

Revue des départements de Génie Électrique & Informatique Industrielle

# CESI

Revue des départements de Génie Électrique & Informatique Industrielle - IUT

N° 71

Juin 08

28<sup>ème</sup> ANNÉE



Actes du colloque de Lille  
Juin 2008

# EDITO

Salut tertous !

Lille... Capitale de la France du Nord. Ses murs de briques, ses beffrois et carillons, ses kermesses, ducasses, braderies, carnivals... La ville du « P'tit Quinquin » a son visage, son accent. C'est une Terre accueillante et chaleureuse...

Mais aussi, Lille... ville moderne, dynamique, résolument tournée vers l'avenir.

Notre IUT (tout neuf !) se situe sur le campus universitaire de Villeneuve d'Ascq.

Une particularité de ce colloque GEII est d'être le premier colloque « compensé carbone ».

Parce que la préservation de notre environnement planétaire est de la responsabilité de chacun, nous nous attacherons à réduire les émissions de CO<sub>2</sub> induites par la tenue du colloque. Ce critère sera pris en compte dans le choix des biens et services liés à la tenue de ce colloque : transports, alimentation, supports de communication... Ce sont les petits ruisseaux qui font les grandes rivières...

Le colloque sera ponctué d'une soirée de Gala. Nous avons bien pensé vous emmener en croisière... sur la Deûle... et puis nos amis marseillais nous ont devancés (et de quelle manière !). Nous nous « contenterons » donc d'un bâtiment du XIV<sup>e</sup> siècle classé monument historique (mais « chut »... le secret se garde).

Et parce qu'il faut bien travailler... un peu... nous espérons que les commissions organisées lors de ce 35<sup>e</sup> colloque pédagogique national trouveront écoute, questionnement et avancée.

Bienvenue à tous !

<http://colloquegeii.univ-lille1.fr/>

4, 5 et 6 juin 2008

Lille



Denis Pomorski  
Chef du département  
GEII de Lille

Vincent Cocquempot  
Responsable  
de l'organisation locale

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 :  
X. Bulle

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@u-bordeaux1.fr

Imprimerie : Laplante  
3, impasse Jules Hetzel  
33700 Mérignac  
Téléphone : 05 56 97 15 05  
Télécopie : 05 56 12 49 00  
e-mail : pao@laplante.fr

Dépôt légal : juin 2008  
ISSN : 1156-0681

Crédit photos :  
Imprimerie Laplante - Fotolia

S

O

M

M

A

I

R

E

**AUTOUR DU COLLOQUE DE LILLE**

- Commission 2 : GEII et environnement  
par Bernard Aimé Chef du département - Grenoble 1 .....4

**ECHOS DU COLLOQUE DE MARSEILLE**

- Commission Electronique et Energies : une réalité incontournable,  
par Alain Berthon Chef du département GEII Belfort .....6
- Commission Mathématiques : Apprendre autrement,  
par Nadia Teillac - Brive, Michel Cristofol - Marseille, Sylvie Vérhé - Cergy Pontoise . .12
- Apprendre autrement, Etude et Réalisation...” : études sur une lampe solaire  
par Franck Lorient, Département GEII IUT de Rennes .....16

**SCIENCES ET TECHNOLOGIES**

- Maquette hydroélectrique,  
par J. M. Roussel et P. Rebeix, IUT de l’Indre, Département GEII, Châteauroux . . . .21
- Identification et commande d’un groupe variateur de vitesse :  
une approche interdisciplinaire par Serge Bouter, Rachid Malti, Camille Armand . . .27
- Association microcontrôleur - logique programmable dans un même circuit.  
Une expérience pédagogique par Bernard Durand .....35

**AUTOUR D’INTERNET**

- Des TIC en GEII, ça gratte, c’est normal !  
par Laurent Morillon, Linda Terrier, Jean-Luc Bach .....39
- Web 2.0 : réalité ou illusion marketing par Valérie Massard .....42

**VIENT DE PARAÎTRE**

- Pierre-Olivier Lombarteix  
Pourquoi les Français n’aiment pas les Anglais? Éditions du Temps .....43
- Quatrième de couverture:  
Une annonce de la revue J3eA .....44



Lille

## COMMISSION 2

# GEII ET ENVIRONNEMENT

par Bernard Aimé Chef du département GEII - Grenoble 1

L'activité humaine modifie-t-elle le climat ? Cette question, très dans l'actualité, semble avoir une réponse évidente. Nous sommes tous concernés. Il n'est évidemment pas question de donner toutes les solutions à ce colloque, mais de voir comment le "Génie Electrique et Informatique Industrielle" est concerné. Suite à plusieurs contacts, il met possible aujourd'hui de proposer cinq items :

- **Éco-conception** : par Claude JOLLAIN (Schneider Electric Grenoble), Frédérique WURTZ et Edith CLAVEL (IUT1-GEii1 et G2ELAB Grenoble)
- **Énergies renouvelables** : Daniel ROYE (G2ELAB Grenoble)
- **Exposition humaine aux champs électromagnétiques** : Noël BURAI (Laboratoire AMPERE à Lyon), Olivier EICHWALD (Laboratoire LAPLACE à Toulouse).
- **Bâtiment et énergie** : Seddik BACHA (IUT1-GEii1 et G2ELAB Grenoble)
- **Enseignements sur l'énergie renouvelable** : Mounaïm TOUNZLI (IUT GEii Lille)

### *De l'éco-conception à la diminution effective des impacts des produits sur le marché*

C. Jollain - Schneider-Electric

L'éco conception est la diminution des impacts environnementaux d'un produit en tenant compte des aspects environnements dans la conception des produits au même titre que des autres aspects qualité, technique et économique du produit.

Sous ce concept simple, il y a en fait plusieurs tâches de natures et dimensions différentes à déployer pour savoir si il y a eu éco-conception et pour savoir, en final, si un produit a été éco-conçu. Ce sont ces exigences de méthodologie, de processus de conception, d'indentification d'axes d'amélioration produit et de communications d'information transparentes aux clients qu'il faut reconnaître et qui seront présentés lors de l'exposé.

Cette dernière exigence est importante car la diminution d'impact d'un produit suffit-elle pour diminuer effectivement les impacts environnementaux sur la planète ? A priori non. Il faut en plus que ce produit intéresse le marché de façon à remplacer progressivement les produits d'aujourd'hui par des produits moins impactant. Il s'agit donc de mettre le client dans la boucle d'amélioration en lui affichant les informations qui lui permettent de faire des choix pertinents lors de l'acte d'achat. Dans l'exposé nous montreront en quoi consiste ces informations et ce que sont les « déclarations environnementales de produit ».

### *Stratégies, méthodes et outils pour l'éco-conception utilisant l'optimisation*

F. Wurtz - G2ELAB

Face aux besoins grandissants de concevoir des systèmes électriques efficaces d'un point de vue énergétique, on montre ici comment utiliser, des méthodes et outils d'optimisation, qui permettent d'introduire ces préoccupations dès les phases de

choix de structure et de dimensionnement.

Les préoccupations énergétiques et écologiques doivent à présent être intégrées dès les phases de conception des systèmes électriques. Cela nécessite des méthodes et outils pour y parvenir.

Cet article montre comment des méthodes et outils d'optimisation, développés depuis un certain nombre d'années, peuvent être utilisés à bon escient dans cet objectif. On détaillera ainsi comment l'optimisation de base mono-objectif permet de réaliser des dimensionnements sous contraintes en optimisant des critères écologiques tels que les quantités de matières premières utilisées, le rendement... On montrera aussi comment le concept de courbe de Pareto, qui utilise des résultats d'un ensemble d'optimisation de base, permet d'obtenir des outils d'aide à la décision par rapport à des questions telles que : quels sont les compromis possibles entre éco-objectifs contradictoires, ou comment évaluer le potentiel d'amélioration d'une technologie pour des éco-objectifs, ou encore comment comparer des structures et des technologies par rapport à ces mêmes éco objectifs ?

### *Application et couplage d'outil logiciels pour la conception de jeux de barres Schneider*

E. Clavel - G2ELAB

La production annuelle de Schneider est d'environ 500 km de conducteurs, ce qui représente 10% du marché mondial des jeux de barres et canalisations préfabriquées. On conçoit donc aisément que vu le volume en jeu, développer une méthode de modélisation puis d'optimisation de ces structures est tout à fait justifié.

Ainsi au G2elab, et en collaboration avec Schneider et Cedrat, un outil de modélisation de la connectique en général a été développé (InCa3D).

Grâce à cet outil, reposant sur une méthode basée sur la recherche d'un schéma électrique équivalent à constantes localisées, il est alors possible d'évaluer le courant dans chaque conducteur, les pertes cuivre de ce conducteur ainsi que le champ magnétique rayonné par ce dernier. L'impact des effets de peau (fréquence) et de proximité sur la répartition du courant peut être quantifié et permet alors de conclure sur la meilleure topologie de la structure étudiée (nombre de conducteurs à associer en parallèle pour faire circuler le courant total par exemple).

Couplé à des algorithmes d'optimisation, il est alors possible d'envisager une amélioration de la structure et d'optimiser l'utilisation du cuivre mis en place.

Par ailleurs, cette conception peut aller un cran plus loin et un couplage avec le logiciel EIME permet d'envisager une analyse du cycle de vie (ACV) des produits pour aboutir à un processus d'éco-conception.

Des exemples sur des jeux de barres Schneider seront présentés lors de la commission.

## AUTOUR DU COLLOQUE DE LILLE

**Énergies renouvelables***Daniel Roye G2ELAB*

Les énergies renouvelables sont incontournables dans le futur mixte énergétique que cela soit pour répondre aux exigences politiques volontaristes d'une part (protocole de Kyoto, 3\*20%...) et d'autre part à une nécessité à moyen terme. Il n'en demeure pas moins que des freins perdurent, ils sont à la fois techniques et économiques. Economiquement, les énergies fossiles (à de rares exceptions près) sont bien plus rentables. Par ailleurs, l'intégration au réseau électrique reste un défi à surmonter pour une intégration massive de renouvelable (éolien et PV). La présentation commencera par un état des lieux ; les évolutions, les problèmes et enfin les solutions possibles.

**Exposition humaine aux champs électromagnétiques :****Contexte, Normalisation et Dosimétrie***Noël BURAI, Laboratoire AMPERE**Professeur à l'Université Claude Bernard Lyon 1*

L'être humain vit dans une « pollution » électromagnétique liée à l'utilisation toujours croissante de l'électricité et de l'électronique. Actuellement, les recherches ne permettent pas de conclure sur les effets à long terme (ou cancérogènes) des champs électromagnétiques. La médiatisation importante de ce sujet est révélatrice des interrogations de chacun.

Dans ce contexte, l'Europe a publié en 2004 la fameuse directive 2004/40/CE, et les états membres préparent ou ont déjà voté des lois (ou normes) visant à limiter l'exposition des personnes aux champs dans un 1er temps dans le domaine professionnel. Ces réglementations s'appuient sur les effets à court terme faisant l'objet d'un consensus scientifique : elles définissent des valeurs limites en fonction de la fréquence sur des grandeurs mesurables (champs magnétique et électrique) et non-mesurables (courants induits, Débit d'Absorption Spécifique).

Cet exposé se propose de faire un point technique sur le sujet, en abordant ces aspects normatifs, les moyens de dosimétrie numérique et expérimentale et leur démarche d'utilisation, ainsi que les conséquences possibles sur la conception et/ou l'utilisation des dispositifs électriques dans les années à venir en milieu professionnel puis domestique.

**Les plasmas de décharges électriques appliqués à l'environnement : Dépollution et Stérilisation***Olivier EICHWALD, Laboratoire LAPLACE**Professeur à l'Université Paul Sabatier Toulouse 3*

Les plasmas « froids » sont des gaz électriques qui existent naturellement sous la forme de flamme, d'aurores boréales où encore d'éclairs électriques au cours des orages. Dans les laboratoires, les plasmas peuvent être créés et contrôlés par l'application d'une tension élevée entre deux électrodes baignées dans un gaz porteur ; on parle alors de plasma de décharges électriques. Dans ce cas, la puissance électrique fournie par l'alimentation est convertie dans le plasma sous la forme de puissance lumineuse, chimique, thermique où hydrodynamique. Selon le type d'alimentation électrique (AC, DC, pulsée, µonde), la nature et la pression du gaz porteur, la nature et la géométrie des électrodes ou encore la puissance fournie, on peut favoriser une conversion d'énergie plutôt qu'une autre et ainsi optimiser des applications telles que les écrans à plasma, les lampes à plasma basse consommation, les techniques de découpe par torche à plasma, les traitements de surface, la production d'espèces chimiques spécifiques, le fonctionnement des lasers, etc.

Cet exposé introduit tout d'abord les plasmas de décharge électrique et les concepts essentiels qui les gouvernent. Il

présente ensuite deux exemples de leur utilisation potentielle dans le traitement des gaz d'échappement et la stérilisation d'outils chirurgicaux.

**Bâtiment et énergie***Seddik Bacha*

Devant les transports, en France, l'habitat représente 47% de la consommation d'énergie finale (et 62% de l'électricité produite). Il est responsable de 25% de l'effet de serre. L'avenir s'inscrit dans une démarche de réduction et de rationalisation de cette dépendance énergétique. Si à court terme l'enjeu principal est le génie civil avec l'isolation thermique associée, les enjeux à moyen et long terme sont d'aller vers un bâtiment « mécatronisé ». Celui-ci permettra d'avoir recours à des énergies propres (solaire, éolien,...) sous les différentes formes (électrique et thermique). Ceci sera possible grâce à des sources et des actionneurs électriques intelligents et communicants. La présentation a pour objectif d'éclairer sur les divers leviers pour une meilleure efficacité énergétique globale, une intégration du renouvelable à grande échelle et enfin une sécurité d'approvisionnement.

**Enseignements sur les énergies renouvelables***Noumain Tounzi : IUT Lille*

Dans le cadre de la réforme LMD, le département GEII a mis en place, à la rentrée 2006, un module d'enseignement MC-ET5 sur les énergies renouvelables. Ce module est destiné aux étudiants qui choisissent la filière 'Insertion Professionnelle'. Il est composé de 14h de cours, 8h de travaux dirigés et 6 heures de TP.

**Les cours portent sur les aspects suivants :**

- Génération de l'électricité et problèmes environnementaux
- Energie Photovoltaïque
- Energie éolienne
- Energie hydraulique
- Convertisseurs statiques et qualité de l'énergie
- Normes, législation et cahiers des charges d'installation à base d'énergies renouvelables.

**Les travaux dirigés portent sur :**

- Le fonctionnement générateur de machines synchrones et asynchrones
- Le dimensionnement d'une installation photovoltaïque domestique
- Le dimensionnement d'une installation éolienne domestique

Enfin, deux séances de travaux pratiques sont programmées. La première porte sur l'étude de génératrice à courant continu shunt et le fonctionnement générateur autonome, avec un banc de capacités, d'une machine asynchrone à cage. La seconde a pour thème l'étude de système photovoltaïque par simulation et comparaison avec des essais sur des panneaux installés à l'IUT. Outre des enseignants chercheurs, une personne extérieure, qui installe des centrales photovoltaïques et éoliennes domestiques, intervient dans le cours.

L'intervention que je compte effectuer portera sur la présentation des enseignements de ce module, leur articulation et les notions qu'on souhaite apporter aux étudiants.

**CONCLUSIONS**

*Ces différents exposés et discussions devraient nous sensibiliser sur l'état de la recherche et son implication industrielle et nous interroger sur l'évolution à donner à nos enseignements.*

*Soixante à soixante dix pour cent de nos étudiants poursuivent leurs études et pourraient être concernés par la conception.*

# COMMISSION ÉLECTRONIQUE ET ÉNERGIES : UNE RÉALITÉ INCONTOURNABLE

par Alain Berthon Chef du département GEII Belfort

*Ont participé à la préparation active des travaux de cette commission :*

Jean-Claude GUIGNARD ANGERS, Djemba DIALLO CACHAN, Jean-Yves LECHENADEC CACHAN, René MEYER CACHAN, Jean-Paul FERRIEUX GRENOBLE, Marc ODDON GRENOBLE, Jean-Robert DELAHAYE LE HAVRE, Michel PIGU NANTES, Christophe MILLET NANTES, Arnaud SIVERT SOISSONS, Thierry LEQUEU TOURS, Cyrille GAUTIER VILLE D'AVRAY

Avant d'accepter la responsabilité de la commission 1, mes chers collègues chefs de département avaient lancé l'idée d'une commission intitulée: « Comment enseigner l'électrotechnique au XXI<sup>e</sup> siècle ? » Bigre, quel sujet et surtout deux mots qui fâchent ou qui sont ambigus: électrotechnique (ça existe encore ?) et siècle qui fait souvent plus référence au passé qu'au futur dans le langage courant. L'association des deux mots électrotechnique et siècle me faisait plus penser au musée des arts et techniques qu'à un langage prospectif et futuriste. Comment parler aux jeunes qui ont tendance à tourner le dos à nos disciplines (encore un mot dangereux) avec un langage séculaire ?

Et pourtant, entre « spécialistes », qui pourrait contester l'apport de l'énergie électrique, de l'électrotechnique à notre civilisation industrielle ?

Sans le génie électrique au sens de l'électricité, tout s'arrête: trains, avions, véhicules, bateaux, production industrielle, agricole, activité économique, financière, la santé, bref les supports et aides à la vie quotidienne.

Nous sommes au cœur de la diffusion des grands projets de l'électronique de l'information qui transforme les agitations d'électrons en gigantesque organisation de « neurones » artificiels constitutifs de nos « intelligents » PC, MP3, GPS, contrôleurs en tout genre.

L'énergie électrique n'est pas une énergie primaire. Elle résulte de la transformation de différentes formes d'énergies en électricité qu'il faut alors traiter, transformer, adapter pour la rendre disponible et de plus en plus mobile quelles que soient les échelles de ces modifications de formes et de caractéristiques.

Malheureusement plus on transforme, plus on modifie, plus les ancêtres (sacré James Joule) se rappellent à nous. L'énergie électrique c'est aussi la force motrice distribuée, déconcentrée, l'éclairage, le son, la chaleur, le froid, l'image.

Bref maîtriser l'énergie, au cœur de toutes les activités humaines, c'est valoriser l'existence du génie électrique, de l'électronique.

## *Alors l'électrotechnique*

Comment intéresser les étudiants à cette problématique planétaire au cœur de leur quotidien de consommateur ? L'électrotechnique, le génie électrique peuvent-ils avoir une image moins "clé à molette" mais beaucoup plus "sexy" ? Les énergies renouvelables peuvent-elles sauver les départements

GEII victimes d'hémorragies de recrutement ?

Autant de questions générales qui méritent débats mais doivent faire appel à une démarche créative en matière de communication ou "marketing".

Cette commission s'est fixée pour objectifs de dégager des pistes de réflexion ou des idées innovantes concernant les enseignements des ex-options électrotechnique et électronique de puissance: contenus, méthodologies, adéquation avec les métiers...

Différents thèmes de discussion pourront être abordés comme :

- électrotechnique: musée ou réalité incontournable
- énergies renouvelables: est-ce le mot magique pour stopper l'hémorragie du recrutement.
- si oui comment et comment le faire savoir? Comment adapter les programmes ?
- peut-on leur fixer d'autres objectifs ?

Quelles sont les innovations pédagogiques efficaces: robotique, kart électrique, énergies nouvelles...

Problèmes spécifiques à ces enseignements: sécurité, investissement, coût de fonctionnement...

## 1 - UNE ENQUÊTE AUPRÈS DES INDUSTRIELS QUI EMPLOIENT NOS ANCIENS DUT ET QUI PRENNENT DES STAGIAIRES SERA ANALYSÉE ET DISCUTÉE

Des exposés d'industriels pourront montrer la diffusion de l'énergie électrique dans les systèmes où l'électronique de puissance s'impose aujourd'hui comme organe de contrôle et de mise en forme de l'énergie électrique (par exemple l'avionique, l'automobile, les énergies renouvelables).

Nous avons actuellement des difficultés de recrutement dans les filières scientifiques et technologiques, quel que soit le niveau: techniciens ou ingénieurs. En quoi tel secteur d'activité pourrait apporter un "plus" motivant sur les métiers du génie électrique: maintenance, chargé d'affaires, concepteur, chargé d'études... ?

Les domaines d'activité de ces entreprises font-ils référence à des technologies high-tech, à des développements nouveaux en matière de technologies informatiques et de communication ? Qu'apportent-ils en matière de développement de carrière, d'évolution dans les connaissances ? Est-ce le cadre nouveau de l'exercice du métier ou l'image a priori moins industrielle et plus sociétale qui motiverait plus les jeunes ?

## ÉCHOS DU COLLOQUE DE MARSEILLE

Des exposés d'industriels seront prévus. Ils permettront de développer le côté spécifique des activités de l'entreprise ainsi que les métiers et besoins associés.

Une suggestion de présentation :

- 1 - La société : caractéristiques, implantation, filiales, réseau commercial...
- 2 - Les produits : spécificités
- 3 - Les métiers actuels : qualification, nombre, France et étranger
- 4 - Prospective en matière d'emploi : dans la société, dans les sociétés partenaires, niveau, compétences...
- 5 - Développement et prospective dans ce secteur d'activité
- 6 - Marché national et international
- 7 - Impact médiatique auprès des jeunes : comment communiquer ?
- 8 ...

Une partie des sessions à Marseille sera consacrée à la présentation de projets qui pourraient améliorer la motivation de nos étudiants, tels que :

- Robotique,
- Kart électrique,
- Énergies Renouvelables.
- ...

Tous les collègues ayant initié ou désirant lancer un projet collaboratif pluridisciplinaire sont invités à se faire connaître. Il serait intéressant par ailleurs de connaître quelles sont les difficultés de mise en œuvre de tels projets : investissements matériels et humains par exemple.

Par conséquent ces projets peuvent-ils exister en dehors d'un regroupement régional ou national ?

#### *Un autre thème de discussion pourrait porter sur les adaptations locales des modules ET.*

Une enquête sera lancée auprès des collègues de la discipline pour évaluer l'adaptation aux modules actuels (GE11-GE12, ET1-ET2-ET3, les 5 modules complémentaires et éventuellement les Études et Réalisations et Apprendre Autrement).

Voici donc brossé le cadre préparatoire de ces journées pédagogiques.

Les travaux se sont déroulés sur 3 séances très courtes soit au total 5 h 30 pour un vaste problème.

