemment en électricité, électrotechnique, régulation et automatismes; et un second volet de formation à la communication, le droit, la gestion de projet et d'affaires.

## :: Public concerné et pré-requis

Le recrutement est ouvert aux titulaires d'un diplôme technologique BAC +2 possédant des bases solides dans les domaines de l'électricité et des automatismes. Typiquement des DUT GEii, DUT GIM, BTS Electrotechnique, BTS MAI, BTS domotique, ou des L2 ayant suivi des modules de génie électrique

## :: Débouchés

Cette licence professionnelle débouche, à un horizon de 4 ou 5 ans, sur des postes de chargés d'affaires dans le domaine des installations électriques. On peut aussi envisager de travailler en tant que chargé d'études, de responsable de service maintenance- travaux neufs ou de technico-commercial. Cette formation n'a pas pour vocation de permettre des poursuites d'études

## :: Spécificités et conditions d'accès

Formation d'un an en alternance en contrat de professionnalisation. Ce contrat est ouvert aux étudiants de nationalité française de moins de 26 ans. Pour les étudiants étrangers, il faut être résident sur le territoire français depuis plus de 10 ans et ne pas avoir bénéficié d'une carte de séjour temporaire portant la mention étudiant. Possibilité d'inscription pour les salariés en formation professionnelle.

## :: Modalités d'inscription

La sélection se fait sur dossier. La demande de dossier se fait sur le site internet: <http://iut-b.univ-lyon1.fr/Index.html>

## :: Modalités d'évaluation

Contrôle continu



## :: Effectifs années antérieures

| Année     | Nbre étudiants |
|-----------|----------------|
| 2006/2007 | 22             |
| 2007/2008 | 44             |
| 2008/2009 | 44             |

## :: Taux de réussite années antérieures

| Année     | taux de réussite |
|-----------|------------------|
| 2006/2007 | 100%             |
| 2007/2008 | 96%              |
| 2008/2009 | 100%             |

## :: Assésiment

» The methods of evaluation are determined each year by the board of studies.

Document généré le mercredi 5 mai 2010 à partir de l'url [http://offre-de-formations.univ-lyon1.fr/affichage\\_parcours.asp?PARCOURS\\_ID=337](http://offre-de-formations.univ-lyon1.fr/affichage_parcours.asp?PARCOURS_ID=337)

Pour en savoir plus sur les Licences Professionnelles de Lyon 1, consultez les sites internet suivants :

• **LP Electricité électronique Chargé d'affaires en ingénierie électrique**

[http://offre-de-formations.univ-lyon1.fr/affichage\\_parcours.asp?PARCOURS\\_ID=337](http://offre-de-formations.univ-lyon1.fr/affichage_parcours.asp?PARCOURS_ID=337)

• **LP Electricité électronique Chargé d'Etudes dans les Transports Terrestres**

[http://offre-de-formations.univ-lyon1.fr/affichage\\_parcours.asp?PARCOURS\\_ID=835](http://offre-de-formations.univ-lyon1.fr/affichage_parcours.asp?PARCOURS_ID=835)

• **LP Electricité électronique Technologies des Equipements Médicaux**

[http://offre-de-formations.univ-lyon1.fr/affichage\\_parcours.asp?PARCOURS\\_ID=872](http://offre-de-formations.univ-lyon1.fr/affichage_parcours.asp?PARCOURS_ID=872)

• **LP réseaux et Télécommunications Réseaux industriels et informatiques**

[http://offre-de-formations.univ-lyon1.fr/affichage\\_parcours.asp?PARCOURS\\_ID=197](http://offre-de-formations.univ-lyon1.fr/affichage_parcours.asp?PARCOURS_ID=197)

• **LP transformations Industrielles Chargé d'Optimisation de Procédés Industriels**

[http://offre-de-formations.univ-lyon1.fr/affichage\\_parcours.asp?PARCOURS\\_ID=833](http://offre-de-formations.univ-lyon1.fr/affichage_parcours.asp?PARCOURS_ID=833)