#### **Méthodologie employée :**

deux réunions préparatoires ont permis de définir deux enquêtes : une enquête destinée à nos partenaires industriels pour estimer l'état des besoins et une enquête concernant la mise en application du PPN et des MC EEP. Un deuxième volet permettait de s'intéresser aux problèmes pédagogiques : apprendre autrement, apprendre différemment, pédagogie par projets...

#### *Organisation des journées :*

##### ■ Jeudi 10h30-12 heures

Introduction de la thématique. Planning des autres séances

Présentation des résultats des enquêtes : Marc Oddon et Jean-Robert Delahaye

Discussions générales

##### ■ Jeudi 15h30-17h30

Débats avec des représentants des entreprises

Distribution électrique, énergies renouvelables, transports propres, aéronautique, bâtiment, électronique « grand public »

Ont été contactées : ABB, Eurocopter, Dassault, Irisbus, SMA (onduleurs) Ces sociétés se sont déclarées intéressées mais pas disponibles (au dernier moment)

Ont répondu présentes IBC Solar (solaire photovoltaïque) et Wago automatismes

##### ■ Vendredi 8h30-10h30

Apprentissage par problèmes, apprendre autrement.

Autrement le GE par Michel Pion Nantes, e-kart par T. Lequeu et Prométhée par A. Berthon

Questions, discussions et synthèse.

Résumé de la présentation par Marc Oddon de Grenoble de l'enquête auprès des entreprises.

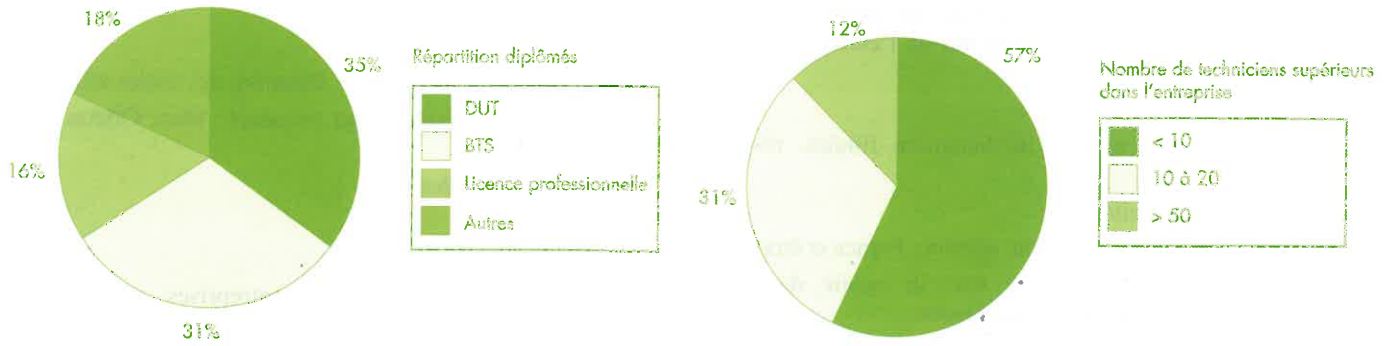
Un questionnaire a été élaboré par une commission préparatoire. Que soient remerciés les collègues qui ont participé à cette enquête et remercions nos collègues de Grenoble qui ont effectué le dépouillement et en particulier Jean-Paul Ferrieux (et famille)..

L'objectif était de faire un questionnaire utilisable en ligne et le plus court possible de façon à avoir un état des lieux sur quelques mots-clés censés représenter nos objectifs en matière de formation. Exercice périlleux... Bien que relayée par les chefs de département qui se sont engagés à fournir les coordonnées des responsables de stages ou de relations industrielles, cette enquête aurait dû nous revenir en grand nombre. Petit calcul rapide et pessimiste. 50 départements fois 3 retours en moyenne = 150 questionnaires exploitables.

#### *Résultats des courses : 65 réponses... mais faisons avec.*

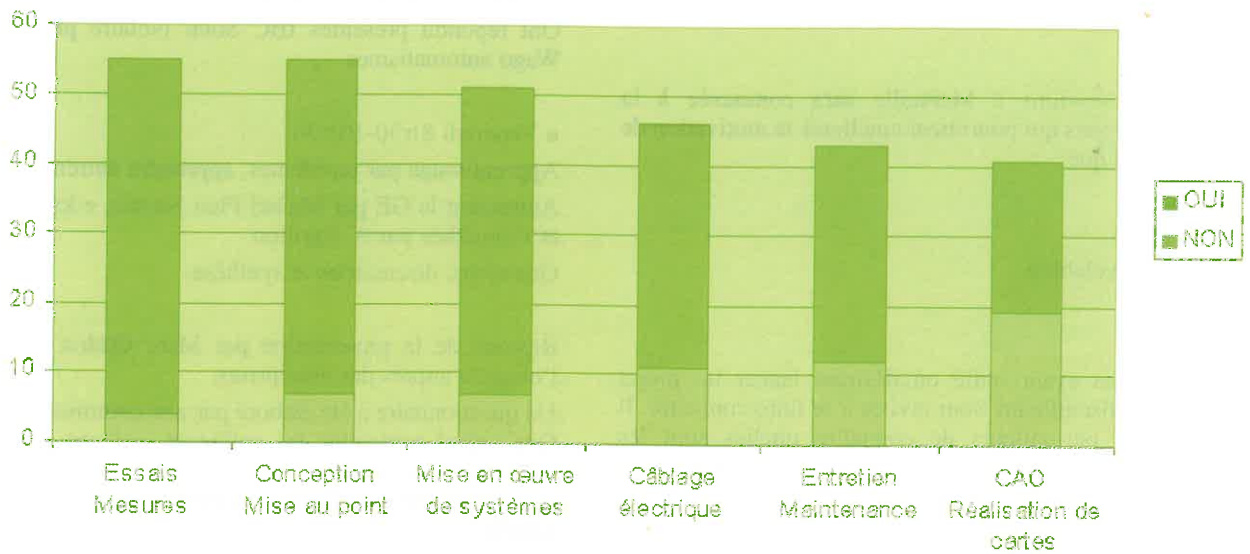
Finalement le bilan est plutôt satisfaisant en tout cas pas aussi catastrophique que ne le laissent entendre certains collègues un tantinet grincheux (mais on peut les comprendre tant les attentes du monde académique sont parfois éloignées de certaines réalités pragmatiques de terrain) :

## ÉCHOS DU COLLOQUE DE MARSEILLE



### Quelle est la nature de leurs fonctions ?

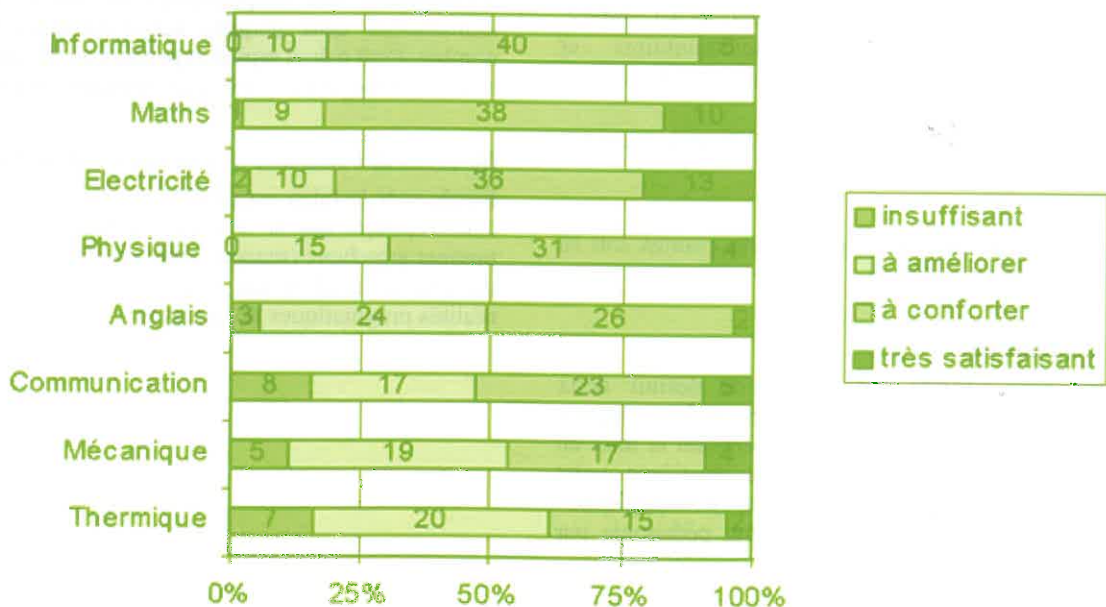
(les réponses étaient suggérées)



### Quels sont les points forts et les points faibles ?

Sont-ils des bons « futurs ingénieurs » ?

Là encore les mots-clés étaient imposés en fonction des appellations classiques de nos programmes.

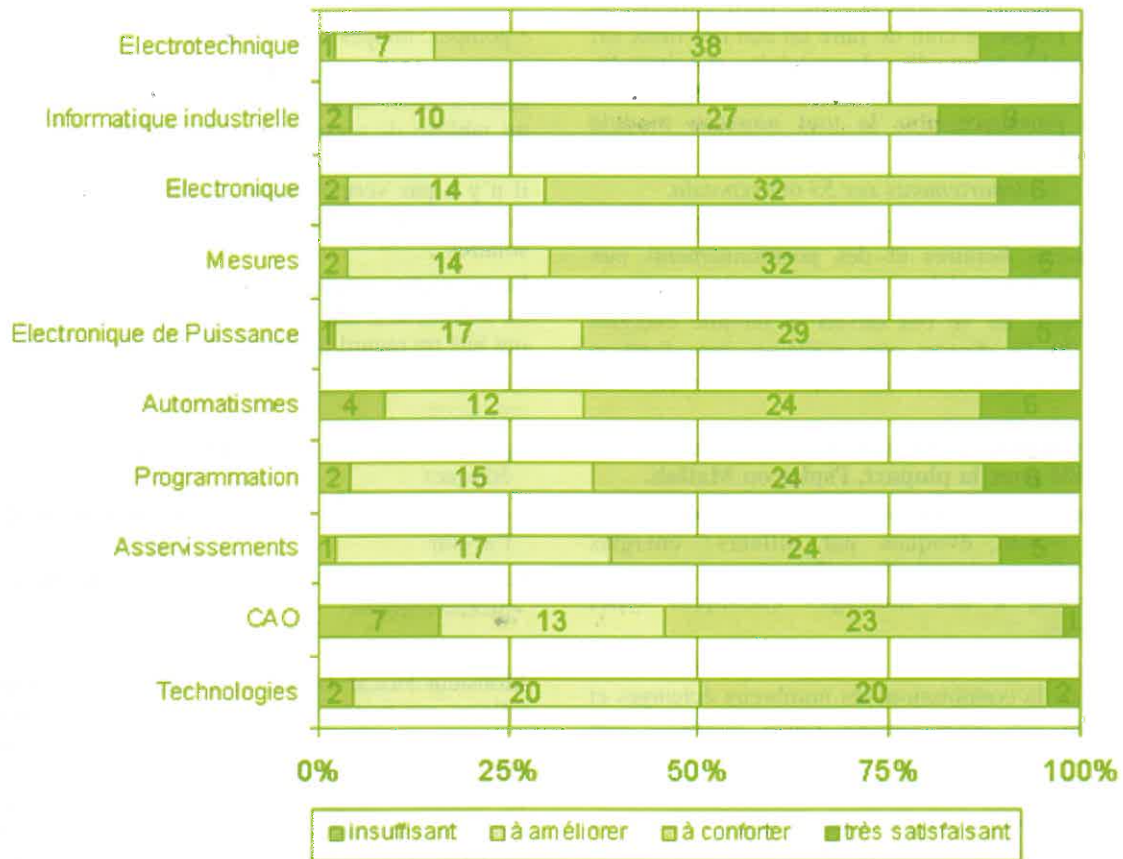




## ÉCHOS DU COLLOQUE DE MARSEILLE

Et dans le domaine de la culture générale technologique (cœur de métier)

*Sont-ils alors de bons « techniciens supérieurs » ?*



Et puis les commentaires libres donc plus suspects à une interprétation subjective.

Mais rassurons-nous :

### Les points forts :

- leur bagage général est plutôt bon, et ils s'adaptent vite
- étudiants motivés et travailleurs
- l'anglais écrit est correct
- la culture informatique est bonne

**Mots-clés retenus :** *adaptation facile, sérieux, connaissance de l'informatique*

### Les points faibles :

- difficulté à décomposer un problème et le traduire en une suite de petites étapes plus simples.
- ils ne savent pas, quand, où, et comment appliquer les connaissances théoriques.
- sans PC ils ne savent plus rien faire.
- connaissances parfois insuffisantes des bases de l'électronique et des composants.

**Mots-clés retenus :** *méthodologie, pratique et applications*

Suggestions de développement de compétences dans le domaine de la conversion d'énergie :

- structure réseaux EDF et haute tension
- distribution électrique basse tension
- structures de commande des composants de puissances et des convertisseurs.

- alimentations à découpage et techniques associées (varianteurs, PFC,...)
- CEM : présenter plus le pourquoi au lieu du comment : type de norme/type d'essai...

Mais à travailler en particulier :

- communication et économie d'entreprise Français écrit pour les rapports
- méthodes rationnelles de développement et de mise au point
- réalisation de cahier des charges et suivi de chantier
- mesures électriques et physiques + CEM

### CONCLUSIONS GÉNÉRALES

- énergies renouvelables à développer
- créer une filière indépendante destinée aux entreprises électriques du bâtiment
- continuer à favoriser dans notre formation la pluridisciplinarité

### Enfin, finalement que peut-on faire ?

- ne pas négliger les fondamentaux
- appliquer la théorie à des cas concrets (d'où l'évolution vers une pédagogie par projets ?)
- favoriser une connaissance de terrain (approfondir les aspects méthodologiques, les normes, les cahiers des charges)

## ÉCHOS DU COLLOQUE DE MARSEILLE

## 2 - DEUXIÈME ENQUÊTE : QUE FAISONS-NOUS AVEC NOS PROGRAMMES PPN ?

L'objectif de cette enquête que nous devons à notre collègue du Havre Jean-Robert Delahaye était de faire un état des lieux sur nos adaptations locales éventuelles des modules aux intitulés avoisinant le génie électrique, l'électrotechnique et l'électronique de puissance plus le tout nouveau module énergies renouvelables.

*Grande déception : 12 départements sur 53 ont répondu.*

Nos collègues aiment bien se rassurer d'où un respect quasi militaire des volumes horaires et des positionnements aux semestres prévus des dits modules.

Donc quoi d'original: **67 %** ont ouvert le module énergies renouvelables et **20 %** d'entre eux n'avaient pas d'option électrotechnique. Que c'est beau la statistique 20 % oui mais sur 12 réponses...).

**La quasi-majorité appuie ses enseignements sur l'utilisation d'un logiciel : PSIM pour la plupart, Pspice ou Matlab.**

Les thèmes retenus pour les modules ERGE recouvrent en fait les projets qui seront évoqués par ailleurs: énergies renouvelables, kart électrique, robotique. Très peu (mais sur pas beaucoup) s'essaient à des montages classiques types gradateurs, variateurs.

En conclusion et au-delà d'une éventuelle justification a posteriori du titre de la commission, les nombreux échanges et discussions autour des présentations faites montrent que l'orientation vers les énergies renouvelables semble incontournable et doit être développée.

Les entreprises contactées pour participer à notre colloque se sont déclarées fortement intéressées par le colloque mais n'ont pas pu pour la plupart y participer pour des raisons de calendrier. Eurocopter, Schneider Electric, Irisbus, SMA, ABB ont pu souligner l'importance du sujet car ces sociétés sont confrontées à un problème important de recrutement. Les compétences « électrotechniques » ou « électroniques » au sens le plus large du terme sont recherchées pour combler le départ dans les années à venir de cadres et spécialistes du domaine à cause du rééquilibrage de la pyramide d'âge dans ces sociétés: hypocritement les départs à la retraite. Difficultés de recrutement aussi pour souligner le désintérêt des quelques diplômés sur le « marché » qui ne sont plus prêts à démarrer une « carrière » au sein d'une société, avec l'apprentissage d'une culture maison, la mobilité à l'international,.....

Nous avons d'autant plus regretté ce décalage de calendrier que certaines de ces sociétés auraient été représentées par d'anciens étudiants GEII, qui sont actuellement cadres et responsables de services dans ces entreprises.

Néanmoins les interventions de deux sociétés ont pu susciter des interrogations prospectives en matière de formation.

Monsieur Pascal Cervantès, représentant la société IBC Solar nous a d'abord présenté sa société dont l'agence locale est à Aix les Bains: 35 M€ de chiffre d'affaires et actuellement 100 employés mais depuis 2001 en croissance exponentielle. Cette société a pour activité principale l'installation de systèmes de production d'énergie solaire photovoltaïque.

*Cette société utilise les compétences GEII:*

- modules (mono et polycristallins, amorphes...)
- systèmes de fixation: suivi de trajectoire solaire
- onduleurs en fonctionnement parallèle raccordé au réseau et fonctionnement en îlot

- monitoring et affichages, technologies de mesure, télétransmission
- régulateurs de charge solaire, batteries, stockage
- câbles et conducteurs
- pompes, lampes et accessoires

Au-delà des compétences énumérées du GEII, (nos transmissions académiques de connaissances), il nous a brossé un tableau de compétences permettant, selon son opinion, de communiquer vers les jeunes en termes de métiers pour lesquels il n'y a pas véritablement de dénomination motivante comme pourrait l'être celle de "technicien supérieur en installations solaires".

En revanche certaines qualités faisant appel à des engagements de société et à une certaine générosité ou altruisme des jeunes ont jeté un regard optimiste sur certains métiers de demain.

*Reprenant sa diapositive de présentation voici ces qualités annoncées:*

- parler vrai, valeurs humanistes (environnemental, sociétal, éthique)
- capitaliser l'esprit pionnier, découvreur, fondateur, préparer l'avenir
- considérer le besoin de réalité de terrain: alternance professionnelle
- venez participer à l'essor du solaire !

Monsieur Pascal Tigreat de la société WAGO, qui exposait par ailleurs son matériel sur un stand, nous a fait part du besoin de compétences dans le domaine du Génie électrique associé au bâtiment. Énergie et Bâtiment, voilà une association intéressante en termes d'image pour GEII. Pour lui il ne s'agit pas de remettre à la mode le terme domotique mais dans le cadre du développement durable d'investir le créneau du bâtiment intelligent en terme d'énergie (climatisation chauffage, énergie positive, négawatt) mais aussi en terme d'éclairage (disparition prochaine des lampes à incandescence). Les automatismes et de nouveaux bus spécialisés investissent le génie civil pour apporter la gestion de l'énergie, du confort et de la sécurité.

Un collègue du département GTE de Marseille, André Baltz, a clôturé cette séance en présentant un projet de plateforme expérimentale "Énergie Gaz", en liaison avec d'autres établissements, plateforme qui doit fédérer des projets pédagogiques.

Nos journées de réflexions discussions se sont terminées le vendredi matin par des interventions autour d'expériences pédagogiques et les nouveaux modes d'apprentissage. Michel PIOU de l'IUT de Nantes nous a fait part d'un module qu'il propose à IUT en ligne permettant aux étudiants l'apprentissage du génie électrique en utilisant une pédagogie différenciée prenant appui sur les logiciels de simulation et de calcul Pspice et Scilab et sur la ressource de formation en ligne "baselecPro".

- autonomie, mais l'enseignant est présent pour conseiller et encourager.
- l'enseignant vérifie tous les cahiers de compte rendu entre chaque séance

*Prise en main préliminaire des logiciels Pspice et Scilab au travers de 4 thèmes:*

- résistance équivalente et courant continu avec Pspice
- manipulation des grandeurs complexes avec Scilab
- simulation temporelle en régime alternatif sinusoïdal avec Pspice
- impédance; pont diviseur avec Pspice et Scilab

## ÉCHOS DU COLLOQUE DE MARSEILLE

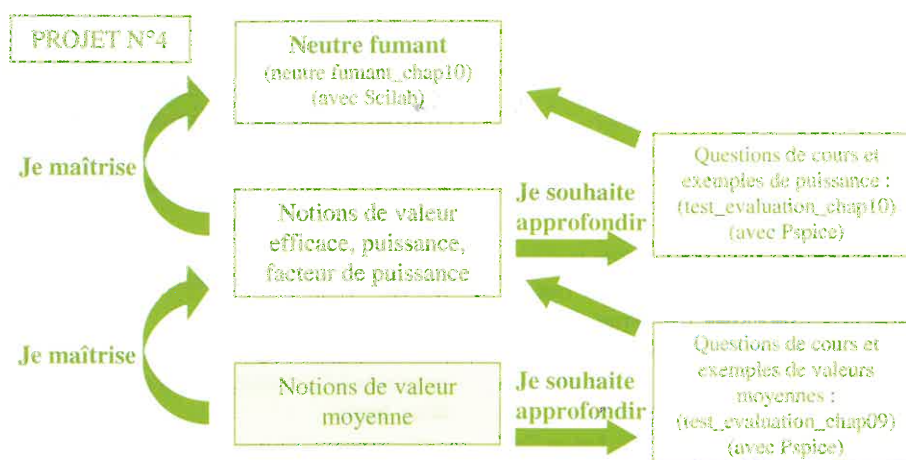
**Choix d'un parcours :**

- maîtrise des théorèmes des réseaux linéaires en alternatif sinusoïdal : complexes Thévenin Norton Superposition
- calcul d'un oscillateur non-sinusoïdal : régimes transitoires du 1<sup>er</sup> ordre
- réglage d'une sonde de tension d'oscilloscope : Bode Fourier Superposition
- "neutre fumant" : énergie électrique ; puissance
- pas de cours magistraux (on se réfère aux documents de cours disponibles en ligne sur « baselecPro »).

L'objectif n'est pas de parcourir la totalité d'un programme préétabli, mais de progresser dans la qualité du travail personnel tout en reprenant les connaissances mal acquises.

L'évaluation porte donc sur l'implication personnelle dans ce projet et sur la qualité des travaux rédigés dans le cahier personnel de l'étudiant. Ces documents devraient être diffusés sur IUT en ligne.

Deux exemples de pédagogie par projet ont été présentés par Thierry Lequeu de Tours et Alain Berthon de Belfort.



Les deux projets se rejoignent en terme de méthodologie : développer les connaissances ou leur apprentissage à partir d'une réalisation ou d'un projet collectif.

L'IUT de Tours s'est lancé dans la réalisation de karts électriques. Le Challenge e-kart est l'image du succès de cette initiative à laquelle sont associés maintenant une vingtaine de département. Le projet Prométhée de l'IUT de Belfort repose à la fois sur la mise en place d'énergies renouvelables sur le toit du département et sur l'étude des technologies électroniques embarquées sur des petits véhicules : réalisation d'un quad électrique multiplexé. Dans tous les cas le côté ludique du projet est censé développer une motivation chez l'étudiant... Le résultat est parfois décevant devant l'énergie mobilisée par l'équipe pédagogique. Ce constat se retrouve dans d'autres types d'action comme le challenge robotique.

Ces projets n'en restent pas moins intéressants par leur côté attractif, "ludique" ; ils sont jugés mobilisateurs et développent un esprit de challenge, d'émulation...

Ils développent également la méthodologie, la conduite de projet, l'équipe.

Ils recouvrent toutes les thématiques GEII : électronique (capteurs, traitement, RF) électronique numérique, informatique, réseaux, automatismes, électrotechnique, électronique de puissance... mais aussi la mécanique, la thermique, la physique... mais également la communication, l'anglais, les délais, la rigueur, l'autonomie...

Notre collègue Arnaud Sivert de l'IUT de Soissons, très attentif aux exposés et discussions s'est fait un plaisir de nous synthétiser en quelques mots-clés ces présentations et les discussions qui ont suivi.

- que peut-on faire pour : attirer, mobiliser, faire réagir, faire travailler nos étudiants ?
- les solutions proposées consistent à faire des projets avec des connotations positives, ludiques et médiatisées. Il faut avoir une pédagogie différenciée pour « faire passer la pilule » du cursus GEII. Les formes classiques (C, TD, TP) restent la base sécurisante pour se raccrocher à un programme.
- est-ce mobilisateur ?
- les systèmes "ludiques" attirent et sont a priori plus mobilisateurs. Ils sont cependant exigeants en termes de créativité, disponibilité, évaluation.
- quels sont les problèmes pratiques posés :
- la place dans l'enseignement dit traditionnel (C, TD, TP), les découpages en modules de 30 heures ne favorisent pas la place des projets.

- Les projets tutorés pourraient être le lieu privilégié de ces applications mais ils ne sont pas considérés comme des enseignements encadrés.
- Le budget semble être moins un frein que la disponibilité des enseignants. Ces implications ne sont pas toujours valorisées au sens des carrières d'enseignants et enseignants-chercheurs.

**CONCLUSION GÉNÉRALE**

Ces rencontres ont permis de confronter des expériences, des points de vue, des idées prospectives, des schémas plus classiques et ont été suivies par de nombreux collègues en dépit des sollicitations extérieures.

Il est important de redonner une image nouvelle, dynamique et médiatisée aux activités du génie électrique. Les énergies renouvelables et le développement durable sont des vecteurs de cette promotion. Profitons-en quand il est encore temps. Le budget ne semble pas un problème fondamental, en revanche la motivation des enseignants, leur créativité, leur disponibilité sont les critères d'une réussite dans ces nouvelles formes d'enseignement.

Pour conclure, un grand merci à tous les collègues qui savent faire profiter la communauté des expériences aussi bien positives que négatives dans le paysage contrasté que constituent nos étudiants. Rendez-vous dans un prochain colloque (à Lille ?) pour continuer le débat et construire l'avenir.

# COMPTE RENDU DE LA COMMISSION MATHÉMATIQUES: APPRENDRE AUTREMENT

par Nadia Teillac - Brive, Michel Cristofol - Marseille, Sylvie Vérhé - Cergy Pontoise

La commission Mathématiques "Apprendre autrement" s'est déroulée autour de trois axes :

- la transversalité (Nadia Teillac - Brive)
- le PPN (Michel Cristofol - Marseille)
- la motivation (Sylvie Vérhé - Cergy Pontoise)

L'objectif principal était de favoriser les échanges sur la base des expériences menées dans plusieurs départements. Nous avons aussi voulu profiter de la présence de nombreux collègues pour dresser un état des lieux du PPN.

Pour atteindre ces objectifs, nous avons mis au point deux questionnaires, l'un à destination des étudiants sur la motivation et l'autre pour les enseignants sur le PPN.

Nous remercions chaleureusement Didier Roques (GEII Brive), il a mis en forme et en ligne ces sondages avec des outils performants qui nous ont permis une large diffusion et une exploitation rapide des résultats ainsi que Carlos Valente (GEII BRIVE), gestionnaire du site du GESI, qui a assuré la communication de nombreux documents sur ce site.

Nous avons recueilli 1 129 réponses des étudiants de 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> année d'une trentaine de départements différents et une quarantaine de réponses de nos collègues de math.

Nous nous sommes appuyés sur ces résultats pour construire la commission.

## LA TRANSVERSALITÉ

(Nadia Teillac)

Pour légitimer ce premier axe, je ferai référence à trois questions du sondage étudiant.

À la question (QCM) : Que vous apportent les mathématiques ?  
70 % ont répondu : Des outils pour progresser dans les autres matières.

Aux deux questions ouvertes :

Qu'est-ce qui peut stimuler votre curiosité dans un cours de maths ?

Qu'est-ce qui pourrait augmenter votre motivation pour les mathématiques ?

Les réponses les plus fréquentes sont en substance :

- des exemples d'application à la vie courante, à d'autres matières.
- l'histoire des mathématiques.

Notre première matinée s'est donc articulée autour de quatre présentations d'expériences qui vont dans ce sens : Interdisciplinarité, applications et histoire.

## 1 - PROJETS SCIENCES

Norbert Verdier (Cachan)

Il y a une dizaine d'années Norbert a mis en place les projets sciences avec deux collègues électroniciens (Jacques Beau et Souhil Megherbi). Ils constituent un espace pédagogique pour expérimenter, innover.

Par binômes, en six semaines, les étudiants réalisent un article de vulgarisation scientifique avec certaines contraintes (deux pages, page web, etc.).

Chaque année certains étudiants de Cachan travaillent à distance avec des étudiants de Rimouski (Québec) sur un même projet.

Le projet sciences a permis de développer une dynamique entre Cachan et Rimouski (sous la férule de Philippe Etchecopar et de Pascale Vareille).

Actuellement, une dizaine d'étudiants part chaque année à Rimouski pour y poursuivre un stage et pour certains des études.

*Par exemple* cette année, plusieurs types de travaux ont été proposés à l'ensemble de la promotion sur la base d'un article de deux pages :

- Biographie d'une personnalité scientifique (Ampère, Fourier, Laplace, etc.)
- synthèse autour d'un concept (Le zéro, le vide, l'infini...)
- un article autour de l'électronique
- le fonctionnement du cerveau, Sciences et religion, les quaternions, etc.

### Bilan

Plusieurs projets se sont finalisés dans des revues de vulgarisation, d'autres ont abouti à des sites web, disponibles aux adresses suivantes :

<http://norbert.verdier.over-blog.com/article-5817216.html>

[http://www.csteq.com/pages\\_htm/projets\\_jeunes/projet.jsp?projet=15](http://www.csteq.com/pages_htm/projets_jeunes/projet.jsp?projet=15)

[http://www.csteq.com/pages\\_htm/experiences/experience\\_complete.jsp?projet=22](http://www.csteq.com/pages_htm/experiences/experience_complete.jsp?projet=22)

<http://fourier.f2g.net/>

[http://www.csteq.com/pages\\_htm/projets\\_jeunes/projet.jsp?projet=14](http://www.csteq.com/pages_htm/projets_jeunes/projet.jsp?projet=14)

La force des IUTs réside dans "ses marges de liberté" - la fameuse adaptation locale - ; ce sont elles qui permettent de prendre de prendre et faire prendre des chemins de traverse que n'offre pas une application aveuglante et aveuglée du PPN.

ÉCHOS DU COLLOQUE DE MARSEILLE

2 TP DE MATHÉMATIQUES

Pierre Osadchy (Nantes)

Avec ces TP, Pierre essaie de montrer que les mathématiques peuvent apporter

du sens critique à travers le travail du raisonnement, la réflexion issue de la découverte de paradoxes, la compréhension des erreurs et l'apprentissage de la logique.

Elles permettent aussi le développement de l'imagination et de la curiosité scientifique à travers leur riche histoire et celle des liens qu'elles ont toujours entretenus avec d'autres disciplines.

Bref, toutes ces choses qui participent à former l'ouverture d'esprit, si nécessaire à la vie en société et à l'épanouissement personnel.

L'objectif de ces séances est de donner le temps, le droit, aux élèves de se tromper et l'espace pour approfondir leurs raisonnements en leur fournissant des problèmes de réflexion.

Chacun d'entre eux répond aux trois critères suivants :

- a) un intérêt scientifique ou pratique
- b) un intérêt mathématique, avec une ou deux questions "technique"
- c) une présentation ou un cadre historique

Voici quelques exemples :

*Le problème central de la théorie de la musique, la datation au carbone 14, les sondages, approximation du nombre, calcul de la vitesse de la lumière, le problème du naufragé.*

Bilan

80 % lisent les textes de présentation historiques (1 à 3 pages) alors qu'ils n'y sont pas contraints, ils apprécient les applications à d'autres domaines que le génie électrique à plus de 90 %.

Ils acceptent une difficulté motivée par la recherche d'une solution à un problème pratique bien mieux que celle motivée par la recherche d'une solution à un problème purement mathématique.

Mais, la plupart des étudiants en difficultés préfère des séances de bachotage à la recherche de problèmes lorsqu'on leur donne

le choix.

3 - MODULES INTERDISCIPLINAIRES

Gaëlle Lavigne (Toulouse) - Jean Duplax (Toulon)

Un grand merci à Gaëlle et Jean qui ont dû travailler à distance pour nous faire une présentation commune de leurs travaux répondant aux mêmes objectifs.

Jean enseigne l'automatique et Gaëlle les mathématiques.

Tous deux ont mis en place des modules AA (**Apprendre Autrement**) en formation initiale pour faire le lien entre la 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> année, ou en "remédiation" pour lutter contre l'échec.

Il s'agit de convaincre les étudiants de l'importance des mathématiques par la mise en évidence de leur présence incontournable et de leurs nombreuses applications, dans les

Applications traitées (Remédiation)

Opérations sur les Fractions	Fonctions de transfert
Equation de droites	Linéarisation
Complexes	Impédance complexe
Tracé de courbes Branches infinies	Diagramme de Bode
Equa Diff	Circuit RLC
Equation en sin et cos	Etude en harmonique
Intégration et différentiation	Filtre analogique



autres disciplines du GEII.

Ces modules visent à développer l'interdisciplinarité et à travailler sur des applications concrètes des mathématiques. Ceci implique la nécessité d'uniformiser le vocabulaire et les notations, et d'acquérir une méthode de travail compatible avec le milieu industriel, qui passe par la mise en équation et construction d'un problème jusqu'à la validation d'un ou plusieurs objectifs (cahier de charges).

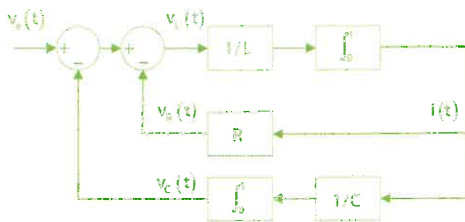
Exemples de thématiques :

- *électronique* : circuit oscillateur, circuits parfaits et réels.
- *automatique* : modélisation de connaissance d'un moteur à courant continu, boucle ouverte et boucle fermée aspect

Un exemple (Formation Initiale)

Résolutions

Schéma et simulateur



Laplace et calcul symbolique

$$\begin{aligned} I(p) &= \frac{Cp}{1+RCp+LCp^2} \\ V_R(p) &= \frac{2\alpha\omega_0 p}{p^2+2\alpha\omega_0 p+\omega_0^2} \\ V_L(p) &= \frac{p^2}{p^2+2\alpha\omega_0 p+\omega_0^2} \\ V_C(p) &= \frac{\omega_0^2}{p^2+2\alpha\omega_0 p+\omega_0^2} \\ V_{LC}(p) &= \frac{p^2+\omega_0^2}{p^2+2\alpha\omega_0 p+\omega_0^2} \end{aligned}$$

$$\text{Normalisation } \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \text{ et } \alpha = \frac{R}{2\sqrt{L}}$$



## ÉCHOS DU COLLOQUE DE MARSEILLE

position.

**Bilan**

Les habitudes des étudiants sont modifiées et ils éprouvent moins de difficultés.

Les progrès se manifestent de façon sensible au cours des trimestres suivants.

La prise en main d'outils informatique de calcul numérique ou symbolique leur impose un dialogue rigoureux, les étudiants doivent dire comment résoudre à la machine.

Des collègues de disciplines différentes travaillent ensemble, cela crée un dynamisme au sein de l'équipe pédagogique qui est perçue par les étudiants.

Le prof de maths n'est plus 'à part'.

**4 - APPLICATIONS ET HISTOIRES MATHÉMATIQUES**

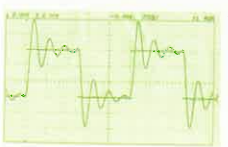
Nadia Teillac (IUT du Limousin : Brive)

Depuis de nombreuses années, je fais une pause dans chaque séance de 2 heures de cours magistral pour rompre le rythme et essayer de montrer l'intérêt des notions développées en indiquant des applications au monde réel et en racontant leur genèse. J'en profite pour émailler ces remarques d'anecdotes sur la vie des mathématiciens qui sont concernés afin de faire aussi de ce moment un temps de détente qui reste au demeurant culturel et permet aussi de transmettre certaines valeurs humanistes.

*L'objectif premier est bien sûr de susciter et d'augmenter l'envie d'apprendre.* Il n'est pas rare, cependant, que la dimension épistémologique d'une notion vienne l'éclairer d'un jour nouveau et en favorise la compréhension ou la mémorisation. Les résultats de l'enquête cités précédemment m'ont motivée pour réaliser un diaporama. Il présente quelques applications pour chacun des thèmes inscrits dans les modules obligatoires. Un second volet contient quelques exemples d'histoires que je raconte. Une bibliographie des documents que j'utilise est aussi au sommaire.

**AUTRES APPLICATIONS DES ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES****Premier ordre :**

- échauffement d'un capteur soumis à des variations de température
- datation par le carbone 14
- mouvement de chute d'un parachutiste

**Deuxième ordre :**

- mouvement d'une masse suspendue à un ressort
- déformation d'une poutre encastree à ses deux extrémités (B. Saint-Jean)
- filtre avec faible coefficient d'amortissement

**Prolongements :**

La résolution d'équations différentielles non linéaires ou d'équations dérivées partielles est au centre de problèmes variés très actuels :

- simulation de la production sonore des instruments de musique
- prévisions météorologiques

- gestion des risques industriels...

**Bilan**

Cette trêve historique est appréciée et réclamée par les étudiants. Évidemment, c'est d'abord pour eux un moment de répit et il est nécessaire mais leur attention est soutenue et leurs questions viennent démontrer leur intérêt.

L'intégralité des documents résumés ici est accessible sur le site du gesi, moyennant quelques mots de passe, contacter : [Nadia.Teillac@brive.unilim.fr](mailto:Nadia.Teillac@brive.unilim.fr).

**BILAN PPN 2005**

Depuis plusieurs années, les programmes de Mathématiques ont évolué en amont des enseignements proposés en DUT.

Notre programme en GEII, comme d'autres, méritait un toilettage minimal.

Depuis longtemps, chaque enseignant a adapté en fonction de sa façon de voir les mathématiques en GEII, en fonction des demandes de ses collègues de spécialités, du niveau des étudiants, et du PPN officiel.

**Qu'en est-il après deux années d'application (pour les 1A) et une année d'application (pour les 2A) du cru 2005 ?**

On a voulu savoir à travers un questionnaire précis (on a passé en revue toutes les lignes du PPN) comment il était appliqué, si des changements étaient effectués et lesquels et si globalement les collègues qui le pratiquent sont satisfaits de cette évolution.

Je rappelle que l'idée directrice tournait autour de la constitution d'un cœur de programme correspondant à peu près à 80 % du contenu de l'ancien PPN (en volume) ainsi que de l'ajout de modules complémentaires d'une trentaine d'heures par module (entre 0 et 3 modules).

Le questionnaire proposé a voulu aborder tous ces aspects.

Vous trouverez à l'adresse :

<http://iut.geii.marseille.free.fr/> rubrique Commission de Mathématiques ou sur le site du GESI <http://www.gesi.asso.fr/> le compte rendu complet de cette enquête sous le titre "Bilan PPN" en fichier PowerPoint.

Il est à noter qu'une quarantaine de collègues correspondant à 31 départements de GEII ont répondu, ce qui rend ce questionnaire et ses réponses plutôt représentatifs des opinions de nos collègues.

Je vous propose un extrait de ces résultats et quelque commentaires sur les questions qui se sont trouvées être (sans grande surprise) les plus sensibles, à savoir :

- quid des chapitres non traités ?
- existence ou absence de modules complémentaires,
- le module apprendre autrement,
- sentiment global sur ce nouveau PPN...

## ÉCHOS DU COLLOQUE DE MARSEILLE

- En ce qui concerne les chapitres non traités, 7 chapitres du PPN ne le sont pas par plus d'un tiers des collègues (détails dans le bilan en ligne) et 7 nouveaux chapitres (non tirés du PPN) sont enseignés par, là aussi, un tiers des collègues (pas nécessairement les mêmes).
- Les modules complémentaires ont mis en évidence une grande disparité selon les départements. La moitié des départements n'en propose qu'un seul (6 % aucun!!!) et 18 % arrivent à en proposer 3!!!
- On retrouve cette disparité dans le module Apprendre Autrement qui n'est pas du tout proposé en mathématiques pour près de la moitié des départements (ce module a souvent servi à compléter des enseignements ce qui n'est pas sa destination originale...)
- Enfin en ce qui concerne le sentiment qu'inspire ce nouveau PPN,  $\frac{3}{4}$  des collègues y ont rencontré des problèmes d'ordre très divers (incohérence dans la chronologie, manque d'heures,...) pendant qu'une moitié y a vu quelques points positifs.

**En conclusion**, ce nouveau PPN n'est toujours pas le plus adapté à ce que la majorité des collègues semble souhaiter (mais l'oiseau rare existe-t-il?).

Un de ses mérites aura été peut-être, à travers le colloque de Marseille et ce questionnaire, de nous donner l'occasion de confronter nos avis, de nous retrouver et d'essayer de poursuivre.

## BILAN DE LA PARTIE "MOTIVATION"

Nous avons commenté et débattu les résultats du sondage à destination des étudiants mis en ligne en début d'année.

Il a eu **1 129 réponses** (712 étudiants de première année et 417 étudiants de seconde année), réparties sur **23 départements**.

Ces étudiants disent être venus en GEII principalement parce qu'ils aimaient les matières de la spécialité et pour les poursuites d'étude. Ils sont plus de 86 % à ne pas regretter leur orientation, autant en première qu'en deuxième année.

Plus de 63 % affirment qu'une bonne note les encourage à persévérer dans leurs efforts, et 57 % qu'une mauvaise note les stimule pour se rattraper.

Nous leur avons aussi demandé ce que leur apportaient les mathématiques, et ils ont répondu :

- des outils pour progresser (70 %)
- des méthodes de réflexion (58 %)
- de la rigueur (34 %)

Les étudiants en majorité (60 %) préfèrent les exercices basés sur les autres cours (Physique, Électronique...) à ceux purement mathématiques.

**Nous avons aussi posé quelques questions "ouvertes", où chaque étudiant pouvait rédiger librement sa réponse.**

A la question "qu'est ce qui peut stimuler votre curiosité scientifique dans un cours de mathématique ?" les réponses les plus fréquentes ont été :

- "le lien avec les autres matières"
- "les exemples concrets d'application (dans la science, la vie courante)"
- "connaître l'origine des choses que l'on apprend"

A la question "qu'est ce qui pourrait augmenter votre motivation pour les mathématiques ?" les réponses les plus fréquentes ont été :

- "d'avantage d'exercices en relation avec les autres matières"
- "avoir de bonnes notes"
- "avoir un professeur plus disponible"

A la question "qu'est ce qui vous donne envie de participer en TD ?" les réponses les plus fréquentes ont été :

- "le professeur"
- "l'envie de comprendre et de progresser"
- "une bonne ambiance dans le TD"

Nous noterons que seulement 51 % des étudiants sondés ont suivi des TP de mathématiques, 60 % considèrent qu'ils ont donné un sens aux cours, et que cela stimule leur intérêt pour les mathématiques. Nous avons eu beaucoup de remarques positives sur les TP de mathématiques dans les questions à réponse libre.

En seconde partie de matinée, nous avons eu l'intervention d'Alain Finkel, professeur à l'ENS Cachan.

Depuis 10 ans, il s'intéresse à la formation des enseignants et futurs enseignants. Il fait partie du conseil d'administration INRP (institut national de recherche pédagogique). Alain anime un groupe sur la représentation mentale en maths et info (RMI) dont un des objectifs est de créer un dictionnaire sur les représentations des mathématiques.

Participe à une réflexion sur la transition terminale/1<sup>o</sup> année de fac en maths et info.

**Je vous propose quelques remarques d'Alain Finkel, qu'il a proposé en pistes de réflexion :**

- la note ne doit être ni une récompense ni une punition, mais l'évaluation des compétences d'un étudiant
- pourquoi ne pas envisager une note de progression ?
- commencer par un contact pédagogique précisant : les objectifs, les méthodes, le cadre, ce que vous et vos étudiants souhaitez
- corriger une copie d'examen devant les étudiants
- la motivation est partie prenante dans la réussite mais n'est pas le seul facteur

La motivation peut être intrinsèque (pour le plaisir de faire les choses) ou extrinsèque (car cela nous rapporte quelque chose).

- augmenter la motivation intrinsèque > être libre > être compétent.

- le plaisir est un indicateur de la compréhension, et il y a un plaisir intellectuel à faire des maths ! (vérifié scientifiquement !)

De nombreux collègues sont intervenus et la discussion a failli nous faire oublier la fin de séance...

Vous pouvez consulter le site d'Alain Finkel :

<http://www.lsv.ens-cachan.fr/~finkel/>

**La conclusion des débats** a bien mis en évidence l'importance de l'attitude des enseignants des autres matières par rapport aux maths. Nous comptons donc sur l'aide et le soutien de tous nos collègues pour relancer l'intérêt de nos étudiants.