## Licence Automatismes et Informatique Industrielle ( option SARI)



**Objectif de la formation :** former des automaticiens possédant de solides compétences en informatique embarquée.

**Formation ouverte en contrat de professionnalisation**

### ↳ PROGRAMME ET SPECIFICITES

Le métier d'automaticien a fortement évolué depuis quelques années avec l'arrivée des nouvelles IHM (Interfaces Homme Machine), de nouveaux réseaux de communications (TCP/IP, CANOpen, Profinet,...), et de nouveaux outils de télégestion et de supervision. L'automaticien est devenu intégrateur de solutions. Les nouvelles technologies grand public (PDA, Tablet PC), les réseaux de communications sans fils et de localisation associés aux outils de programmation pour l'embarqué ouvrent de nouvelles perspectives pour des techniciens de niveau bac+3 motivés par l'informatique industrielle.

### ↳ CONTENU DE LA FORMATION

#### UE1- Harmonisation

M1-1 : Electrotechnique 1 (lecture de schéma électrique, formation habilitation B1V),  
M1-5 : Programmation C ( Visual Studio C++),  
M1-6 : Automatique et régulation.

#### UE2- Formation scientifique

M2-1 : Réseaux industriels (TCP/IP, CAN, Modbus),  
M2-2 : Electrotechnique 2 (analyse de schémas électriques industriels, création de schéma électrique XRelais et ElecWorks, formation habilitation BC, B2V),  
M2-3 : Programmation Web (html, css, php + mysql)  
M2-4 : Automatismes : (connaissance des langages de programmation IEC1131, programmation d'automates Siemens et Schneider, réponse à un cahier des charges simple), IHM (WinCC).  
M2-6 : Microcontrôleurs et capteurs intelligents.

#### UE3- Formation professionnelle

M3-9 : WinCE et programmation c# sur cible x86, Programmation de PDA.  
M3-10 : Linux embarqué.  
M3-11 : Programmation Labview (régulation, mesures et IHM).  
M3-12 : Programmation site web ASP.net

#### UE4- Disciplines transversales

M4-1 : Conduite de projets,  
M4-2 : droit du travail,  
M4-3 : Communication,  
M4-4 : Anglais.

#### UE5 et UE6- Projets tuteurés et stage

Projets tuteurés (programmation C, création site web et projet industriel).  
Stage en entreprise (12 semaines) ou contrat de professionnalisation (33 semaines)

#### *Lieux de formation :*

IUT de Nice  
Lycée du bâtiment à Nice  
Lycée « les Eucas »

#### *Date début :*

07/09/2009

#### *Date fin :*

10/09/2010

*Nombre de semaines de formation : 20*

*Nombre de semaines en entreprise : 32*

**Institut Universitaire de Technologie**  
41 boulevard Napoléon III  
06041 NICE

#### *Responsable de formation*

Jean-Louis Salvat  
Tél. +33 4 97 25 82 98  
[salvat@unice.fr](mailto:salvat@unice.fr)

#### *Secrétariat :*

Begonia Bonnard  
Tél. +33 4 97 25 82 97  
[Begonia.BONNARD@unice.fr](mailto:Begonia.BONNARD@unice.fr)

## Licence EE option Electrotechnique et Energies Renouvelables



**Objectif de la formation :** fournir aux entreprises des spécialistes en électrotechnique, automatismes et énergies renouvelables dans des tâches de développement, d'intégration, d'installation et d'exploitation.

**Formation ouverte en contrat de professionnalisation**

### PROGRAMME ET SPECIFICITES

Cette licence permet de préparer l'insertion de l'étudiant dans les secteurs des automatismes (schémas électriques, automatismes, supervision et réseaux industriels). Elle permettra également aux PME spécialistes dans les énergies renouvelables (bureaux d'études et installateurs) de recruter des techniciens spécialistes du domaine électrique et avec de solides connaissances en thermique. Cette formation est basée sur de nombreux TP en électrotechnique, automatismes, réseaux, CEM et énergies renouvelables permettant une insertion rapide dans l'entreprise.

### CONTENU DE LA FORMATION

#### UE1- Harmonisation

M1-1 : Electrotechnique 1 (lecture de schéma électrique, formation habilitation B1V),  
M1-5 : Programmation C ( Visual Studio C++),  
M1-6 : Automatique et régulation.  
Mise à niveau Sketchup et Visio.