## ÉCHOS DU COLLOQUE DE MARSEILLE

# “APPRENDRE AUTREMENT, ETUDE ET RÉALISATION...” : ÉTUDES SUR UNE LAMPE SOLAIRE

par Franck Lorient, Département GEII IUT de Rennes

[florient@univ-rennes1.fr](mailto:florient@univ-rennes1.fr)

## CADRE GÉNÉRAL DU PROJET

Le point de départ du projet se trouve dans la conjonction de deux problématiques :

>>> Une demande de particulier du type « vous qui travaillez à l’université en “génie électrique”, vous devriez savoir réparer une lampe solaire » ? (il paraît qu’il y a un génie dans les lampes ?)

>>> Fournir un projet à des étudiants “actuels”, de ceux qui ne sont pas théoriciens, qui font partie du public que l’on retrouve en licence professionnelle (de fait, ils s’y sont orientés). L’idée était de **valoriser leurs compétences pratiques, manuelles à travers cette opération.**

Effectivement, le terme “énergie solaire” est immédiatement associé à “énergies renouvelables”, “écologie”, “économies d’énergie”, très porteurs à l’heure actuelle... Vis-à-vis du public donc de l’extérieur, dire “bôf, c’est du bricolage” ou “bien sûr, les énergies renouvelables nous passionnent à l’IUT” change du tout au tout **l’image que le département GEII peut offrir, influençant pourquoi pas l’intérêt du public pour notre formation et le recrutement de nos futurs étudiants.**

Pour nos étudiants justement, l’aspect “bricolage” a été un bon point d’entrée : la visserie (chinoise) étant de mauvaise qualité et le profil des vis déjà déformé, j’avais formulé la demande en incluant le fait que les étudiants devraient vraiment utiliser un tournevis. Deux étudiants au profil plutôt “praticiens” y ont vu l’occasion de mettre en valeur ces compétences.

**L’aspect humain** du projet était aussi présent : la propriétaire de la lampe est une dame d’une génération où l’on cherche à dépanner plutôt que jeter et racheter au moindre coût. Cette dame habite les Pyrénées Orientales et se sert de la lampe pour lire le soir, toutes notions auxquelles nos deux étudiants ont semblé adhérer.

Autre point d’importance : **pas d’informatique** (C, C++, HTML, XML,...) : certains étudiants frôlent l’indigestion, l’aspect clinquant et superficiel de certaines “réalisations” lassant également l’enseignant. Seule la CAO est éventuellement envisageable, ainsi bien sûr que l’utilisation de traitement de texte pour la rédaction du dossier.

## PRISE DE CONTACT



Figure 1 :  
la lampe solaire en question

Il s’agit d’une lampe “banale”, que l’on trouve dans nombre de magasins. Une cellule solaire, un interrupteur M/A, un capteur de lumière (une LDR) pour activer l’éclairage une fois la luminosité assez faible.

Elle a fonctionné sans problème pendant deux ans, puis ne s’est pas rallumée lors du troisième été d’utilisation.

La visserie est donc de mauvaise qualité ; et il faut extraire le “hublot” pour accéder à l’intérieur.

Une réflexion préalable peut nous indiquer, la personne étant très soigneuse un coup destructeur étant peu probable, que les accumulateurs peuvent être cuits (au sens propre d’ailleurs, la lampe étant exposée à de très fortes chaleurs), ou l’auto-décharge s’étant produite l’hiver lors de la non utilisation (et rangement dans sa boîte, à l’abri de la lumière...) est trop importante : la chute de tension provoquée aux bornes de la cellule solaire est trop forte pour “amorcer” le fonctionnement (voir la suite). Une simple recharge des accumulateurs pourrait alors suffire, mais il n’est pas pertinent de le dire aux étudiants, le but étant de découvrir comment le système fonctionne.

Il faut ici préciser que l’enseignant a une forte sensibilité “électronique de puissance”, et intervient depuis toujours en « *Etudes et Réalisation* ».

## OUVERTURE DE LA LAMPE ET DÉPEÇAGE

Après recherche d’outillage (tournevis) de bonne qualité et en bon état, les étudiants ont pu démonter la lampe et avoir un aperçu de sa constitution. Comme prévu, un des accumulateurs a coulé. Ils seront tous deux remplacés par des accus Ca-Ni du commerce.

→ cela a servi de point de départ à une **recherche sur les technologies d’accumulateurs électro-chimiques, leurs caractéristiques et les contraintes d’utilisation** avant le remplacement.



Figure 2 : lampe démontée,  
les pièces soigneusement repérées

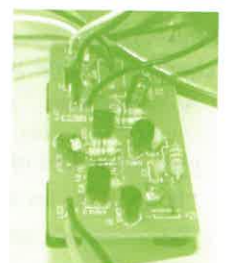


Figure 3 : la carte  
d’électronique



## ÉCHOS DU COLLOQUE DE MARSEILLE

### RECHERCHE D'AUTRES MOTIFS DE PANNE

#### Première panne

En testant la solidité des "soudures", l'un des fils issus de la cellule solaire se décroche à la première sollicitation:

le montage "made in China" a produit des collages en place de soudures → les liaisons mécanique et électrique sont aléatoires et souvent défectueuses.

→ On peut alors remettre en évidence l'importance de la maîtrise de la technologie, en l'occurrence ici les procédés de soudage vus en études et réalisation (les TD de "technologie et Systèmes ayant disparu...").



Figure 4 : première soudure défectueuse

### PROBLÈMES DE FABRICATION

En regardant plus attentivement, on se rend vite compte que l'ensemble de la fabrication est "sensible" : soudures mal faites, câbles quasi sectionnés...

Les soudures des câbles de liaison seront toutes refaites, les câbles trop fragiles remplacés.

### PROBLÈME BÊTEMENT MATÉRIEL

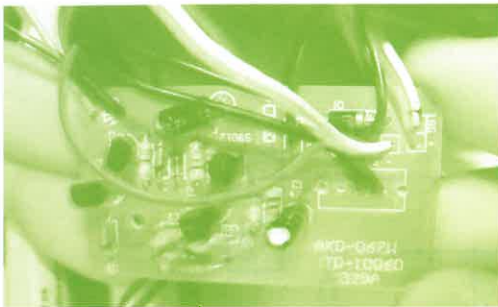


Figure 5 : soudures de la câblerie sur la platine

Les soudures dans la cellule solaire posent problème :

- comment insérer la panne d'un fer à souder dans ce (trop) petit orifice?
- où trouver un fer assez long et fin?
- qui aura la main assez sûre pour ne pas trembler au moment délicat?

→ Problème reporté à plus tard, le fer et la main infallible n'ayant pas été trouvés...(J'avais fait un appel du pied à un ami chirurgien aux doigts de fée, mais qui n'a pas semblé adhérer. Cela aurait pu être un très bel échange...).

### COMMENT ÇA MARCHE ?

La première approche étant effectuée, il est en effet temps de les orienter vers l'acquisition de connaissances.

Il faut ainsi les stopper dans leurs évolutions et relier la lampe aux connaissances électroniques acquises à l'IUT.

Ils ont pu voir (de leurs propres yeux !) que la lampe ne contient pas d'ampoule, mais une LED qu'on leur dira être à "haute luminosité". Ce terme ne leur est pas totalement inconnu, mais ne leur a pas semblé digne d'intérêt jusqu'alors : pas de "LEDs haute luminosité" dans les émetteurs 40Mhz, ni dans les asservissements ou les convertisseurs de l'électronique de puissance, ni dans leurs ordinateurs... On leur rappelle donc que le sujet est d'une actualité brûlante, tant du côté des écologistes que des manufacturiers de l'automobile par exemple (éclairage, feux de position,...).

Un premier questionnement sur le fonctionnement du dispositif les incite à regarder les composants présents sur la plaque : diodes, transistors, résistances...

Les solutions techniques proposées par les étudiants tiennent compte des multiples composants aperçus, mais sont irréalistes. En effet, le dispositif doit être économe en énergie, notamment car l'utilisation normale se fait sur batterie (quand le soleil ne fournit pas d'énergie !). Le rendement doit être élevé, ce qui exclut un fonctionnement linéaire des transistors.

→ On rejoint là l'enseignement de l'électronique de puissance et ses concepts mis en avant dans toutes les séquences d'enseignement concernées.

Malheureusement, nous n'avons pas le schéma de la carte (sacrés Chinois, ils n'auraient pas pu le joindre ?), il nous faut donc partir de la carte en notre possession et retrouver le dit schéma. Nous allons donc nous livrer à du "reverse engineering", le terme est plus valorisant et adopté dans certaines entreprises...en plus il est fun !

### REVERSE ENGINEERING

A ce stade, les étudiants ont eu beaucoup de difficultés, la procédure leur étant inhabituelle. Elle leur semblait même déplacée : « on doit trouver ça sur internet », « on va perdre du temps », « plus personne ne fait ça de nos jours », et autres fausses bonnes raisons...

Quelques heures de recherches infructueuses sur internet plus tard, ils ont dû s'y mettre ; nous sommes passés alors du « on n'y arrivera pas » à « on ne comprend pas », ce qui représente une progression dans leur démarche.

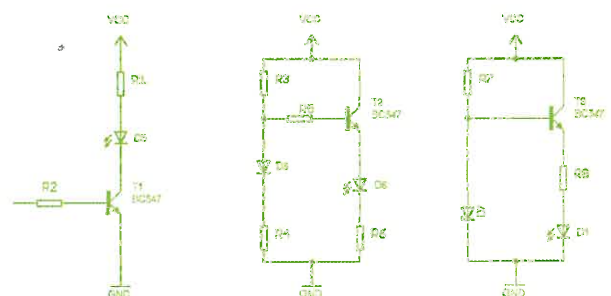


Figure 6 : réponses des étudiants sur la constitution de l'électronique de la lampe

## ÉCHOS DU COLLOQUE DE MARSEILLE

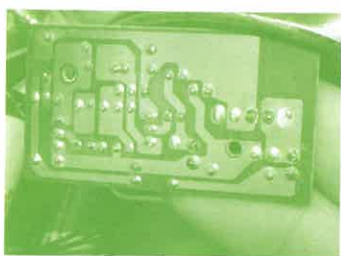


Figure 7 :  
le circuit imprimé de la lampe

La problématique est alors de savoir si l'on « fait le travail à leur place » comme cela se voit souvent ou bien si l'on peut leur donner le coup de pouce qui déblocuera la situation...

Après questionnement, il apparaît qu'ils ont reconnu dans le « gros composant bleu » une résistance « un peu plus puissante que les autres certainement », et qu'ils refusent d'envisager un fonctionnement autre que linéaire. Leurs schémas manuscrits sont par ailleurs trop peu soignés pour être compréhensibles, d'autant que la solution technique utilisée peut vraisemblablement leur sembler exotique, et à juste titre déroutante.

Il m'a bien fallu admettre que **les étudiants faisaient un « blocage psychologique »** (refus d'obstacle), il m'a fallu tenter de leur montrer comment un travail suffisamment propre et ordonné pouvait aboutir :



Figure 8 : reconstitution manuscrite de l'implantation des composants

Après un premier relevé et une reconstitution manuscrite de la superposition pistes-composants (figures 7 et 8), j'ai recréé un schéma structurel ordonné, avec les diverses « alimentations » et composants externes via leurs connexions (figure 9).

A ce stade, tout semblait se brouiller, le fonctionnement rester énigmatique et mon travail lui-même mis en doute (toujours le refus d'obstacle)...

Le meilleur moyen de les remettre en route me semblait alors de remettre la lampe en fonctionnement, et d'effectuer des mesures.

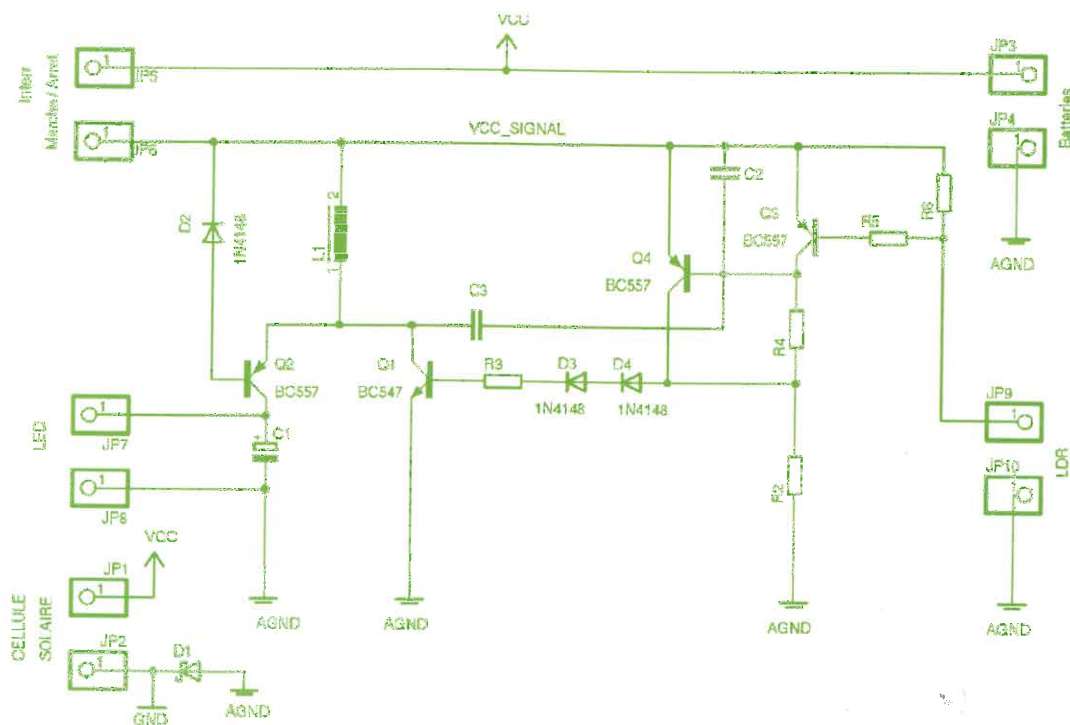


Figure 9 : schéma structurel reconstitué

### RÉPARATION DU CAPTEUR SOLAIRE

Restait le problème d'une soudure très délicate à réaliser...

De fait, nous n'avons pas trouvé de fer suffisamment fin pour effectuer directement la soudure.

→ Cela a alors été l'occasion de leur suggérer de **trouver la personne ayant les compétences pour réaliser le travail, qualité précieuse dans le cadre de l'activité professionnelle.**

Nous avons fait appel au technicien avec lequel nous travaillons en électronique de puissance, qui a trouvé une solution très rapidement : si nous ne pouvons insérer un fer dans l'ouverture existante, créons-en une à cet effet !

Nous en profiterons pour refaire toutes les soudures (cellule solaire et LDR) se situant dans la coupelle supérieure.

La nouvelle problématique étant alors de limiter la chauffe au moment de la soudure pour éviter de faire fondre le plastique !

Sans oublier le fait que, l'ouverture étant assez petite malgré tout, il fallait faire preuve d'un certain doigté pour réaliser les dites soudures.

## ÉCHOS DU COLLOQUE DE MARSEILLE

Les étudiants et notre technicien ont réalisé la réparation ensemble, ce qui leur a donné l'occasion de communiquer enfin ensemble, qualité précieuse professionnellement là encore (figure 10).



Figure 10 : la patte du technicien → la coupelle est percée sur le côté : le fer à souder aura ainsi un accès plus dégagé aux soudures à rénover



Figure 11 : étudiant et technicien collaborent pour réaliser les soudures délicates



Figure 12 : mesures avec une chaîne d'acquisition numérique

### LA RÉCOMPENSE : REMISE EN FONCTIONNEMENT ET PREMIÈRES MESURES

Evidemment, après réfection des soudures (toutes celles de la coupelle du capteur solaire ont été refaites), la lampe a fonctionné. Nous avons alors pu visualiser le fonctionnement de l'oscillateur et expliquer son fonctionnement, mais c'est une autre histoire...

Le laboratoire d'électronique de puissance est équipé d'oscilloscopes numériques reliés à un PC, ce qui permet de réaliser des mesures fiables et d'en garder une image "non trafiquée". Les observations et mesures (ici le tension sur l'inductance, avec l'allure typique à valeur moyenne nulle) permet de les obliger à faire le lien entre l'électronique de puissance et l'"objet technique" ; plus de réfutation possible !

### COMMENT ÇA MARCHE ?

Etape délicate avec nos étudiant quelque peu rétifs à l'étude théorique. On peut toutefois leur faire observer des formes d'ondes caractéristiques :

- La tension sur le collecteur de Q1 ressemble bien à ce que l'on trouve dans un hacheur "académique"
- La tension aux bornes de la LED est "suffisamment lissée" pour pouvoir être considérée comme constante

Sans aller "trop loin" dans la théorie, on en revient à la **technologie** et à la notion de « ce qui est suffisant » pour que le dispositif fonctionne, du point de vue du fabricant et de l'utilisateur courant. Cela semble aussi « suffisant » pour les étudiants, je ne les sens pas prêts à en comprendre beaucoup plus.

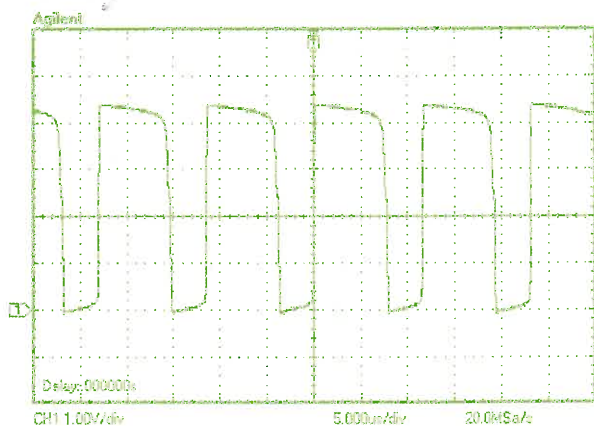


Figure 13 : tension "hachée" sur le collecteur de Q1

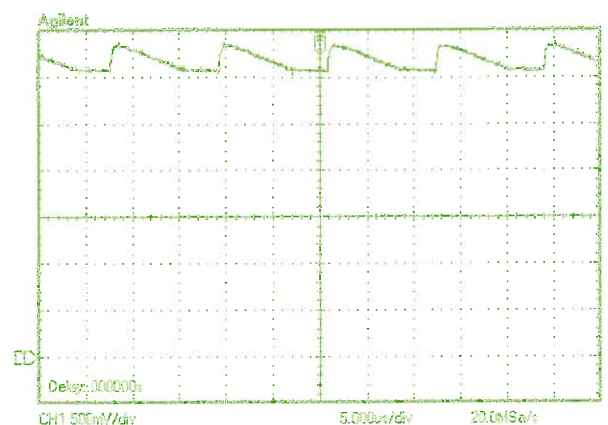


Figure 14 : la tension aux bornes de la LED est presque constante en phase d'éclairement

## ÉCHOS DU COLLOQUE DE MARSEILLE

**Quelques explications rapides :**

- Les transistors Q1 et Q2 conduisent alternativement (charge et décharge en courant de l'inductance)
- L'ensemble LED+C1 est ainsi alimenté par un courant "carré"
- C1 est une "source de tension" (au sens de l'électronique de puissance) permettant à la diode de fonctionner à tension quasi constante
- L'inductance L1 est un "générateur de courant" au sens de l'électronique de puissance
- La mise en fonctionnement de l'ensemble est réalisée par la tension issue de la LDR, influençant sur la conduction de Q3 → phase un peu trop délicate, les étudiants n'arrivent pas à se concentrer sur cet aspect. Il me faut arrêter là l'approche théorique sous peine de "rester seul en course". Or, nous ne sommes pas en amphi ; **seul compte ce qu'ils retiendront réellement.**

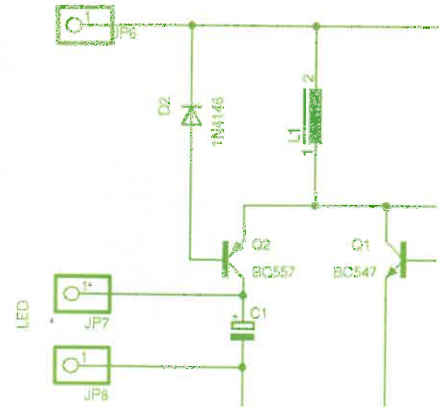


Figure 15 : un oscillateur sommaire pour un "hacheur analogique" (?)

**LES POINTS FORTS DE CETTE DÉMARCHE**

Ce projet a nécessité un suivi très proche des étudiants, ne serait-ce pour les guider là où ils ne voudraient pas aller... En contrepartie, le sujet reste à dimension humaine : pas de compilateur obscur et ses célèbres « syntax error », l'appareil, sa destination et ses constituants restent proches du citoyen que nous sommes tous.

D'autre part, rien n'est défini à l'avance dans l'évolution de ce type de projet. On sait y trouver des "points inattendus", comme la gestion de LEDs haute luminosité (encore trop souvent négligées) par exemple ; on sait que cela justifiera aussi tout naturellement des recherches sur les cellules photovoltaïques et ce que l'on appelle leur "démocratisation". L'apport technique est présent pour peu que l'on veuille l'exploiter ; pour les étudiants mais aussi pour les enseignants : ici, l'utilisation de transistors bipolaires est digne de ce que faisaient les créateurs des département GEIL. Les plus jeunes d'entre nous peuvent découvrir ces techniques jamais obsolètes, la preuve nous en est donnée par nos concepteurs chinois...

Surtout, cela implique une démarche multi-compétences, soit personnelle (électronique analogique et électronique de puissance dans notre cas) soit en coopération avec d'autres personnes que l'on devra aller trouver ; on devra s'informer pour trouver les compétences. On sort alors du cadre scolaire du projet tout ficelé, calibré, qui doit rentrer dans les "n" heures allouées. Cela me semble en tout cas une approche très professionnelle !

Bien sûr, on ne sait jamais ce que cela va réellement donner, et cela ne peut pas être généralisé (quoi qu'en disent les PPN) car nous avons tous affaire en IUT à un nombre important d'étudiants simultanément.

Néanmoins, nous avons encore cette liberté de pouvoir nous adapter, sortir des sentiers stéréotypés quand l'occasion se présente, et de faire un travail plaisant et de qualité.

# MAQUETTE HYDROÉLECTRIQUE

par JM. Roussel, P. Rebeix

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

Courriel : [jean-marc.roussel@univ-orleans.fr](mailto:jean-marc.roussel@univ-orleans.fr) - [pascal.rebeix@univ-orleans.fr](mailto:pascal.rebeix@univ-orleans.fr)

## I. INTRODUCTION

La production d'électricité consomme environ le tiers de l'énergie primaire mondiale et contribue à l'épuisement des énergies fossiles ainsi qu'à l'émission de gaz à effet de serre. C'est pourquoi, ces dernières années le développement des énergies renouvelables a été fortement encouragé.

L'Union Européenne (UE) a pris l'engagement de parvenir à ce que la consommation finale d'énergie dans l'UE soit assurée à 20 % par des sources d'énergies renouvelables d'ici 2020 ainsi qu'à une réduction de 20 % des émissions de CO<sub>2</sub>. L'essor industriel créé par le développement des énergies renouvelables offre de nouveaux emplois qualifiés pour nos étudiants.

Dans le cadre du module complémentaire sur les énergies renouvelables, le département GEII de l'IUT de l'Indre a été amené à développer des travaux pratiques et donc à créer des maquettes en projet sur l'éolien, le solaire photovoltaïque et l'hydroélectrique afin de sensibiliser les étudiants à la production d'électricité à partir des énergies renouvelables (ER).

Le but de cet article est de décrire une maquette hydroélectrique de 1,2 kW, basé sur la structure présentée à la figure 1.

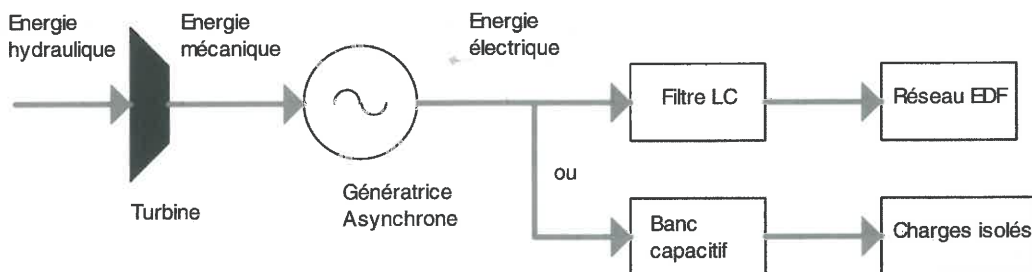


Figure 1 : Schéma

Cette maquette permet d'expérimenter, le comportement d'une centrale hydroélectrique reliée au réseau EDF ou connectée à des charges isolées (fonctionnement autonome). Dans une première partie, nous ferons la description physique et matérielle de cette maquette, en spécifiant le matériel retenu pour la réalisation des différents blocs fonctionnels : la turbine, l'alternateur et la connexion au réseau. Puis, dans une seconde partie, nous présenterons plus particulièrement les relevés expérimentaux réalisés en mode autonome.

## II. PRÉSENTATION DE LA MAQUETTE

La maquette, dont la description est présentée à la figure 2, comporte quatre parties : la production hydraulique, une turbine, une machine asynchrone dont le fonctionnement en génératrice permet de convertir l'énergie hydraulique de la turbine en énergie électrique et la connexion de cet ensemble de production d'énergie au réseau 400 Volts de l'IUT, assurée par un filtre LC (cette partie n'apparaît pas sur le schéma de la figure 2).

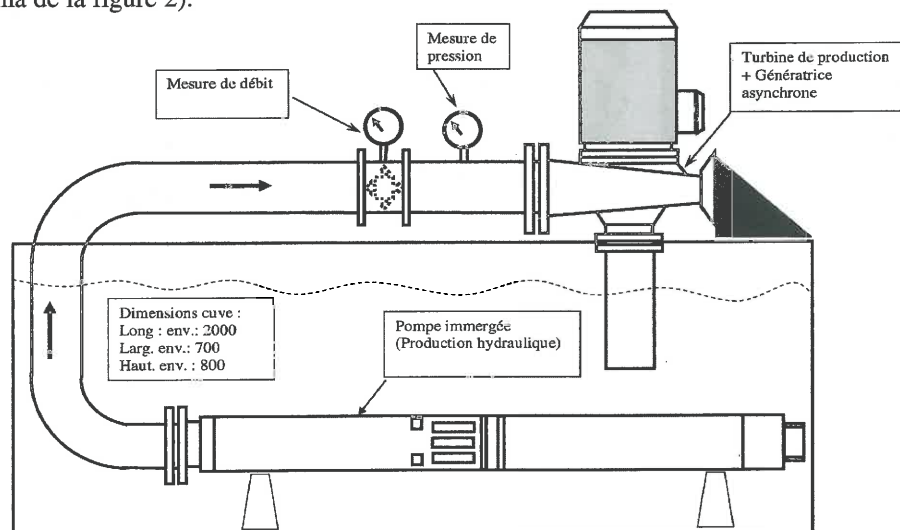


Figure 2 : Description de la maquette

Tous les convertisseurs d'énergie utilisés sur cette maquette sont industriels (figure 3), de marque Leroy Somer afin de simplifier le développement pour des étudiants de niveau DUT GEII.

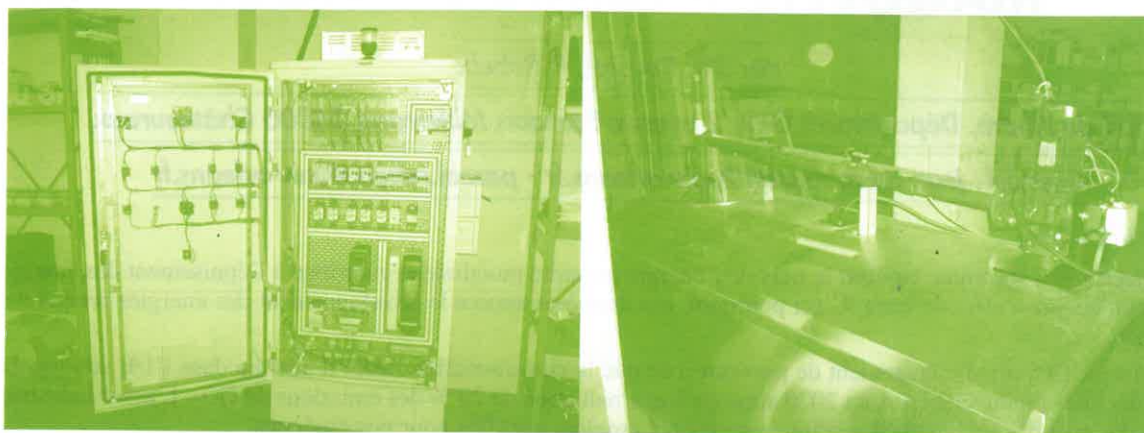


Figure 3 : Armoire électrique et partie opérative de la maquette

### A. Production hydraulique

L'utilisation de l'eau pour produire de l'énergie électrique date de la fin du XIXe siècle et l'hydraulique reste encore aujourd'hui la première source renouvelable d'électricité au niveau mondial.

On distingue trois grandes familles de centrales hydroélectriques : les centrales au fil de l'eau avec hauteur de chute d'eau relativement faible, les barrages de retenue de hauteur significative et les centrales de pompes.

Les turbines des centrales hydroélectriques sont activées par la force de l'eau passant d'un niveau supérieur à un niveau inférieur. La turbine transforme l'énergie cinétique de l'eau en énergie mécanique, laquelle entraîne un alternateur qui produit de l'électricité.

La puissance électrique récupérable s'exprime selon [1], où  $\eta$  est le rendement global de l'installation hydroélectrique,  $\rho$  est la masse volumique de l'eau en  $\text{kg.m}^{-3}$ ,  $Q$  le débit turbinable en  $\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ,  $g$  l'accélération de la pesanteur et  $\Delta H$  la dénivellation de la chute d'eau.

$$P_{\text{élec}} = \eta \cdot \rho \cdot Q \cdot g \cdot \Delta H [1]$$

Dans notre maquette, une pompe immergée est chargée de recréer la chute d'eau à débit et hauteur variable. Elle est alimentée par variateur de vitesse à contrôle vectoriel de flux. Le variateur permet d'obtenir une régulation hydraulique traditionnelle à savoir un réglage du débit turbiné.

### B. Turbine

Les turbines sont de trois types : les Kaplan, les Francis et les Pelton, cf. figure 4. C'est la hauteur de chute qui détermine principalement le choix du type de turbine.



Figure 4 : Turbine Kaplan, Francis et Pelton

La plupart des turbines exploitent l'énergie de pression et l'énergie cinétique de l'eau : ce sont des machines à réaction. Par contre, la turbine Pelton qui n'utilise que l'énergie cinétique de l'eau est appelée turbine à action.

Pour des microcentrales de puissances inférieures à 50 kW, il est possible d'utiliser des pompes centrifuges légèrement modifiées pour fonctionner en turbines. Les modifications techniques portent sur le corps de la pompe et sur la roue. Les courbes de fonctionnement en turbine sont inversées par rapport au fonctionnement en pompe. Les avantages sont une réduction de l'encombrement et un coût deux à trois fois moins cher qu'une turbine. Les principaux inconvénients sont l'absence de réglage et le coup de bélier lors du départ classique d'emballement.

La turbine de notre maquette est donc réalisée par une pompe centrifuge alimentée en eau au niveau de la tubulure de sortie. L'eau sort par l'entrée de la pompe. La roue de la pompe centrifuge a un comportement proche d'une turbine de type Francis. Le rendement de la pompe centrifuge est conservé lorsque l'on passe en turbine.

C. Génératrice asynchrone

Les machines asynchrones équipent à ce jour la majorité des dispositifs de production d'électricité pour des puissances inférieures ou égales à 2 MW en éolien et hydraulique. Les génératrices asynchrones (GAS) présentent par rapport aux génératrices synchrones (GS) une robustesse plus élevée et un encombrement plus réduit.

En France, EDF impose, en général, aux producteurs autonomes d'utiliser des GAS pour des puissances inférieures à 1 MW.

Dans le cas où les GAS sont reliées au réseau, ce dernier impose directement l'amplitude et la fréquence des grandeurs statoriques. Le fonctionnement en génératrice est obtenu lorsque la machine asynchrone tourne à une vitesse supérieure à celle du synchronisme. Dans ce cas, la GAS génère de la puissance active qui est débitée sur le réseau mais elle absorbe de la puissance réactive nécessaire à sa magnétisation.

Dans le cas d'un fonctionnement autonome, les grandeurs statoriques ne sont plus imposées et il faut fournir à la GAS la puissance réactive nécessaire à la magnétisation. Le cas le plus simple consiste alors à connecter en parallèle aux enroulements statoriques, un banc capacitif, cf. figure 5. Cette solution nécessite la présence permanente de l'enseignant lors des essais lors de mauvaises manipulations par les étudiants : des tensions élevées peuvent être produites ce qui endommagerait le bobinage de la machine et le banc capacitif.

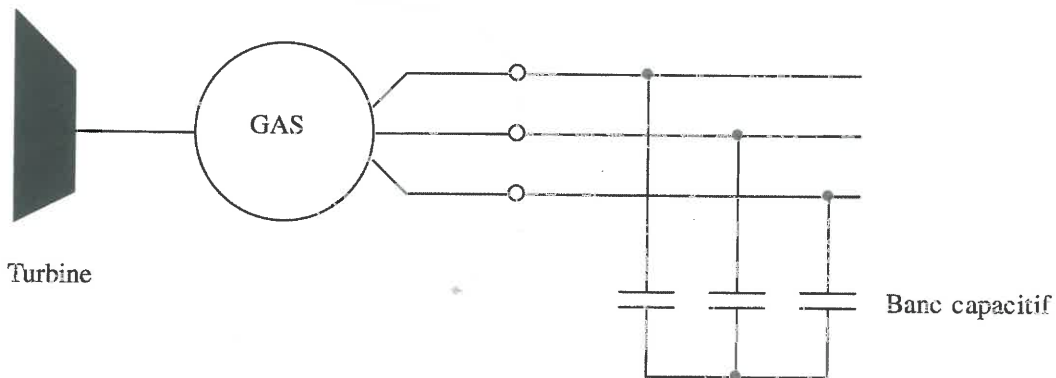


Figure 5: GAS en fonctionnement autonome

Dans ce mode de fonctionnement, la vitesse de rotation de la GAS doit être fixée dans une plage restreinte afin de maintenir une fréquence des grandeurs statoriques proche de 50 Hz. De plus, il faut calculer la valeur du banc capacitif qui permet l'amorçage ou l'auto excitation de la génératrice. Cela est effectué à partir du modèle équivalent par phase de la machine asynchrone.

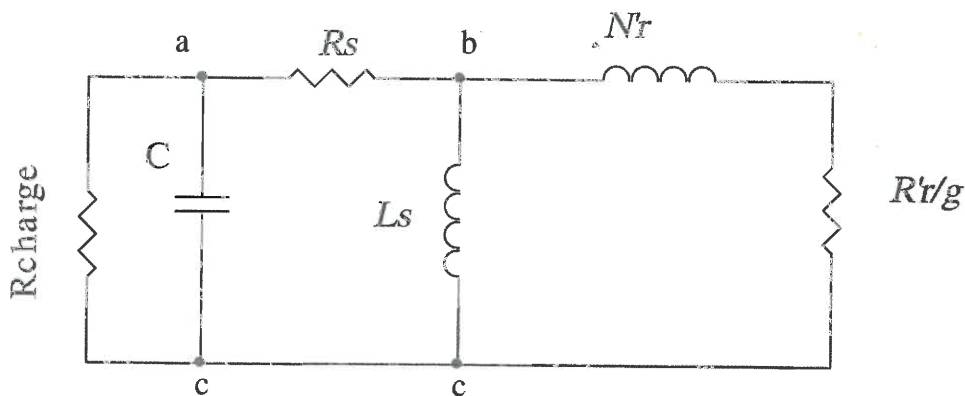


Figure 6: Schéma équivalent de la GAS

Pour une GAS débitant sur un réseau résistif, la loi des mailles appliquée au circuit de la figure 6 donne :

$$\underline{Z}_{ac} + \underline{Z}_{ab} + \underline{Z}_{bc} = 0 \quad [2]$$

La résolution de l'équation [2] conduit à deux équations (partie réelle et partie imaginaire) qui permettent de définir le domaine d'amorçage et notamment deux valeurs possibles du glissement. Pour un fonctionnement à vide, on montre qu'une seule valeur du glissement correspond à une réalité physique ce qui conduit à l'expression [3] de la capacité fournissant la puissance réactive nécessaire à l'auto-amorçage.

$$C \cong 1/(L_s \omega^2) \quad [3]$$

On a simplifié le problème en négligeant la saturation du circuit magnétique de la machine. Il faudrait en tenir compte à travers l'inductance magnétisante  $L_s$  qui est une fonction non linéaire du courant magnétisant.

### III. RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

#### A. Fonctionnement autonome

Afin de valider la démarche de modélisation d'une centrale hydroélectrique, nous avons effectué des essais en mode autonome non régulé et avec connexion au réseau EDF.

La figure 7 décrit l'évolution de la tension statorique en fonction de la puissance réactive fournie à la GAS. Pour une puissance réactive nulle (aucun condensateur connecté), la machine délivre une quinzaine de volts. En effet, le rotor cette machine est soumis à la mémoire magnétique due à une utilisation antérieure. La GAS s'amorç véritablement à partir de 0,75 kvar, avant le circuit statorique n'est pas suffisamment magnétisé pour délivrer une véritable tension aux bornes des enroulements. À partir de 1,1 kvar, l'augmentation de la tension de la machine est réduite car le circuit magnétique est saturé.

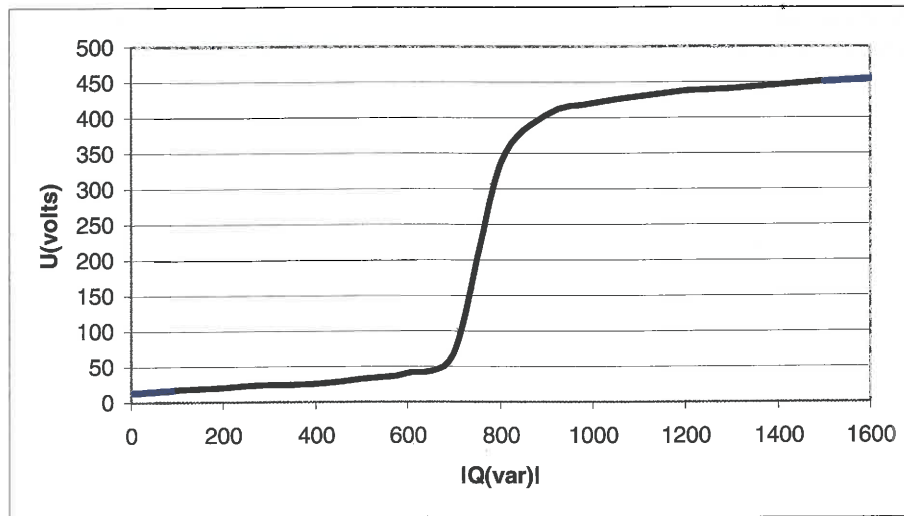


Figure 7 : Caractéristique  $U = f(Q)$  à vide

Les courbes de la figure 8 montrent pour des charges résistives que, pour obtenir une tension d'utilisation donnée, il est nécessaire de prévoir plusieurs valeurs de condensateurs.

La batterie de condensateurs devra être ajustable sinon la tension délivrée par la GAS peut dépasser les valeurs nominales.

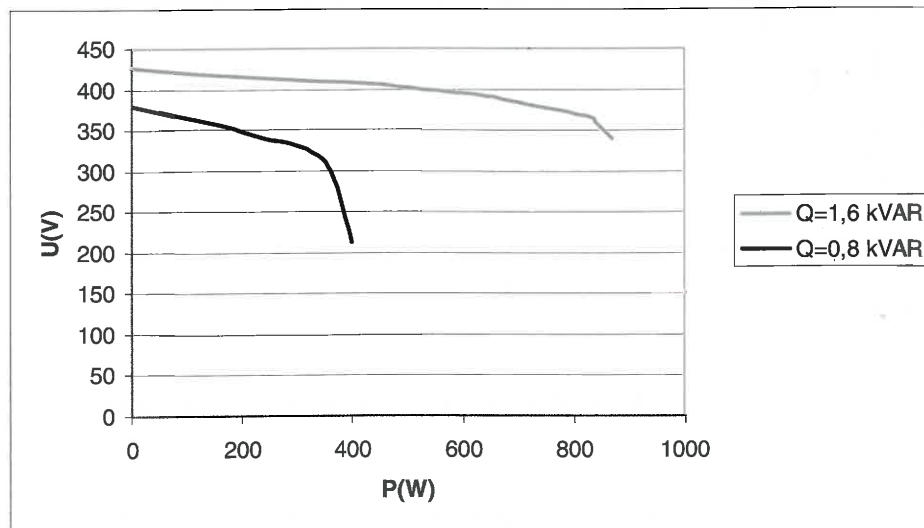


Figure 8 : Courbes de fonctionnement d'une GAS

On peut également, réaliser en fonctionnement autonome une régulation de tension par absorption d'énergie. Ce mode de fonctionnement est prévu par la maquette.

En figure 9, lorsque l'on accélère progressivement le débit d'eau, on constate l'apparition d'une tension aux bornes de la GAS à partir d'une certaine vitesse due à l'aimantation rémanente. Cette tension suffit à amorcer l'excitation de l'ensemble génératrice condensateurs. (voir page suivante)



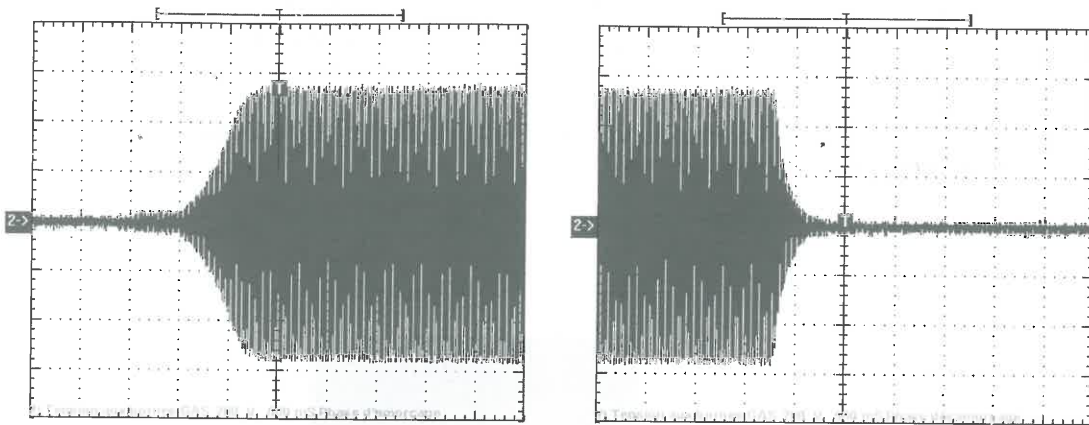


Figure 9: Tension statorique lors de l'amorçage et du désamorçage

Si l'on déconnecte une capacité, le processus d'auto-excitation est maintenu si la valeur des capacités restantes est suffisante pour maintenir la tension statorique sinon la tension statorique s'écroule (figure 10).

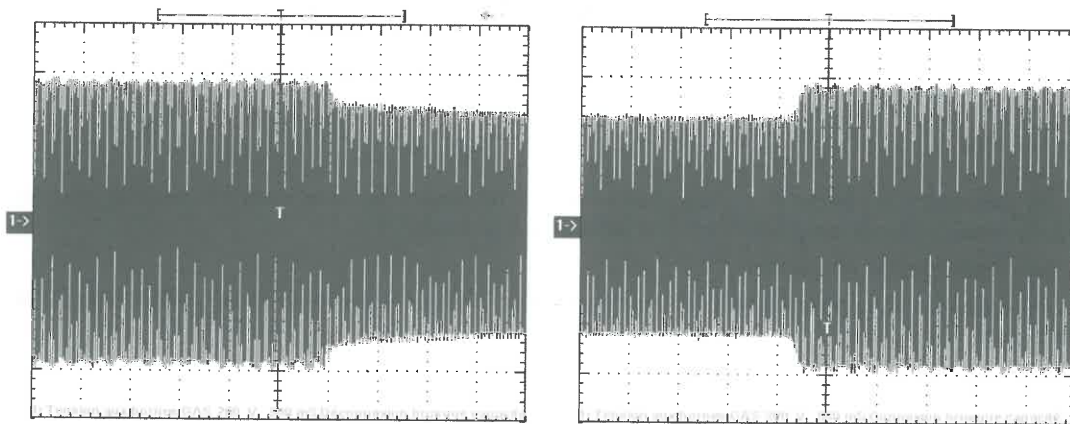


Figure 10: Tension statorique lors d'une déconnexion et connexion brusque d'une capacité

La variation du débit a une influence sur la tension statorique d'où la nécessité d'une boucle de régulation hydraulique au niveau de la turbine (figure 11).