#### UE2- Formation scientifique

M2-1 : Réseaux industriels (TCP/IP, CAN, Modbus),  
M2-2 : Electrotechnique 2 (analyse de schémas électriques industriels, création de schéma électrique XRelais et ElecWorks, formation habilitation BC, B2V),  
M2-3 : Programmation Web (html, css, php + mysql)  
M2-4 : Automatisation : (connaissance des langages de programmation IEC1131, programmation d'automates Siemens et Schneider, réponse à un cahier des charges simple), IHM (WinCC).  
M2-5 : Electrotechnique niveau 3 (electrotechnique et énergies renouvelables).

#### UE3- Formation professionnelle

M3-1 : Formation Thermique et Préparation à QUALISOL  
M3-2 : Formation AUTOCAD 2D.  
M3-3 : Formation sur le photovoltaïque (étude et dimensionnement) et Préparation à Quali-pv bat et elec.  
M3-4 : Energies renouvelables et optimisation énergétique

#### UE4- Disciplines transversales

M4-1 : Conduite de projets,  
M4-2 : droit du travail,  
M4-3 : Communication,  
M4-4 : Anglais.

#### UE5 et UE6- Projets tuteurés et stage

Projets tuteurés (programmation C, création site web et projet industriel).  
Stage en entreprise (12 semaines) ou contrat de professionnalisation (33 semaines)

*Lieux de formation :*  
IUT de Nice  
Lycée du bâtiment à Nice  
Lycée « les Eucas »

*Date début :*  
07/09/2009  
*Date fin :*  
10/09/2010

*Nombre de semaines de formation : 20*

*Nombre de semaines en entreprise : 32*

**Institut Universitaire de Technologie**  
41 boulevard Napoléon III  
06041 NICE

*Responsable de formation*  
Jean-Louis Salvat  
Tél. +33 4 97 25 82 98  
[salvat@unice.fr](mailto:salvat@unice.fr)

*Secrétariat :*  
Begonia Bonnard  
Tél. +33 4 97 25 82 27  
[Begonia.BONNARD@unice.fr](mailto:Begonia.BONNARD@unice.fr)

Comité de pilotage 6 Juin 2008

## UNIVERSITE DE VALENCIENNES ET DU HAINAUT CAMBRESIS



### PROJET DE LICENCE PROFESSIONNELLE

#### Automatique et Informatique Industrielle



Spécialité **ASTRÉ** : Automatismes, Supervision, Traçabilité et Réseaux

### FICHE RESUME

#### ➤ OBJECTIFS

La licence professionnelle Automatique et Informatique industrielle spécialité Automatismes, Supervision, Traçabilité et Réseaux (ASTRÉ) doit permettre aux futurs diplômés de piloter des systèmes industriels, et plus spécifiquement de :

- \* concevoir, élaborer et mettre à l'essai des systèmes automatisés y compris les réseaux informatiques, réseaux d'automates et réseaux industriels

- \* concevoir, élaborer et maintenir les flux de données

- \* d'acquérir les connaissances, les compétences scientifiques et techniques dans les domaines de la supervision et de la traçabilité,

- \* de planifier et de suivre le projet d'implantation.

#### ➤ DEBOUCHES

Les métiers actuels et futurs visés sont multiples en raison de l'important développement des systèmes automatisés dans bon nombre d'activités.

Codes des fiches ROME les plus proches : 32341, 52311, 52312, 53111, 53122, 53211

- *Coordinateur de projet informatique industrielle*
- *Technicien pluri-compétences*
- *Cadre technique d'étude de réalisation et de maintenance*
- *Responsable d'études et essais ; Responsable essais et mise au point (études)*
- *Cadre technique de la production ; Responsable de fabrication ; Responsable de production ou de fabrication*
- *Gestionnaire de projet*
- *Chef de projet en informatique industrielle*
- *Responsable du groupe technique de maintenance*

#### ➤ PUBLIC

En formation initiale :

- DUT GEII, GIM, CRC, GTR, INFO, BTS  
Electrotechnique, CIRA, IRIS, MAI
- DEUG, L2
- Niveau équivalent

#### En formation continue :

Adulte en reprise d'études, diplômé comme énoncé ci avant ou ayant un niveau équivalent reconnu par la commission de validation des acquis professionnels de l'UVHC.