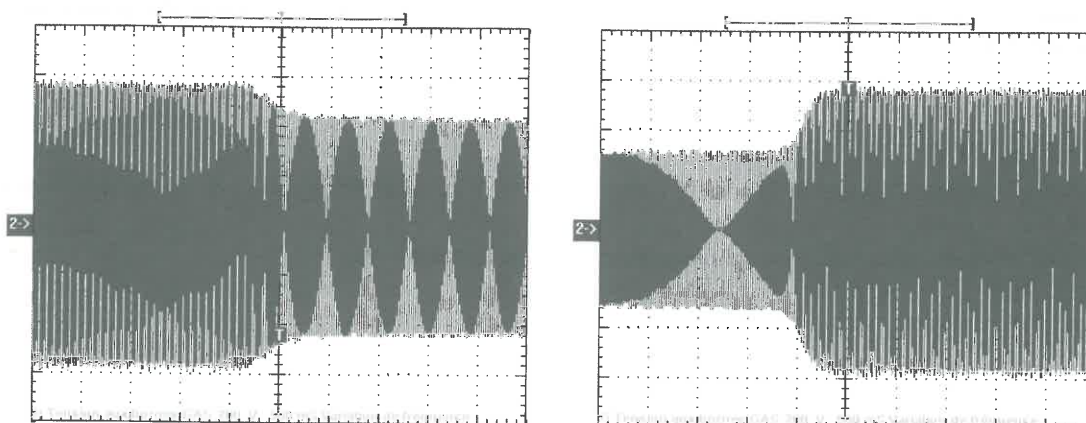


Figure 11: Tension statorique lors d'une augmentation ou diminution du débit d'eau

### B. Couplage au réseau

La figure 12 présente le couplage de la génératrice au réseau EDF. Pour coupler une GAS sur le réseau, on l'accélère progressivement jusqu'à sa vitesse de synchronisme  $N_s$ . À cette vitesse, le couple de la machine est nul et le courant minimal. Contrairement à une GS, il n'est pas nécessaire de synchroniser la GAS vis-à-vis du réseau au moment du couplage car le rotor n'est pas polarisé tant que le stator n'est pas sous tension.

Au moment du couplage, on observe une pointe de courant très brève correspondant à l'appel de puissance réactive et à l'opposition de phases des flux stator et rotor flux rotor (rémanent).

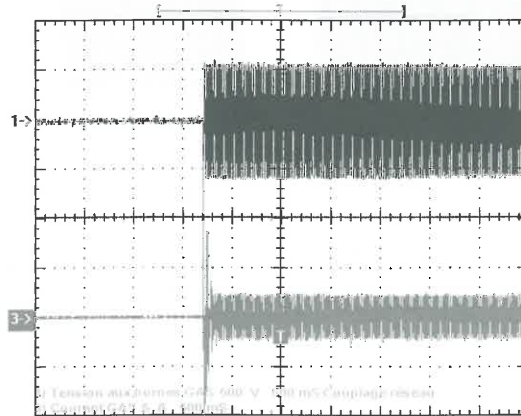


Figure 12 : Tension et courant statoriques lors du couplage au réseau

Pour des GAS de fortes puissances, on insère un gradateur en série avec les phases du stator lors de la phase de couplage pour diminuer l'appel de puissance réactive au réseau qui pourrait être préjudiciable à la machine.

Le gradateur est ensuite shunté par un contacteur.

Le découplage de la GAS du réseau ne pose aucun problème particulier. Dès que la machine est découplée, elle est désamorcée et n'a plus de tension à ses bornes.

## IV. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Cette maquette permet de sensibiliser les étudiants à la production d'électricité à partir de l'énergie hydraulique et à l'utilisation de génératrices asynchrones que l'on retrouve aussi dans l'éolien. Les différents relevés expérimentaux présentés valident le bon fonctionnement de l'ensemble.

De plus, elle permet en mode autonome de réguler la fréquence et la tension lorsque la puissance consommée par l'utilisateur ou la puissance fournie par la turbine varient. Ce mode de fonctionnement n'a pas été décrit dans l'article. Il consiste à adapter la puissance consommée à la puissance produite en utilisant un régulateur électronique par absorption d'énergie. Ce dernier est réalisé dans la maquette par un variateur de fréquence et sa résistance de freinage.

## V. REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Monsieur Pelletier de la société Leroy Somer pour sa contribution au développement de cette maquette ainsi qu'à sa disponibilité.

Leroy Somer va prochainement commercialiser une maquette didactique du même type.

# IDENTIFICATION ET COMMANDE D'UN GROUPE VARIATEUR DE VITESSE : UNE APPROCHE INTERDISCIPLINAIRE

par Serge Bouter<sup>1</sup>, Rachid Malti<sup>1,2</sup>, Camille Armand<sup>1</sup>

Université de Bordeaux

<sup>1</sup>IUT Bordeaux 1, 15 rue Naudet 33175 Gradignan Cedex, France

<sup>2</sup>IMS UMR 5218 CNRS, 351, cours de la Libération

F 33405 Talence cedex - France

{serge.bouter, rachid.malti, camille.armand}@u-bordeaux1.fr

## I. PRÉSENTATION DU CONTEXTE

### A. Nature des parcours proposés en deuxième année

Aujourd'hui, qu'ils souhaitent une insertion professionnelle ou une poursuite d'études vers d'autres formations de l'enseignement supérieur, les étudiants du DUT GEII[1] doivent construire leur parcours à partir des modules proposés dans leur département.

Ainsi, le département GEII de l'IUT de Bordeaux offre, au semestre 4, quatre possibilités de parcours. Chaque possibilité approfondit un thème à partir des modules complémentaires établis par le PPN. On peut distinguer quatre colorations correspondant respectivement à quatre groupes de TD :

- Énergies renouvelables,
- Électronique pour les transmissions,
- Réseaux industriels,
- Poursuites d'études.

C'est ce dernier groupe qui est concerné par l'expérience d'enseignement présentée dans cet article. Si cette expérience s'appuie pour une bonne part sur l'enseignement de l'informatique industrielle, celui des mathématiques y joue un rôle important.

### B. Enseignement de l'informatique industrielle

Une partie de l'enseignement de l'informatique industrielle au sein du département permet aux étudiants de se familiariser avec les aspects logiciels et matériels des microcontrôleurs. D'un point de vue pratique, cet enseignement utilise le plus souvent des cartes cibles équipées du microcontrôleur étudié et des cartes périphériques permettant aux étudiants de se familiariser avec les entrées et les sorties. La maquette

pédagogique développée permet d'aborder toutes les bases de l'enseignement des microcontrôleurs et de mettre en œuvre les périphériques les plus courants : entrées tout ou rien (interrupteurs), sorties tout ou rien (LED), clavier matriciel, afficheur LCD, entrées analogiques, liaisons série et parallèle, ... Des dispositifs annexes sont associés à cette maquette pour réaliser des projets spécifiques.

Les thèmes traités en informatique au semestre 3 et en partie au semestre 4 sont identiques pour tous les groupes. La dernière partie du semestre 4 est consacrée à des projets qui mettent l'accent sur la spécificité du parcours choisi.

Ainsi, par exemple, le groupe « Électronique pour les transmissions » traite un sujet mettant en œuvre le filtrage numérique.

Quant au groupe « Poursuite d'études », il traite un sujet qui requiert un certain « goût » pour les mathématiques. Par ailleurs, ce groupe doit suivre des modules complémentaires de mathématiques, ce qui le pré-dispose à ce type de sujet.

## II. PROBLÈME ÉTUDIÉ ET APPROCHE INTER-DISCIPLINAIRE

### A. Description du problème

La commande d'un groupe de variation de vitesse, constitué d'un moteur à courant continu et d'un hacheur, passe par une phase d'étude, afin de mettre en évidence certains paramètres pouvant renseigner sur son comportement et sa dynamique.

Dans le cadre des enseignements d'automatique du semestre 3, l'identification de systèmes s'appuie sur des méthodes graphiques temporelles ou fréquentielles. Après avoir choisi la structure d'un modèle linéaire à temps continu, on procède à l'estimation paramétrique de ce dernier. Suite à

cette identification, un régulateur est synthétisé, selon un cahier des charges.

Cette même procédure est aujourd'hui appliquée en vue de la synthèse d'une commande par ordinateur. L'identification à temps discret y est traitée par les moindres carrés, méthode rarement abordée au niveau DUT.

### B. Organisation des enseignements associés au projet

Ce projet est constitué de deux parties, l'une « théorique » et l'autre « pratique », et occupe des créneaux d'enseignement de mathématiques et d'informatique industrielle.

Dans la partie « théorique », l'algorithme des moindres carrés classique est abordé avec l'enseignant de mathématiques à partir d'un exercice. Après présentation du critère quadratique, l'enseignant demande aux étudiants :

- de retrouver, à partir d'un ensemble de questions, l'algorithme ;
- d'appliquer cet algorithme sur un ensemble réduit de mesures.

La partie « pratique » du projet est constituée de quatre phases :

- programme d'acquisition de mesures,
- identification du système,
- synthèse du correcteur,
- programmation de la commande du moteur à courant continu.

### III. PRÉ-REQUIS DU GROUPE « POURSUITE D'ÉTUDE »

En semestre 3, les étudiants suivent un enseignement d'automatique à temps continu dans lequel sont développés les points suivants :

- les systèmes bouclés,
- l'analyse fréquentielle et temporelle des systèmes bouclés,
- la marge de phase et la marge de gain,
- les correcteurs et leurs fonctions,
- ...

Par ailleurs, l'informatique industrielle permet d'exposer les éléments nécessaires au projet, à savoir :

- les interruptions,
- les entrées/sorties Tout Ou Rien (TOR),
- la liaison série,
- la conversion analogique-numérique,

- la modulation de largeur d'impulsion (PWM pour Pulse Width Modulation),
- ...

Le groupe « Poursuite d'étude » n'intègre pas dans son parcours l'étude de la commande numérique. Cependant, il connaît, pour l'avoir abordé en mathématiques et en électronique, la transformée en Z et les équations récurrentes. Il bénéficie au semestre 4 de modules de mathématiques supplémentaires qui permettent de traiter la partie « théorique » du projet.

Ce projet doit montrer certains outils mathématiques utilisés en automatique à des étudiants dont le parcours est fortement orienté vers des études longues. En effet, la partie automatique à temps discret sera éventuellement étudiée et approfondie dans leur futur cursus universitaire.

### IV. DIDACTISATION DE L'ALGORITHME DES « MOINDRES CARRÉS »

L'algorithme des « moindres carrés », appliqué sur un système du premier ordre, est étudié selon deux approches différentes, la première basée sur la notation scalaire et la deuxième sur la notation matricielle.

Les conditions de validité de cet algorithme (excitation persistante, bruit de mesure blanc et de valeur moyenne nulle, estimation paramétrique biaisée en présence de bruit, ...) ne sont pas évoquées. Ces aspects sont généralement vus au niveau Master.

#### A. Formulation du problème de minimisation de l'erreur quadratique

Le système mis à la disposition des étudiants (Fig. 1) est constitué d'un hacheur et d'un moteur à courant continu. Ce dispositif est piloté à partir du microcontrôleur 68HC12. L'objectif, dans un premier temps est d'identifier ce système en se fixant une structure de modèle à temps discret linéaire du premier ordre, décrite par l'équation de récurrence suivante :

$$y_k^M = a \cdot y_{k-1}^M + b \cdot u_{k-1}$$

où  $u_k$  et  $y_k^M$  sont respectivement l'entrée et la sortie du modèle à l'échantillon  $k$ . Cette équation est associée à une période d'échantillonnage  $T_e$ .

L'erreur de sortie à l'échantillon  $k$  s'écrit :

$$e_k = y_k - \hat{y}_k$$

soit en remplaçant  $\hat{y}_k$  par son expression :

$$e_k = y_k - \left( \frac{b q^{-1}}{1 - a q^{-1}} \right) u_k$$

où  $q^{-1}$  représente l'opérateur retard. La minimisation de la norme quadratique de l'erreur de sortie (équation précédente) aurait nécessité l'implantation d'un algorithme à base du gradient, ce qui n'est pas envisageable au niveau DUT.

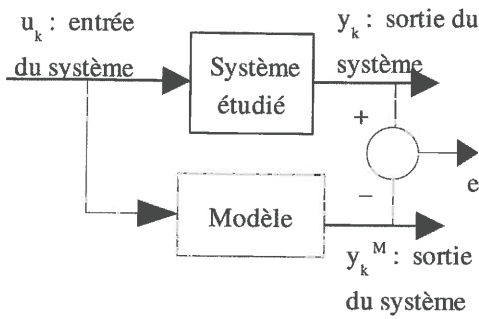


Fig. 1 : Système d'entrée/sortie

Il est préférable de définir l'erreur d'équation, aussi appelée erreur de modèle [2] :

$$\epsilon_k = (1 - a q^{-1}) e_k = (1 - a q^{-1}) y_k - b q^{-1} u_k$$

qui peut aussi s'écrire :

$$\epsilon_k = y_k - a y_{k-1} - b u_{k-1} \quad (1)$$

L'objectif ici est de minimiser la norme quadratique de l'erreur d'équation sur les  $K$  mesures d'entrée sortie.

$$\|\epsilon\|(a, b) = \sqrt{\frac{1}{K} \sum_{k=1}^K (y_k - a y_{k-1} - b u_{k-1})^2}$$

Puisque la fonction quadratique est croissante, minimiser le carré de la norme quadratique revient à minimiser la norme quadratique :

$$J(a, b) := \|\epsilon\|^2(a, b) = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K (y_k - a y_{k-1} - b u_{k-1})^2 \quad (2)$$

Les notations  $J(a, b)$  et  $\|\epsilon\|(a, b)$  sont préférées afin de montrer que l'erreur quadratique est une fonction de deux variables  $a$  et  $b$ . Le calcul du minimum de  $J$  conduit à l'évaluation des paramètres  $a$  et  $b$  optimaux, par la méthode des moindres carrés, étudiée selon deux approches différentes, la première basée sur la notation scalaire et la deuxième sur la notation matricielle.

**B. Première approche : notation scalaire**

Cette première approche s'intègre dans la progression mathématique en proposant une synthèse de l'étude de fonctions à plusieurs variables (ici 2).

En effet, pour minimiser  $J(a, b)$ , il est nécessaire d'étudier la dérivée de  $J$  par rapport à  $a$  et à  $b$ . Ainsi, les étudiants doivent :

- exprimer  $\frac{dJ}{da}$  et  $\frac{dJ}{db}$ ,
- montrer, qu'en posant  $\frac{dJ}{da} = 0$  et  $\frac{dJ}{db} = 0$ , ils obtiennent un système de deux équations linéaires de la forme :
 
$$a \cdot \alpha + b \cdot \beta = \chi \quad (3)$$

$$a \cdot \beta + b \cdot \lambda = \delta \quad (4)$$
- de donner les expressions de  $\alpha, \beta, \chi, \lambda$  et  $\delta$  en fonction des entrées  $u_k$  et des sorties  $y_k$ ,  $k = 1, 2, \dots, K$ .

*Exercice « simple » d'application*

Un tableau de mesures est fourni aux étudiants correspondant à la réponse d'un système linéaire du premier ordre à une entrée de type échelon de Heaviside.

Ce tableau se résume à une dizaine de points pour que les étudiants puissent appliquer l'algorithme avec une calculatrice ou en utilisant un tableur. Pour dérouler les calculs le plus facilement possible, les étudiants remplissent le tableau 1.

k	y <sub>k</sub>	u <sub>k</sub>	y <sub>k-1</sub> <sup>2</sup>	u <sub>k-1</sub> y <sub>k-1</sub>	u <sub>k-1</sub> u <sub>k-1</sub>	y <sub>k</sub> y <sub>k-1</sub>	y <sub>k</sub> u <sub>k-1</sub>
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	100	396,4	0	0	0	1991
2	20	100					
3	35	100					
4	47	100					
5	58	100					
6	64	100					
7	70	100					
8	73	100					
9	78	100					
somme/9			$\alpha$	$\beta$	$\lambda$	$\chi$	$\delta$

Tableau 1: Application de l'algorithme des moindres carrés

A partir des valeurs calculées au tableau 1, les étudiants déterminent les coefficients  $a$  et  $b$  en résolvant le système d'équations (3)-(4) et expriment la fonction de transfert en  $Z$  associée au modèle de la Fig. 1.

Enfin, une validation du modèle est effectuée en superposant la réponse du modèle à celle du système sur

l'échelon qui a servi à l'identification. De plus, les étudiants constatent que la réponse du modèle correspond bien à celle du système.

C. Deuxième approche : notation matricielle

En complétant l'approche précédente par une formalisation matricielle et la détermination de la nature de l'extremum, cette deuxième approche s'intègre dans la progression mathématique en proposant une transition entre les enseignements du semestre 3 et du semestre 4. Elle permet en effet de reprendre l'étude de fonctions de plusieurs variables et de présenter le calcul matriciel comme un outil de simplification d'écriture.

Comme la tension d'entrée est supposée constante, on pose:

$$u_0 = u_k, \quad \forall k=1,2,\dots,K$$

Les paragraphes suivants résument la démarche présentée aux étudiants.

1) Ecriture matricielle de l'erreur d'équation

Posons :

$$\epsilon = \begin{pmatrix} \epsilon_1 \\ \dots \\ \epsilon_k \\ \dots \\ \epsilon_N \end{pmatrix}, \quad Y_0 = \begin{pmatrix} y_0 \\ \dots \\ y_k \\ \dots \\ y_{N-1} \end{pmatrix}, \quad Y_1 = \begin{pmatrix} y_1 \\ \dots \\ y_k \\ \dots \\ y_N \end{pmatrix} \quad \text{et} \quad U_0 = \begin{pmatrix} u_0 \\ \dots \\ u_0 \\ \dots \\ u_0 \end{pmatrix}.$$

D'après l'équation (1), pour  $k = 1, \dots, K$ , on peut facilement exprimer le vecteur de l'erreur de modèle :

$$\epsilon = Y_1 - a Y_0 - b U_0 \tag{4}$$

Rappelons que l'objectif consiste à déterminer  $a$  et  $b$  tels que la norme quadratique de l'erreur  $\epsilon$ , notée  $\|\epsilon\|$ , soit minimale.

La relation vectorielle (4), peut aussi s'exprimer sous la forme matricielle :

$$\epsilon = Y_1 - M p$$

$$\text{où} \quad M = [Y_0 \ U_0] = \begin{pmatrix} y_0 & u_0 \\ \dots & \dots \\ y_{N-1} & u_0 \end{pmatrix} \quad \text{et} \quad p = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$$

2) Ecriture matricielle de l'erreur quadratique

On montre aisément que la notation scalaire de l'erreur quadratique (2), peut s'écrire sous la forme matricielle :

$$\|\epsilon\|^2 = \epsilon^t \epsilon = (Y_1 - M p)^t (Y_1 - M p)$$

soit, en développant :

$$\|\epsilon\|^2 = Y_1^t Y_1 + p^t M M p - Y_1^t M p - p^t M Y_1.$$

On remarque que  $p^t M Y_1$  est un scalaire. Par conséquent :

$$p^t M Y_1 = (p^t M Y_1) = Y_1^t M p$$

ou encore,

$$\|\epsilon\|^2 = Y_1^t Y_1 + p Q p - 2 p S$$

$$\text{où} \quad Q = M^t M = \begin{pmatrix} y_0^2 + \dots + y_{N-1}^2 & y_0 u_0 + \dots + y_{N-1} u_0 \\ y_0 u_0 + \dots + y_{N-1} u_0 & K u_0^2 \end{pmatrix}$$

$$\text{et} \quad S = M^t Y_1 = \begin{pmatrix} y_0 y_1 + \dots + y_{N-1} y_N \\ u_0 y_1 + \dots + u_0 y_N \end{pmatrix}$$

3) Expression analytique de l'erreur quadratique

L'erreur quadratique est une fonction à deux variables :

$$\|\epsilon\|^2: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$$

$$(a, b) \rightarrow \|\epsilon\|^2(a, b)$$

$$\text{En notant} \quad Q = \begin{pmatrix} q_{11} & q_{12} \\ q_{21} & q_{22} \end{pmatrix} \quad \text{et} \quad S = \begin{pmatrix} s_1 \\ s_2 \end{pmatrix}, \quad \text{on peut}$$

exprimer le carré de l'erreur quadratique de la façon suivante :

$$\|\epsilon\|^2(a, b) = \|Y_1\|^2 + q_{11} a^2 + 2 q_{12} a b + q_{22} b^2 - 2 a s_1 - 2 b s_2$$

4) Extremum de  $\|\epsilon\|^2$  grâce à  $\overrightarrow{\text{grad}}(\|\epsilon\|^2)$

On a:

$$\overrightarrow{\text{grad}}(\|\epsilon\|^2) = \begin{pmatrix} \frac{\partial \|\epsilon\|^2}{\partial a} \\ \frac{\partial \|\epsilon\|^2}{\partial b} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 q_{11} a + 2 q_{12} b - 2 s_1 \\ 2 q_{12} a + 2 q_{22} b - 2 s_2 \end{pmatrix}$$

donc,

$$\overrightarrow{\text{grad}}(\|\epsilon\|^2) = 0 \Leftrightarrow 2 Q p - 2 S = 0$$

$$\overrightarrow{\text{grad}}(\|\epsilon\|^2) = 0 \Leftrightarrow Q p = S \tag{5}$$

On attire l'attention des étudiants sur la similitude du système d'équation (3)-(4) et de l'équation matricielle (5).

On s'est ainsi ramené à un système 2x2, aisément résoluble si  $Q$  est inversible par:

$$\hat{p} = \begin{pmatrix} \hat{a} \\ \hat{b} \end{pmatrix} = Q^{-1} S = (M^t M)^{-1} M^t Y_1$$

Cette formule peut être utilisée sous Matlab où il est aisé de définir la matrice  $M$  et le vecteur  $Y$ .