Le jury VAE<sup>1</sup> peut aussi valider tout ou partie du diplôme pour le candidat s'inscrivant dans cette démarche.

#### En alternance

Par apprentissage ou contrat de professionnalisation

#### ➤ DELIVRANCE DU DIPLOME

L'évaluation est faite sur la base d'un contrôle continu des connaissances.

La Licence Professionnelle est décernée aux étudiants qui ont obtenu à la fois une moyenne générale égale ou supérieure à 10/20 à l'ensemble des unités d'enseignement, y compris le projet tuteuré et le stage, et une moyenne égale ou supérieure à 10/20 à l'ensemble constitué du projet tuteuré et du stage.

Les unités d'enseignement dans lesquelles la moyenne de 10/20 a été obtenue sont capitalisables.

Le jury constitué en vue de la délivrance du diplôme est désigné par le Président de l'Université. Il est composé d'enseignants chercheurs, d'enseignants, de chargés d'enseignement et de personnalités extérieures exerçant des fonctions en relation étroite avec la spécialité pour au moins le quart et au plus la moitié des membres.

#### ➤ DUREE

- 450 heures académiques
- 120 heures de projet tuteuré
- 12 semaines de stage minimum.

Réparties sur deux semestres pour 60 ECTS.

#### ➤ CONTACT

**Dominique RENAUX**  
**INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE**  
**LE MONT HOUY**  
**59313 VALENCIENNES CEDEX 9**  
**TEL : 03 27 51 12 61**  
**Fax : 03 27 51 12 78**

<sup>1</sup> V.A.E.: Validation des acquis de l'expérience

## VIE DES DÉPARTEMENTS - TOUR D'HORIZON DES LP (II)

Comité de pilotage 6 Juin 2008

## ORGANISATION DES ETUDES

| <b>UE 1 : Connaissance de l'entreprise, management, et langue étrangère (90h, 9 ECTS)</b> |   |  |              |
|---|---|--|--------------|
|   | M1-1  | Gestion et pilotage de projets, Communication  | 30 h.        |
|   | M1-2  | Droit du travail, Organisation des entreprises   | 30 h.        |
|   | M1-3  | English Corporate  | 30 h.        |
| <b>UE 2 : Automatismes et Réseaux (210h, 21 ECTS)</b>                                     |   |  |              |
|   | M2-1  | <b>Systèmes automatisés</b><br>- Conception, mise en œuvre et pilotage d'un système automatisé (ex: ligne de production)<br>- Langages de programmation d'instruments de mesure<br>- Outils d'analyse et de simulation de systèmes industriels<br>- Architecture des automates programmables industriels (automates en réseaux, capteurs, actionneurs)   | 70 h.        |
|   | M2-2  | <b>Réseaux de communication industrielle</b><br>- Protocoles de communication<br>- Mise en œuvre d'un réseau industriel<br>- Etudes des réseaux industriels (robustesse, la qualité de service, optimisation...)<br>- Ethernet industriel<br>- Réseaux VDI (sensibilisation aux réseaux sans fils)   | 70 h.        |
|   | M2-3  | <b>Informatique et Base de données</b><br>- Programmation SGBD<br>- Conception et mise en œuvre d'un système de gestion de base de données (SGBD)<br>- Intégration et exploitation d'un SGBD dans une application d'automatisation<br>- Systèmes de gestion de base de données<br>- Echange de données informatisées   | 70 h.        |
| <b>UE 3 : Supervision et Traçabilité (150h, 15 ECTS)</b>                                  |   |  |              |
|   | M3-1  | <b>Supervision</b><br>- Analyse des données acquises lors de la supervision (simulation de flux, modélisation, historisation)<br>- Conception et réalisation d'application de supervision (Architecture IHM, ergonomie, évaluation)<br>- Architectures matérielles et logicielles des systèmes automatisés<br>- M.E.S. (Manufacturing Execution System)<br>- Systèmes d'information de la production | 50 h.        |
|   | M3-2  | <b>Traçabilité, Qualité</b><br>- Systèmes de traçabilité (normes, réglementation, surveillance, diagnostic)<br>- Techniques d'identification (étiquettes, RFID, code à barres, marquage)<br>- Suivi des flux de produits et d'informations, géo localisation   | 50 h.        |
|   | M3-3  | <b>Gestion de production et Sécurité industrielle</b><br>- Comprendre les systèmes de gestions<br>- Mesure et amélioration des indicateurs de performances des systèmes automatisés de production<br>- Gestion de production : méthodes et outils<br>- Présentation générique des ERP (Entreprise Ressource Planning)<br>- Sécurité informatique industrielle  | 50 h.        |
| <b>UE 4 :</b>   | <b>Etude de cas (5 ECTS)</b>                | <b>Projets tuteurés</b>  | 120 h.       |
| <b>UE 5 :</b>   | <b>Applications industrielles (10 ECTS)</b> | <b>Parcours en entreprise</b>  | 12 sem. mini |