La solution  $\hat{p}$  constitue ainsi le vecteur de paramètres pour lequel l'erreur quadratique admet un extremum.

5) Nature de l'extremum  $\hat{p}$

La nature de l'extremum dépend de la matrice hessienne. Cependant pour les étudiants, on n'aborde pas ces justifications matricielles et on s'en tient au critère de comparaison des trois quantités  $r, s,$  et  $t$  :

$$r := \frac{\partial^2(\|\epsilon\|^2)}{\partial a^2}(\hat{a}, \hat{b}) = 2q_{11}$$

$$t := \frac{\partial^2(\|\epsilon\|^2)}{\partial b^2}(\hat{a}, \hat{b}) = 2q_{22}$$

$$s := \frac{\partial^2(\|\epsilon\|^2)}{\partial a \partial b}(\hat{a}, \hat{b}) = 2q_{12}$$

D'une part, on constate que  $r > 0$ , car  $q_{11}$  est une somme de carrés. D'autre part,

$$\begin{aligned} r^2 - st &= 4(q_{12}^2 - q_{11}q_{22}) \\ &= 4\left(\left(\sum_0^{K-1} u_0 \cdot y_k\right)^2 - \left(\sum_0^{K-1} y_k^2\right)\left(\sum_0^{K-1} u_0^2\right)\right) \end{aligned}$$

Le théorème de Cauchy-Schwartz assure que

$$\begin{aligned} \left(\sum_0^{K-1} u_0 \cdot y_k\right)^2 &< \left(\sum_0^{K-1} y_k^2\right)\left(\sum_0^{K-1} u_0^2\right) \\ &< K u_0^2 \sum_0^{K-1} y_k^2 \end{aligned}$$

On obtient donc,

$$r^2 - st < 0$$

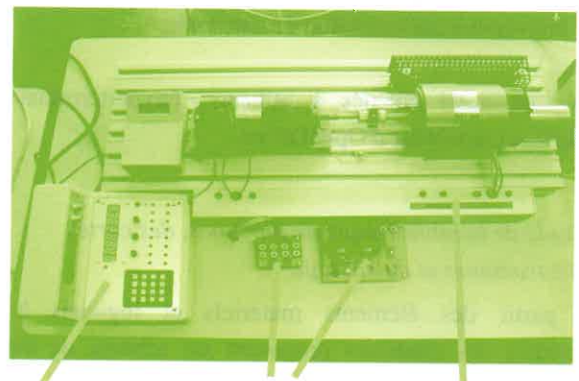
Par conséquent le vecteur  $\hat{p} = \begin{pmatrix} \hat{a} \\ \hat{b} \end{pmatrix}$  correspond bien au minimum de l'erreur quadratique.

V. ENVIRONNEMENT DE L'EXPÉRIMENTATION

A. Description du poste de travail

Le poste de travail, permettant de développer la partie « pratique » du projet, comporte plusieurs ensembles :

- un PC équipé de l'environnement de développement intégré du microcontrôleur utilisé, en l'occurrence le MC68HC12,
- une maquette pédagogique (Fig. 2) incluant les circuits périphériques au microcontrôleur (écran LCD, leds, clavier, ...),
- Un connecteur permettant de récupérer plusieurs broches du microcontrôleur associées à des ports de conversion analogique/numérique et de modulation de largeur d'impulsion.



Maquette HC12 Cartes électroniques Banc moteur

Fig. 2 Dispositif didactique

B. Éléments nécessaires à l'expérimentation

1) Éléments matériels

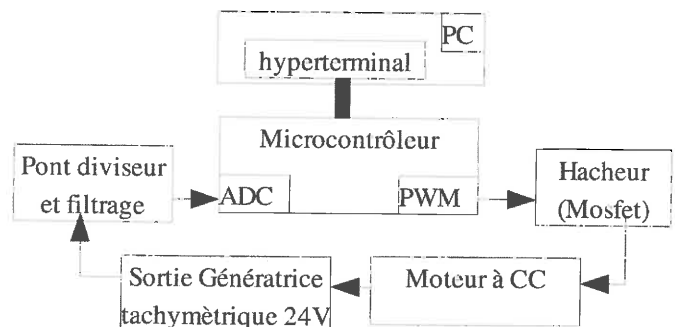


Fig. 3: Synoptique du dispositif

L'induit et l'inducteur du moteur à courant sont alimentés en 24 V. La variation de tension aux bornes de l'induit est obtenue au moyen d'un hacheur série (voir Fig. 2 et Fig. 3). La grille du MOSFET de puissance est commandée par une sortie d'un port PWM (Modulation de Largeur d'Impulsion) du microcontrôleur.

La mesure de la vitesse est effectuée à l'aide d'une génératrice tachymétrique 24V.

L'interfaçage entre le banc moteur et le microcontrôleur est réalisé au moyen de deux cartes :

- carte de puissance et de conditionnement du signal « vitesse »,
- carte d'accès aux entrées/sorties des ports du HC12.

2) *Éléments logiciels*

Les étudiants ont à leur disposition une bibliothèque de fonctions nécessaires à la réalisation du projet et déjà utilisées au cours de l'année :

- initialisation des ports et de la liaison série,
- émission/réception sur liaison série,
- conversion entier/chaîne de caractère,
- ...

Ils sont aussi amenés à utiliser « l'hyperterminal » de Windows et le tableur d'OpenOffice.

C. *Étude de la bibliothèque de fonctions, des cartes électroniques et du câblage*

A partir des éléments matériels et logiciels à leur disposition, les étudiants proposent un schéma de câblage permettant d'associer les composants du projet :

- cartes électroniques (puissance, mesures, accès aux ports),
- banc moteur (induit, inducteur, génératrice tachymétrique),
- alimentations à courant continu,
- liaison série.

VI. DÉVELOPPEMENT DE L'APPLICATION DESTINÉE À L'IDENTIFICATION DU SYSTÈME

A. *Programme d'acquisition de données*

On propose aux étudiants de reprendre les fonctions des bibliothèques mises à leur disposition permettant de :

- initialiser les ports d'E/S,
- initialiser le timer afin de générer des interruptions selon la période d'échantillonnage de 10ms,
- démarrer le moteur avec un rapport cyclique de 10%,
- attendre le régime établi,
- accélérer le moteur avec un rapport cyclique de 90%,
- autoriser les interruptions périodiques du Timer et procéder à une mesure à chaque interruption,
- arrêter à partir de la 100<sup>ème</sup> mesure en inhibant les interruptions,
- transmettre les mesures sur la liaison série.

Les mesures sont récupérées au moyen de l'application « Hyperterminal » de Windows (Fig.4).

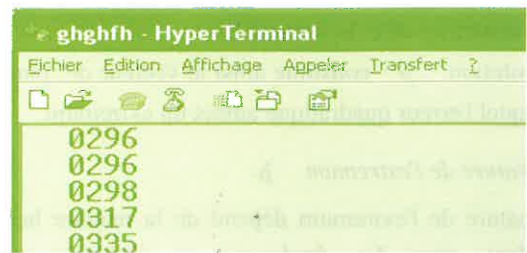


Fig. 4 Récupération des mesures sous l'application "Hyperterminal"

B. *Utilisation du tableur pour l'estimation paramétrique*

Les étudiants traitent cette partie au moyen d'un tableur. Ils ont à leur disposition deux feuilles de calcul organisées comme le . Ils y recopient les mesures récupérées à partir de l'application « Hyperterminal » (Fig. 5). La deuxième feuille (Fig. 6) affiche les coefficients du système d'équations (3)-(4) permettant de déterminer les paramètres de l'équation récurrente (1).

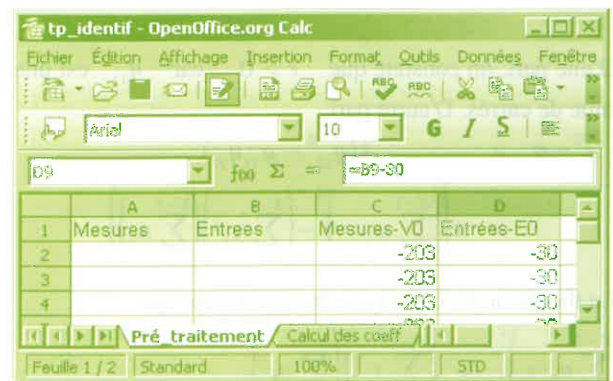


Fig. 5 Première feuille de calcul

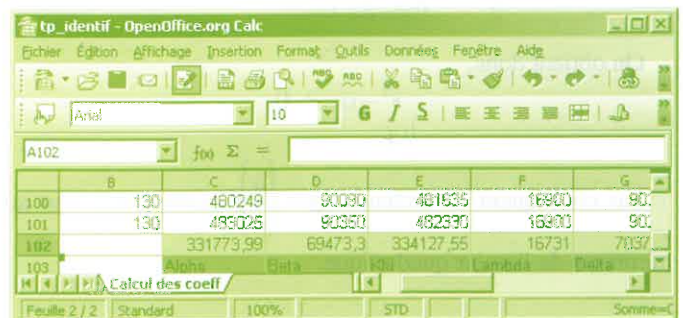


Fig. 6 Deuxième feuille de calcul

VII. DÉVELOPPEMENT DE LA COMMANDE

A. *Synthèse de la loi de commande*

1) *Remarques préliminaires à la synthèse*

Il est nécessaire d'indiquer aux étudiants que :



- la période d'échantillonnage du calculateur (le microcontrôleur HC12) cadencant la lecture des entrées, le traitement et l'écriture sur les registres de sortie est identique à celle utilisée pour l'identification,
- le modèle à temps discret déterminé, est seulement valable pour cette période d'échantillonnage,
- la séquence de commande du système suit le chronogramme de la Fig. 7:

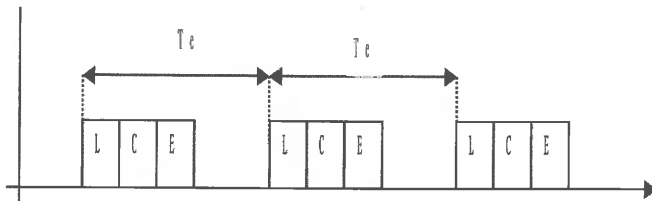


Fig. 7 Séquence d'exécution ; L : lecture du registre d'entrée ; C : calcul associé au correcteur ; E : écriture sur le registre de sortie.

### 3) Calcul de la loi de commande

Le calcul de la loi de commande s'appuie sur le principe de placement de pôles.

On indique aux étudiants que la fonction de transfert en  $z$  d'un correcteur Proportionnel Intégral (PI) est de la forme suivante:

$$C(z) = \frac{c_0 z - c_1}{z - 1}$$

On leur demande:

- de rappeler l'intérêt d'un correcteur PI,
- de donner l'expression de la fonction de transfert en  $z$  en boucle fermée,  $G(z)$ , sous la forme d'une fraction rationnelle,
- de déterminer les paramètres du correcteur  $C(z)$ , afin que les pôles de  $G(z)$  soient  $z_1 = 0.8$  et  $z_2 = 0.3$ , en leur indiquant que ces valeurs permettent d'obtenir une marge de phase raisonnable, supérieure à  $45^\circ$ ,
- de donner l'équation récurrente associée et de proposer un algorithme permettant son implantation sur le MC68HC12.

Sur ce dernier point les étudiants doivent :

- implanter une équation récurrente dans une routine d'interruption périodique,
- choisir le type de variables à utiliser,
- déterminer le domaine de variation de certaines variables,
- borner la commande, de manière à ce que le rapport cyclique de la PWM ne soit pas négatif et ne dépasse pas 100%.

Le microcontrôleur et le compilateur utilisés ne permettent pas d'utiliser facilement les nombres à virgule flottante. Par conséquent, il est préférable de traiter des entiers en travaillant sur le principe des nombres fractionnaires à virgule fixe. On se contente donc d'effectuer des opérations avec des nombres en virgule fixe au moyen de multiplications et de divisions sur des nombres entiers codés sur 8 ou 16 bits. Pour les coefficients décimaux, on utilise un format  $Q_n$ , obtenu en multipliant le coefficient par  $2^n$  et en conservant la partie entière.

Exemple sur un format  $Q_5$  :

$$x = y + 2,5z - 1,56u$$

devient :

$$x = y + (80z - 50u)/32$$

### B. Application de régulation

Un algorithme est présenté aux étudiants afin qu'ils mettent en oeuvre les fonctions de régulation de vitesse, de saisie de consigne de vitesse, et d'affichage de la vitesse et de l'erreur.

A partir de quelques essais relativement simples tels que la variations de la tension ou de la consigne, ils constatent une bonne régulation de vitesse.

## VIII. CONCLUSIONS

Conformément au Programme Pédagogique National DUT GEII, une partie de la formation des étudiants est construite à partir de modules complémentaires leur permettant de définir un parcours en adéquation avec leur Projet Personnel et Professionnel.

Aussi, le département GEII de l'UT de Bordeaux a organisé le semestre 4 en quatre groupes. L'un de ces groupes a pour vocation de se préparer à la poursuite d'études. Un renforcement en mathématiques et en physique permet de mettre en oeuvre des concepts et des outils qui ne sont étudiés généralement qu'à partir de la licence 3. Ainsi, les étudiants de ce groupe ont pu aborder l'algorithme des moindres carrés et réaliser l'implantation d'un correcteur numérique.

Bien que les étudiants de ce groupe ne soient pas directement concernés par l'automatique à temps discret, avec ce projet, ils ont pu constater l'intérêt du « numérique » à partir de la:

- programmation du correcteur,
- communication entre différentes parties de l'application intégrant la commande numérique,
- mise en place d'une structure de commande complexe et hiérarchisée.

De plus, la présentation des moindres carrés, pouvant être appliqué à d'autres domaines de la physique, permet d'élargir

la culture scientifique et technique des étudiants destinés à une poursuite d'études.

Il est évident que la mise en place de ces parcours favorise ce type d'expérience et permet l'approfondissement de certains domaines.

#### IX. BIBLIOGRAPHIE

- [1] Programme Pédagogique National du DUT « Génie Électrique et Informatique, septembre 2005
- [2] JC Trigeassou, « Recherche de modèles expérimentaux assisté par ordinateur », Lavoisier, 1988.
- [3] Commande numérique par placement de pôles, G. Scorletti, G. Binet, E. Pigeon, Université de Caen, 2005

# ASSOCIATION MICROCONTRÔLEUR LOGIQUE PROGRAMMABLE DANS UN MÊME CIRCUIT UNE EXPÉRIENCE PÉDAGOGIQUE

par Bernard Durand

Département GEII Salon de Provence - 150 avenue du Maréchal Leclerc

13300 Salon de Provence - [bernard.durand@univ-cezanne.fr](mailto:bernard.durand@univ-cezanne.fr)

Je cherchais depuis quelques années une façon de relier les enseignements de Microprocesseurs et de logique, standard ou programmable :

■ comment, pourquoi, choisir une solution technique plutôt qu'une autre ?

■ comment scinder une application un peu complexe de manière à tirer le meilleur de ces technologies ?

■ ...

Une dotation de 8 cartes de développement DE2 offertes par ALTERA m'a permis de mener une expérience intéressante, que cet article présente.

Jusqu'ici, nous avons en Licence EIE (Electronique et Informatique Embarquées), devenue cette année Ingénierie des Systèmes Embarqués Aéronautiques, des enseignements séparés de logique programmable (30 heures avec les cartes UP1 et le logiciel QUARTUS II de ALTERA) et de programmation de microcontrôleurs (30 heures avec les microcontrôleurs ATMEL AVR et le compilateur C Codevision)

Grâce à une dotation de ALTERA, nous avons pu unifier ces deux enseignements. Nous passons maintenant 60 heures sur les SOPCs (System On a Programmable Chip), avec les cartes DE2, les logiciels QUARTUS II et les outils de développement pour les microcontrôleurs 'soft' 32 bits NIOSII.

Nous abordons les systèmes mixtes (logique programmable et microcontrôleurs) de manière à illustrer leurs avantages :

- la microcontrôleur pour la facilité à décrire en langage C des algorithmes même complexes et des calculs

- la logique programmable pour sa rapidité et son parallélisme nature!

## I - RAPIDE PRÉSENTATION DE LA CARTE DE2

La carte DE2 (figure 1) est construite autour d'un FPGA ALTERA Cyclone II (35000 Logic Elements ou LEs). Elle comporte de la mémoire FLASH, SRAM et SDRAM, et de nombreux périphériques d'affichage (LEDs, LCD, VGA, TV), sonores et de communication (Ethernet, USB, IrDA..). Elle est normalement disponible au prix de 350 Euros HT auprès de Pascal Lépinay du LIRMM. <http://web.cnfm.fr/ALTERA/index.html>

Pour cet enseignement, nous disposons de peu de temps et n'utiliserons que des fonctions simples de la carte : switches, leds, 7 segments, etc..

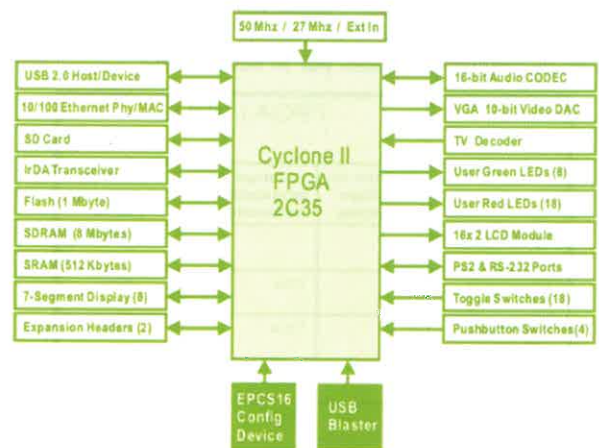


Figure 1 : synoptique de la carte DE2

## II - LES LOGICIELS DE DÉVELOPPEMENT

**QUARTUS II** permet une description graphique, ou textuelle (VHDL, Verilog) d'applications sur CPLD/ FPGA et leur simulation fonctionnelle ou temporelle, la génération et le téléchargement des fichiers de configuration de la cible.

**SOPC Builder** est la partie de QUARTUS II qui permet d'utiliser des blocs « IP » (Intellectual Property) prédéfinis ou créés par l'utilisateur. Il permet notamment de spécifier un microcontrôleur NIOS II et ses périphériques (ports d'entrée-sortie, timers, uarts, etc..) et de l'intégrer dans le projet QUARTUS

**NIOS II IDE** (Integrated Development Environment) permet de gérer, compiler et tester les programmes en C/C++ pour le microcontrôleur NIOS II.

Nous reviendrons plus tard sur ces logiciels.

## III - PROGRAMME DE LA FORMATION

**PREMIÈRE PARTIE** : rapide initiation aux FPGA, VHDL et QUARTUS II

La plupart des étudiants de cette licence viennent de DUT GEII ou de BTS électronique, et ont déjà des notions.

Cette partie peut donc être relativement rapide.

Les étudiants implémentent sur la carte les fonctions de base qui sont décrites à la figure 2 :

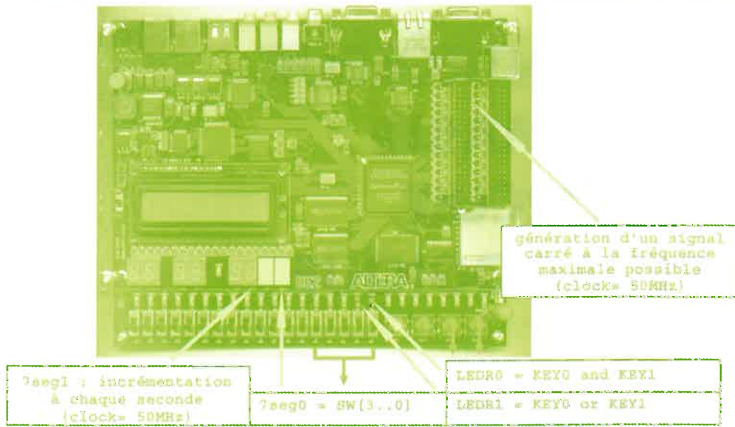


Figure 2 : implantation de fonctions élémentaires sur la carte DE2

Le programme est écrit graduellement, fonction par fonction. Les étudiants doivent noter après chaque ajout de fonction le nombre de Logic Elements (LEs) utilisés (donné par le compilateur) et les temps de propagation (donnés par le simulateur).

FPGA / VHDL			
	Nombre de LE (logique éléments)	Temps de propagation de la fonction et	Période du signal carré (clock)
Signal carré	1		40ns(25MHz)
Signal carré +and	2	11ns	40ns
Signal carré +and +or	3	11ns	40ns
Signal carré +and +or +	10	11 ns	40ns
Signal carré +and +or + 7seg0 + 7seg1	45	11 ns	40ns

Table 1 : évolution du nombre de LE et des temps de propagation (logique programmable)

Les étudiants peuvent ainsi constater que chaque fonction supplémentaire augmente le nombre de LE nécessaires, mais ne modifie pas les temps de propagation

**DEUXIÈME PARTIE : révision rapide du langage C, avec l'environnement de développement du NIOS II**

L'enseignant fournit aux étudiants un projet QUARTUS tout compilé, qui contient un microcontrôleur NIOS II connecté aux périphériques de la carte DE2. Il n'y a plus qu'à écrire les programmes en C et les tester sur la carte. Le C utilisé est du "C microcontrôleur", c'est-à-dire le noyau minimum de C (if, for, while...). Les fonctions réalisées sont celles déjà réalisées à la première partie. Les "temps de propagation" et nombres de LEs sont relevés.

Microprocesseur NIOS II @100MHz			
	Nombre de LE (logique éléments)	Temps de propagation de la fonction et	Période du signal carré (clock)
Signal carré	800		300ns
Signal carré +and	800	2 µs	2 µs
Signal carré +and +or	800	4 µs	4 µs
Signal carré +and +or +	800	6µs	3µs
Signal carré +and +or + 7seg0 + 7seg1	800	9 µs(avec interruption) 8µs (avec interruption)	5 µs(avec interruption) 3µs (avec interruption)

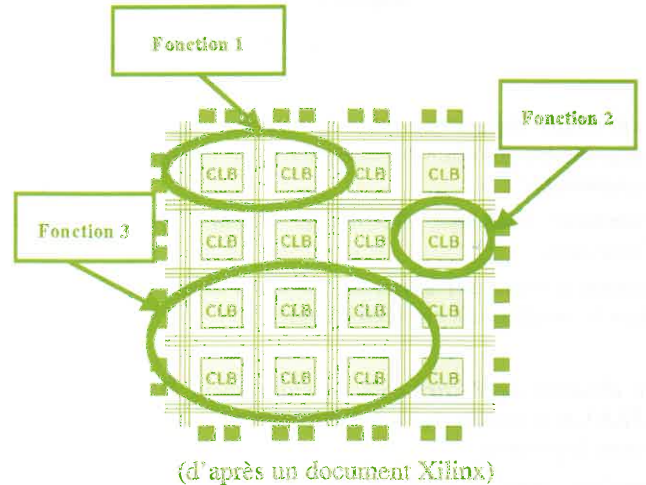
Table 2 : évolution du nombre de LE et des temps de propagation (microcontrôleur)

La version la plus simple du NIOS II a été choisie : c'est celle qui nécessite le moins de LE (c'est aussi la moins performante) On voit que l'ajout de nouvelles fonctions ne modifie pas le nombre de LE. Seule la place mémoire occupée par le programme augmente.