# IUT MONTLUÇON

## Licence Professionnelle Responsable de Projets : Intégration des Systèmes Automatisés et Conversion de Puissance.

En début d'année, remise à niveau en informatique industrielle, électronique, électrotechnique, automatique (70 heures).

### UE 1: Communication (80 heures)

#### UE11

- Communication et projet professionnel

#### UE12

- Anglais

### UE 2: Electrotechnique (20h cours, 30h TD, 20h TP)

#### EC21

- Bases de la discipline
- Distribution et réglementation dans le domaine électrique
  - structure des réseaux électriques
  - calcul des protections d'une installation électrique
  - prévention des risques électriques
  - formation à l'habilitation électrique niveau B2V-BR-BC

#### EC22

- Machines électriques continues et alternatives :
  - conception, fonctionnement, évolution
- Conversion de puissance – Variation de vitesse:
  - principes et technologie utilisés
- Associations "Convertisseurs-Moteurs" :
  - structures utilisées (choix et dimensionnement)

### UE 3: Capteurs, métrologie, traitement du signal (20h cours, 30h TD, 20h TP)

#### EC31

- Capteurs : principes physiques, critères de choix
- Vision : utilisation des procédés industriels de vision
- Compatibilité Electro-Magnétique : études des phénomènes physiques, des sources de perturbations, amélioration des systèmes

#### EC32

- Traitement analogique et numérique du signal appliqué à l'électronique et l'automatique
  - transformation de Fourier, densité spectrale ...
- Fonctions corrélation :
  - application : détection d'un signal noyé dans le bruit
  - identification des processus pour l'application à l'automatique

### UE 4: Automatismes (20h cours, 30h TD, 20h TP)

#### EC41

- Commande par Automate Programmable Industriel
- Optimisation des automatismes industriels
- Utilisation des Réseaux Locaux Industriels

## VIE DES DÉPARTEMENTS - TOUR D'HORIZON DES LP (II)

### EC42

- Initiation à la création d'un site web
- Réseaux Locaux d'Entreprise : topologie, éléments constitutifs, interconnexion
- Réseaux Locaux d'Entreprise : administration
- Informatique industrielle - Temps réel :
  - mise en œuvre d'applications
  - rôle et fonctionnement de l'ordonnanceur au sein d'un exécutif temps réel
  - gestion à l'accès à des ressources partagées et / ou des messages
  - application au modèle producteur-consommateur

### UE5: Projet tuteuré (40h)

- Intégrer dans un projet réel les acquis des autres unités

### UE 6: Organisation et stratégie (20h cours, 30h TD, 20h TP)

#### EC61

- Qualité

#### EC62

- Gestion de projet, informatique (base de données)

### UE 7: Stage en entreprise de 16 semaines de janvier à mai

### UE 8: Droit/Économie/Gestion (30h cours, 40h TD)

#### EC81

- Économie – Gestion comptable

#### EC82

- Droit et activité économique - Négociation

### UE 9: Vie professionnelle (10h cours, 20h TD, 10h TP)

#### EC91

- Création d'entreprise

#### EC92

- Animation d'équipe – Conduite de réunion

## ARIVE Licence professionnelle : Automatismes, Réseaux Industriels, Vision et Ergonomie

Cette licence professionnelle est destinée à des étudiants souhaitant intégrer le milieu industriel avec un diplôme de technicien de niveau II en disposant d'une spécialisation dans les domaines :

- Des automatismes et réseaux industriels intégrant des technologies novatrices dont l'ergonomie;
- De la programmation des automates supportant les technologies « Objet » ;
- Du contrôle de la qualité des produits par vision industrielle en continu sur la ligne de fabrication, sur les produits finis, leur emballage ou leur stockage.

Cette formation s'adresse également à des collaborateurs assurant des fonctions d'encadrement au sein de telles entreprises et qui souhaitent acquérir une expertise dans ces domaines par le biais des contrats de professionnalisation.

**IUT Ville d'Avray**  
**Licence Professionnelle**  
**Mesures Hyperfréquences et Radiocommunication**

**1) L'enseignement des hyperfréquences à Ville d'Avray : Une longue histoire.**

Depuis sa création en 1967 et de par la nature de son bassin d'emploi, le Département GEII de l'IUT de Ville d'Avray a choisi de développer l'enseignement des hyperfréquences dans le cadre des 20% d'adaptation par rapport au programme national. Il a très tôt offert aux techniciens en électronique une formation spécialisée à Bac +3, prenant diverses formes pour aboutir en 1991 à un diplôme d'Université : le DUST option hyperfréquences et télécommunications, homologué au niveau 2 et pouvant être obtenu par la voie de l'apprentissage.

Cette formation a été remplacée en 2004 par la Licence Professionnelle MHR, « Mesures Hyperfréquences et Radiocommunication ».

Actuellement l'offre de formation, dans ce domaine, sur le site de Ville d'Avray s'étend du Bac +2 (DUT GEII avec modules complémentaires hyperfréquences), Bac +3 (Licence Pro MHR) au Bac +4 et Bac +5 (Master 1 et un Master 2 professionnels, Mention : Sciences Pour l'Ingénieur ; Spécialité : Electronique embarquée et Système de communication).

**2) Un choix d'investissement.**

Le département GEII a toujours fait le choix d'investir dans un équipement spécifique aux hyperfréquences, ce qui permet actuellement de bénéficier d'une plate - forme technologique conséquente et en continuelle évolution. Cet équipement varié nous a donc permis de créer cette formation dédiée à la mesure et de rester en adéquation avec le besoin industriel.

De fait, un volume très important des enseignements de la LP MHR est consacré à des activités de laboratoire. Six binômes peuvent travailler en parallèle sur le même thème et peuvent mettre en œuvre des mesures sur du matériel de constructeurs différents. Par ailleurs, l'existence d'un laboratoire de gravure donne la possibilité de mener, sur le site, la chaîne complète conception/ réalisation/mesure lors de TP ou de projets.

**3) Recrutement et Statuts variés.**

La formation a été conçue pour pouvoir intégrer des étudiants n'ayant pas de connaissances hyperfréquences préalable. Ce qui permet une diversification du recrutement : accueil d'étudiants DUT GEII, GTR ou Mesures Physique, BTS Electronique, L1 ou étudiants issus de L3 générales souhaitant s'insérer rapidement dans la vie professionnelle.

La Licence Professionnelle peut être obtenue :

- Par la voie de la formation initiale sous statut étudiant ou sous statut apprenti
- Par la voie de la formation continue (contrat Fongecif, contrat Pro)
- par la voie de la VAE permettant de diplômer des techniciens expérimentés dans le domaine.

La recherche des entreprises pour l'apprentissage et pour les stages demande un investissement en temps et en énergie. Aussi, un enseignant de la formation travaille en collaboration avec le service Relation Entreprise de l'IUT qui gère également les contrats de formation continue et les VAE, ainsi que les relations avec par le CFA Union.



**PLANNING DU COLLOQUE DE RENNES 9 - 11 JUIN**

**Mercredi 9 juin 2010**

|       |   |
|-------|---|
| 12H00 | <b>ACCUEIL PARTICIPANTS</b><br><b>DIAPASON - Campus de Beaulieu - Rennes</b><br><br><b>Buffet (à partir de 12:30, pour les inscrits au déjeuner)</b><br><br><b>Café d'accueil</b> |
| 12H30 |   |
| 13H00 |   |
| 13H30 |   |
| 14H00 | <b>Séance Plénière d'Introduction (Auditorium Diapason)</b><br><b>Discours inauguraux</b>   |
| 14H30 | <b>Session invitée 1</b><br><b>(Auditorium Diapason)</b>  |
| 15H00 |   |
| 15H30 | <b>Pause et</b><br><b>Rafraîchissements</b>   |
| 16H00 | <b>Session invitée 2</b><br><b>(Auditorium Diapason)</b>  |
| 16H30 |   |
| 17H00 | <b>Présentation des Commissions Pédagogiques</b><br><b>Mot du Président de l'ACD (Alain Berthon)</b>  |
| 17H30 | <b>Informations - Point concernant l'organisation (France Le Bihan - Gilles Le Ray)</b>   |
| 18H00 |   |
| 18H30 | <b>Réception à l'Hôtel de Ville de Rennes</b>   |

V6-provisoire



**PLANNING DU COLLOQUE DE RENNES 9 - 11 JUIN**
**Jeudi 10 juin 2010**

(sur le site de l'IUT : 3, Rue du Clos Courtel)

|               | Café / Exposition                       | Café / Exposition  | Café / Exposition  | Café / Exposition  | Café / Exposition |
|---------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| 08H30         | Com. 1                                  | session exposants  | Com. 3             | session exposants  | Com. 5            |
| 09H00         |   | Com. 2             |                    | Com. 4             |                   |
| 09H30         |   |                    |                    |                    |                   |
| 10H00         | Pause / Exposition                      | Pause / Exposition | Pause / Exposition |                    |                   |
| 10H30         | Com. 1                                  | Pause / Exposition | Com. 3             | Pause / Exposition | Com. 5            |
| 11H00         |   | Com. 2             |                    | Com. 4             |                   |
| 11H30         |   |                    |                    |                    |                   |
| 12H00         | Repas / Exposition                      | Repas / Exposition | Repas / Exposition | Repas / Exposition |                   |
| 12H30         |   |                    |                    |                    |                   |
| 13H00         |   |                    |                    |                    |                   |
| 13H30         | session exposants                       | session exposants  | session exposants  |                    |                   |
| 14H00         | Com. 1                                  | Com. 2             | Com. 3             | Com. 4             | Com. 5            |
| 14H30         |   |                    |                    |                    |                   |
| 15H00         |   | Pause / Exposition |                    |                    |                   |
| 15H30         | Pause / Exposition                      | Pause / Exposition | Pause / Exposition |                    |                   |
| 16H00         | Com. 1                                  | Com. 2             | Com. 3             | Com. 4             | Com. 5            |
| 16H30         |   |                    |                    |                    |                   |
| 17H00         |   |                    |                    |                    |                   |
| 17H30         | Départ BUS dernier délai 17H15          |                    |                    |                    |                   |
| 18H00         | Transfert vers la "surprise rennaise" ! |                    |                    |                    |                   |
| 18H30         | Temps libre                             |                    |                    |                    |                   |
| 19H00         | Repas de Gala                           |                    |                    |                    |                   |
| 19H30         | Repas de Gala                           |                    |                    |                    |                   |
| 00H30         | Départ BUS : Retour vers Rennes         |                    |                    |                    |                   |
| V6-provisoire | Bonne Nuit !                            |                    |                    |                    |                   |

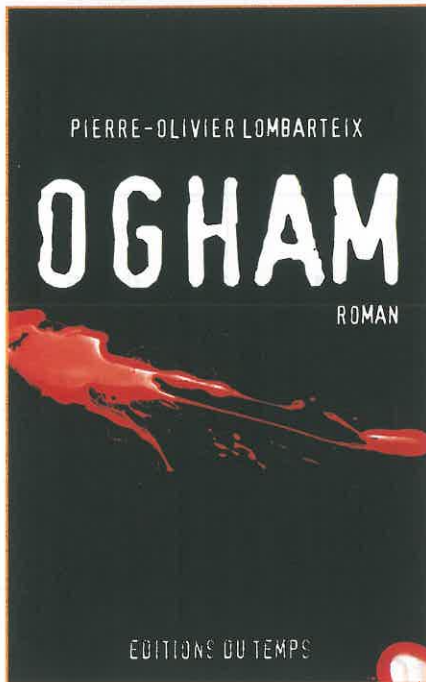
Réunion ACD

**PLANNING DU COLLOQUE DE RENNES 9 - 11 JUIN**
**Vendredi 11 juin 2010**

(sur le site de l'IUT : 3, Rue du Clos Courtel)

|       |   |                    |                    |                    |                    |
|-------|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 08H30 | Café / Exposition                                 | Café / Exposition  | Café / Exposition  | Café / Exposition  | Café / Exposition  |
| 09H00 | Com. 1  | Com. 2             | Com.3              | Com. 4             | Com. 5             |
| 09H30 |   |                    |                    |                    |                    |
| 10H00 | Pause / Exposition                                |                    | Pause / Exposition |                    |                    |
| 10H30 | Com. 1  | Pause / Exposition | Com. 3             | Pause / Exposition | Pause / Exposition |
| 11H00 |   | Com. 2             |                    | Com. 4             | Com. 5             |
| 11H30 |   |                    |                    |                    |                    |
|       | synthèse Com. 1                                   |                    | synthèse Com. 3    |                    | synthèse Com. 5    |
| 12H00 | Repas / Exposition                                | synthèse Com. 2    | Repas / Exposition | synthèse Com. 4    | Repas / Exposition |
| 12H30 |   | Repas / Exposition |                    | Repas / Exposition |                    |
| 13H00 |   |                    |                    |                    |                    |
|       | synthèse Com. 1                                   |                    | synthèse Com. 3    |                    | synthèse Com. 5    |
| 13H30 | Séance Plénière de Synthèse<br>(Amphithéâtre IUT) |                    |                    |                    |                    |
| 14H00 |   |                    |                    |                    |                    |
| 14H30 |   |                    |                    |                    |                    |
| 15H00 | Au Revoir !                                       |                    |                    |                    |                    |
| 15H30 |   |                    |                    |                    |                    |
| 16H00 |   |                    |                    |                    |                    |

V6-provisoire



**Pierre-Olivier LOMBARTEIX**  
**OGHAM**

Mais que se passe-t-il sur la riviéra irlandaise ?

Un tueur fou sème la terreur le long des côtes du Kerry. Froidement et méthodiquement, il assassine des victimes innocentes choisies au hasard selon ce qui semble être un rite très ancien. Derrière lui il laisse inlassablement le même indice, des petites tablettes de bois sur lesquelles sont gravées des inscriptions énigmatiques.

La police du comté, avec à sa tête l'imposant commissaire Sean McKenna, ne parvient à percer le mystérieux code utilisé par l'assassin. Lorsque Deirdre McNeill, une jeune et brillante universitaire de Dublin, est contactée pour aider la police dans son enquête, elle ne se doute pas un seul instant qu'elle va être plongée, malgré elle, au cœur d'une enquête incroyable et haletante qui la conduira à travers l'Irlande sur les traces des druides et des Celtes de l'Irlande gaélique.

L'article de Serge Potteck, *Conception des systèmes et management de projet : la pédagogie par projets*, (p. 26) est proposé à titre personnel, au titre d'une activité de professeur en écoles d'ingénieurs.

Il est par ailleurs responsable d'avant-projet au CNES (le Centre National d'Etudes Spatiales, [www.cnes.fr](http://www.cnes.fr)), et auteur de deux livres pour supporter la pédagogie par projets (aux Éditions du Schémectif, [www.schemectif.net](http://www.schemectif.net)) :



**Concevoir un système – Que ce projet soit un succès !**

Ce guide met l'accent sur le formalisme systémique qui supporte la démarche de conception de tout système. Le livre est de nature à alimenter la construction de formules pédagogiques, et pourra rendre autonomes des groupes d'élèves.



**Élans de conception.**

En décrivant l'activité d'un projet sous l'angle de la sociologie et des sciences cognitives, ce livre offre en toile de fond une grille pour comprendre les difficultés que traversent les projets étudiants et pour les orienter en conséquence.