**Les étudiants peuvent alors conclure sur les différences entre FPGA et microcontrôleurs**

**FPGA :**

- chaque fonction occupe un certain nombre d'éléments logiques, toutes sont installées en parallèle dans le composant
- un ajout de fonctions consomme plus de blocs logiques, mais ne ralentit pas le système
- les temps de propagation sont très rapides, comptés en nanosecondes



**Microcontrôleur :**

- les instructions sont exécutées l'une après l'autre dans l'unité logique et arithmétique (ALU)
- un ajout de fonctions augmente les temps d'exécution
- description de calculs aisée

Les temps d'exécution sont importants et s'allongent à chaque nouvelle fonction.

**TROISIÈME PARTIE : un projet mixte (FPGA-VHDL / Microcontrôleur-C)**

L'objectif de cette partie est d'illustrer ces caractéristiques et de montrer comment découper une application entre ces 2 technologies. Le projet est relativement simple : un générateur de formes d'ondes à 32 échantillons par période. Les échantillons sont générés numériquement par un microcontrôleur NIOS II intégré dans le FPGA de la carte DE2. On utilise l'un des 3 convertisseurs numérique-analogique (CNA) 10 bits du port VGA de la carte pour convertir ces échantillons en tension. Les étapes du projet sont les suivantes (figure 3) :

- créer le microcontrôleur NIOS et l'intégrer dans le FPGA de la carte
- le programmer en C

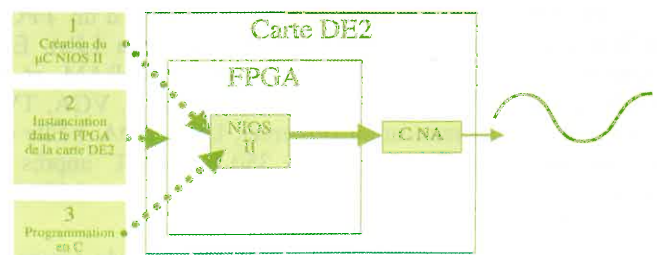


Figure 3 : étapes du projet 'générateur'

On obtient ainsi une première sinusoïde. Pour augmenter sa fréquence, on ajoute au système des périphériques spécialisés décrits en VHDL.

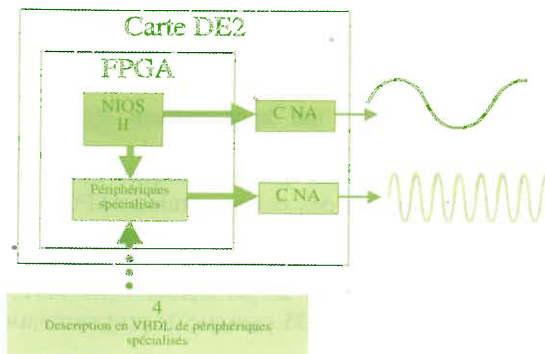


Figure 4 : amélioration du projet 'générateur'

**Première étape**

Décrire le microcontrôleur NIOS II désiré et ses périphériques. Cette phase se déroule dans le sous-ensemble SOPC BUILDER (System On a Programmable Chip) de QUARTUS II.

**Deuxième étape**

Programmer en C avec l'environnement de développement intégré (IDE), basé sur le système Eclipse, du NIOS II.

Le **premier programme** a la structure suivante :

- A l'infini faire pour tous les i de 0 à 31 faire
- calculer le ième échantillon de la sinusoïde (10 bits)
- le sortir sur le port associé au DAC

Cette solution est intéressante : c'est la solution 'naturelle' que la plupart des étudiants imaginent, et c'est la plus mauvaise imaginable puisque le µC recalcule en permanence des échantillons qui sont toujours les mêmes. Bien sûr, la sinusoïde obtenue est très lente : de 10 à 180 ms de période selon le coeur NIOS choisi.

Le **deuxième programme** évite cette erreur. Sa structure est :

Calculer les 32 échantillons et les ranger dans une table

- A l'infini faire pour tous les i de 0 à 31 faire
- lire le ième échantillon dans la table
- le sortir sur le port associé au DAC

Cette simple réécriture du programme accélère énormément la fréquence obtenue : la période est maintenant de **64 µs**, soit une **accélération de 2800 fois** par rapport au premier programme, pour le NIOS le plus lent.

Use	Con...	Module Name	Description	Clock	Base	End	IRQ
<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> cpu_mardi	Nios II Processor				
		instruction_master	Avalon Master	clk			
		data_master	Avalon Master				
		jtag_debug_module	Avalon Slave		IRQ 0	IRQ 31	
<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> onchip_mem	On-Chip Memory (RAM or ROM)		0x00020800	0x00020fff	
		s1	Avalon Slave	clk	0x00010000	0x00019fff	
<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> switches	PIO (Parallel IO)				
		s1	Avalon Slave	clk	0x00021000	0x0002100f	
<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> leds_rouges	PIO (Parallel IO)				
		s1	Avalon Slave	clk	0x00021010	0x0002101f	

Figure 5 : description du système dans SOPC BUILDER

On choisit dans les bibliothèques fournies les éléments de notre microcontrôleur : ici, un NIOS II, 40 Koctets de mémoire RAM interne du FPGA, un port d'entrée 10 bits d'entrée nommé switches et un port de sortie 10 bits nommé leds\_rouges. Les bibliothèques comportent de nombreux périphériques de tous types (timer, UART, ethernet, SDCard, USB,...).

Ce µC est alors compilé. Le résultat est un fichier VHDL.

Un symbole qui le représente est placé dans la bibliothèque de QUARTUS et peut être intégré dans un projet QUARTUS que l'on compile (figure 6).

**Troisième étape**

Ajout de périphériques spécialisés.

Pour accélérer encore notre système nous allons implanter la table d'échantillons et son générateur d'adresses sous la forme d'un composant décrit en VHDL dans SOPC BUILDER (figure 7 page suivante).

Le bus du NIOS, appelé AVALON par ALTERA, écrit les échantillons dans un tableau de (32 \* 10 bits). A chaque période de l'horloge l'adresse de lecture est incrémentée et l'échantillon correspondant est appliqué sur le DAC.

**Avec la même horloge à 50 MHz, la période de la sinusoïde est réduite à 640 ns. On a alors accéléré 100 fois par rapport à la solution précédente, et presque 300000 fois depuis la première version !**

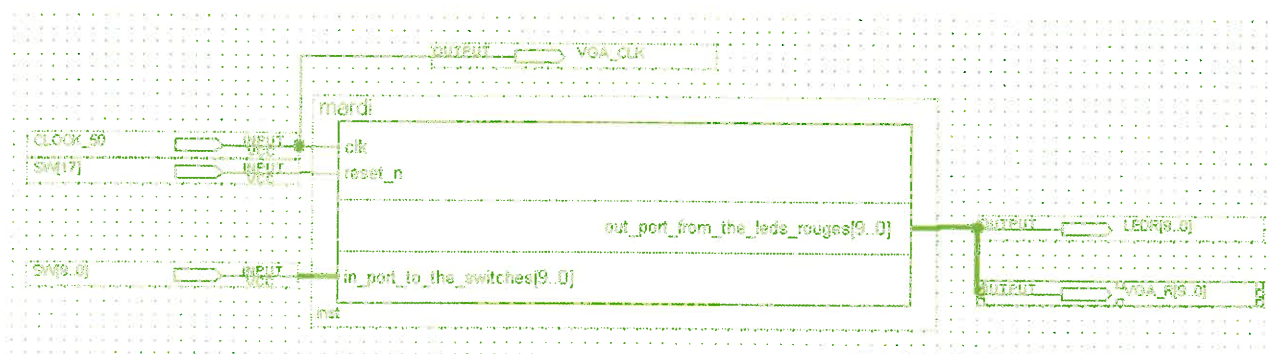


Figure 6 : schéma du système

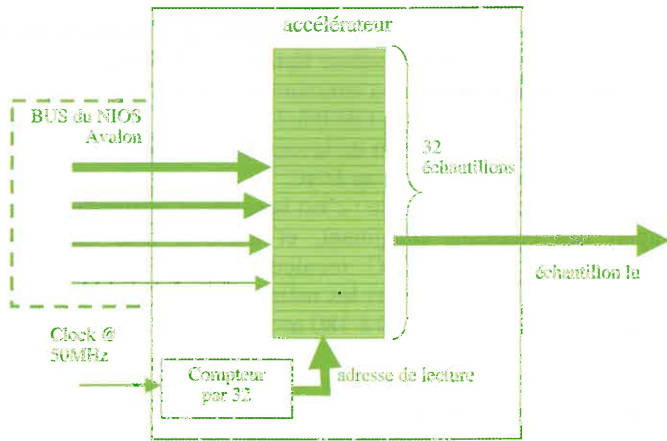


Figure 7 : Accélération de la génération des échantillons

On peut utiliser les 2 autres DACS du port VGA pour ajouter 2 générateurs. Les 3 'accélérateurs' sont matériels, implantés en parallèle dans le FPGA, et la fréquence des signaux générés n'est pas affectée.

Toutes les étapes précédentes font partie d'une sorte de tutorial, que tous les étudiants suivent de près.

Pour les étapes suivantes, les étudiants ont plus de liberté. Ils enrichissent le projet, chaque binôme à son rythme. Ils ajoutent des fonctions, telles que :

- dans la partie FPGA, des diviseurs de fréquence programmables permettant de régler la fréquence de l'horloge appliquée aux 'accélérateurs'.
- une des PLL du FPGA génère une horloge de fréquence élevée à partir de l'horloge 50MHz de la carte DE2
- ajouter un UART au NIOS et l'utiliser pour communiquer avec une application située sur le PC. L'utilisateur règle la forme d'onde à générer et sa période. (copie d'écran ci-dessous,



Figure 8 : Réglage des formes d'onde et de la fréquence depuis le PC

figure 8)

- une autre application permet d'envoyer au NIOS le spectre du signal désiré (amplitude du fondamental et des harmoniques).

Le µC calcule alors les 32 échantillons et les envoie aux 'accélérateurs'.

Ici, l'utilisation du calculateur est évidemment justifiée !

## CONCLUSION

Cet enseignement a été suivi par les 26 étudiants de la licence professionnelle EIE (Electronique et Informatique Embarquées, véhicules aéronautiques) du département GEII de Salon. Après un rapide cours d'introduction, il s'est déroulé en laboratoire, avec des groupes de 13 étudiants travaillant en binômes.

- La plupart des étudiants ont apparemment apprécié cette séquence, et ont mené à bien le projet.
- Je crois avoir réussi à faire passer quelques idées simples (simplistes??) sur l'intérêt des systèmes mixtes FPGA / µC, et sur la façon de répartir les fonctions entre les 2 technologies.
- Vers le début du cycle les étudiants ont pu approfondir leur maîtrise du VHDL en réalisant un générateur VGA (mire, balle bondissante..) et ont subi un DS pratique de programmation de FPGA sous QUARTUS
- L'évaluation d'ensemble est plus délicate : la durée de la démarche complète (création du µC, du projet Quartus, programmation) rend difficile l'organisation d'un DS de TP individuel. J'ai donc dû évaluer l'avancement du projet. Mais est il réellement le fruit de l'autonomie des étudiants ? Ou mon envie de faire progresser le projet me conduit-il à trop les aider ? C'est toujours la même question !!
- Merci à ALTERA pour la dotation de 8 cartes DE2 qui a rendu ce projet possible

## SYSTEMES MIXTES FPGA /µC

On en trouve chez plusieurs fabricants de FPGA, par exemple :

**ALTERA** : microcontrôleur 'soft' 32 bits NIOS II ([www.altera.com](http://www.altera.com))

**ACTEL** : microcontrôleurs 'soft' ARM et 8051. Certains FPGA intègrent des entrées/sorties analogiques ([www.actel.com](http://www.actel.com))

**ATMEL** : microcontrôleur 'hard' AT91CAP de type ARM avec de la logique programmable  
**FPSLIC** comportant un microcontrôleur 8 bits 'hard' de type AVR avec de la logique programmable (semble abandonné) ([www.atmel.com](http://www.atmel.com))

**XILINX** : microcontrôleurs 'soft' 32 bits Microblaze, PowerPC 'hard' ([www.xilinx.com](http://www.xilinx.com))

## DES TIC EN GEII, ÇA GRATTE, C'EST NORMAL !

par Laurent Morillon, enseignant en Culture et Communication

Linda Terrier, enseignante en Anglais

Jean-Luc Bach, enseignant en électronique et responsable de la cellule TICE de l'IUT 'A'

Université Paul Sabatier, Toulouse 3, IUT A, département GEII

laurent.morillon@iut-tlse3.fr - linda.terrier@iut-tlse3.fr - jean-luc.bach@iut-tlse3.fr



Jean-Luc Bach, Linda Terrier, Laurent morillon

Internet, courriel, forum, cédérom d'auto-formation, plate-forme pédagogique... depuis quelques années les acteurs de l'éducation ont vu l'émergence d'une nouvelle génération de supports appartenant à la famille des TIC. Aujourd'hui, dans bien des discours, ces outils sont considérés comme des « baguettes magiques » pour mieux partager, communiquer, enseigner, travailler ensemble. Or, la réalité de leur déploiement et leurs usages réels sont souvent éloignés de ce qui était prévu à l'origine. A l'IUT 'A' de l'université de Toulouse 3, Moodle est la plate-forme pédagogique utilisée depuis septembre 2005. Une première étude menée au sein du département GEII a montré que si Moodle est utilisée par une minorité d'enseignants elle s'avère appréciée par les étudiants. Son appropriation n'est donc pas totale et l'absence d'usage est particulièrement prégnante chez nombre d'enseignants. Dans le présent article, nous nous proposons de réfléchir aux conditions d'appropriation et d'animation des TIC en général et de cette plate-forme d'apprentissage en particulier.

### 1. MOODLE ET L'IUT 'A'

Moodle est une plate-forme d'apprentissage en ligne servant à créer des communautés d'apprenants autour de contenus et d'activités pédagogiques.

Pour créer un véritable environnement d'apprentissage en ligne, Moodle associe un système de gestion de contenu à des fonctions pédagogiques et de communication. De fait, cette plate-forme est susceptible de créer un réseau autour de ressources pédagogiques favorisant les interactions entre

pédagogues et apprenants. Moodle est modulable et dotée d'une interface relativement conviviale.

Elle propose une base de forums, un gestionnaire de ressources (fichiers multimédia, expressions mathématiques...), des tests, des rapports d'usage et des modules « clé en main », le tout dans soixante dix langues. Ce véritable dispositif de formation ouvert et à distance ou d'apprentissage mixte, sortie au mois d'août 2002, présente deux spécificités : elle s'inscrit à la fois dans un mouvement constructiviste et open source.

Selon le site internet <http://moodle.org/stats>, en novembre 2007, plus de 35'000 sites (écoles, centre de formations, universités...) dans 196 pays sont enregistrés, 1'500'000 cours sont disponibles et plus de 15'000'000 d'usagers dont 1'800'000 enseignants utilisent Moodle.

Au sein de l'IUT 'A' de l'université de Toulouse 3, la plate-forme pédagogique Moodle est disponible depuis fin 2005. Cette mise en place « résulte de la volonté de leurs directions d'intégrer les TICE dans la pédagogie quotidienne de tous les enseignants et pas seulement dans les enseignements à distance ou pour d'autres publics particuliers »<sup>1</sup>.

Dans cette optique une cellule Médi@TICE a été créée, deux chargés de mission TICE ont été nommés, un assistant-ingénieur a été recruté, des formations pour les enseignants ont été montées et des appels à projets lancés. En juin 2007, 200 des 350 enseignants titulaires avaient ouvert un compte sur la plate-forme dont une centaine étaient actifs. La plate-forme commune aux IUT de Midi- Pyrénées compte 6'000 inscrits dont plus de 2'500 se sont connectés à la plate-forme de manière « significative » (plus de 50 requêtes). 750 modules de cours ont été créés et 280 ont bénéficié de plus de 500 requêtes. Au total, plus de 1,5 millions de requêtes ont été faites en un peu moins de deux ans.

Les disparités restent cependant importantes : dans dix des seize départements de l'IUT 'A' l'utilisation est épisodique, voire quasi-nulle. Le département GEII s'avère l'un des plus importants utilisateurs de Moodle.

La plate-forme y est d'ailleurs accessible via Internet dans l'ensemble des laboratoires de langues, des salles de TP, d'informatique, ainsi que des bureaux administratifs.

*Ce contexte étant posé, quels peuvent être la perception et l'usage de cette plate-forme pédagogique nouvellement proposée aux enseignants et aux étudiants du département GEII ?*

1 - Bach J-L., Terrier L., Roux S., « Comment faire de Moodle un outil de travail naturel pour les étudiants ? », Moodle Moot, Castres, 2007

## 2. L'APPROPRIATION PAR LES USAGERS D'UNE PLATE-FORME PÉDAGOGIQUE

Aborder les objets dans leur seule dimension technique en éludant la question du social ou de l'humain est problématique. La technique est en effet avant tout le produit d'une rationalité humaine. L'approche des objets techniques passe donc selon nous par la description systématique de leurs usages humains. La question de l'appropriation apparaît dès lors préliminaire et centrale. L'objet de cet article est d'identifier les usagers<sup>2</sup>, puis de questionner leur appropriation de la plate-forme pédagogique Moodle. Nous nous intéresserons dans le cas présent à deux types d'usagers : les enseignants et les étudiants.

Au sein du département GEII, le déploiement de Moodle est porté par quelques enseignants actifs, dont le responsable de la cellule TICE de l'IUT 'A' et l'une des enseignantes d'anglais (tous deux co-auteurs de cet article). Afin d'illustrer l'usage de Moodle par les enseignants, ce paragraphe présente le dispositif mis en oeuvre en anglais. En effet, la direction a consenti à un fort investissement pour appuyer sa volonté dans l'apprentissage des langues. Le département dispose de cinq laboratoires multimédia de langues de 25 places (mutualisés avec les autres départements). Ils sont équipés de matériels et de logiciels de création de cours dédiés à l'enseignement des langues via les TICE et de la plate-forme Moodle. Les enseignants de langues ont en cela bénéficié de trois semaines de formation aux outils informatiques et à la didactique multimédia des langues.

Depuis deux ans, outre le dépôt de fichiers (annales, feuilles de travail, corrigés, fichiers sons et vidéo), plusieurs séances sont animées par l'intermédiaire de Moodle : « mini-cours » avec aides intégrées, leçons, dépôts de devoirs, tests...

**Par exemple**, en début d'année, un test de niveau est administré aux 160 étudiants du premier semestre. Autre exemple, plusieurs points de grammaire sont enseignés par le biais de tests interactifs sous forme de QCM ou de texte à trou. En dehors des cours, Moodle permet de disposer d'un laboratoire multimédia de langues chez soi. Le « présentiel amélioré » offre à l'étudiant la possibilité de réaliser des exercices supplémentaires en autonomie et ce, de n'importe quel lieu. Des questions peuvent être posées à l'enseignant via un forum ce qui rassure l'élève et permet un accompagnement en continu. Ce type d'exercice participe à la responsabilisation de l'étudiant.

Ces deux années d'expérimentations de Moodle en anglais permettent de dresser un bilan globalement positif. ***Au niveau de l'organisation du travail, cette plate-forme permet la formalisation en amont des enseignements, la planification hebdomadaire, la médiatisation de la progression, l'homogénéisation des cours, la réduction du nombre de réunions de coordination, l'accessibilité immédiate à tous les documents du semestre.***

Faute de dispositif ad hoc, il est difficile de répondre scientifiquement à la question de l'efficacité pédagogique de Moodle, cependant cet outil favorise indéniablement la formation de groupes de niveaux homogènes, le respect du rythme d'apprentissage de l'étudiant et la gestion de l'hétérogénéité des niveaux de langue dans une même promotion. Les possibilités de diffusion de fichiers sons ou vidéos didactisés favorisent l'entraînement à la compréhension de l'oral et les exercices interactifs dynamisent les séances.

Malgré ce que l'on pourrait craindre a priori, la possibilité de travailler à distance ne semble pas favoriser l'absentéisme. Il facilite même au contraire le rattrapage des cours. En matière de charge de travail pour l'enseignant, la plupart des documents déposés ne nécessitent souvent aucune transformation ni aucune connaissance poussée dans la manipulation de Moodle.

Les corrections se trouvent allégées puisque certains tests sont corrigés et notés automatiquement, ce qui n'exempt bien évidemment pas l'enseignant des vérifications des progressions individuelles et des points à travailler. Enfin, argument écologique s'il en est, Moodle permet une réduction sensible du nombre de photocopies.

*Le principal inconvénient réside dans la préparation relativement lourde de certains cours, notamment en « présentiel allégé ».* Mais la possibilité de réutiliser et de mutualiser ces préparations compense le fort investissement initial. Enfin, Moodle ne modifie pas fondamentalement le rapport de l'élève à la matière.

*La note reste la principale motivation pour s'investir dans un cours ou consulter un fichier :* 18'000 clics par exemple pour un cours sur la « révision des temps » en présentiel allégé avec note à la clef contre 3'300 clics pour un cours « anglais de spécialité » en présentiel amélioré non noté - le nombre de clics ayant été enregistré sur la même période avec les mêmes étudiants.

Du côté des étudiants, tous bénéficient dès leur entrée en GEII d'un compte individuel leur permettant d'accéder à l'intranet (donc à Moodle) et à internet. Chacun bénéficie également d'un espace privé pour sauvegarder ses données.



Le laboratoire multimédia de langues

2 - Nous privilégierons le terme d'*usager* à celui d'*utilisateur* car nous postulons que l'agent humain interagit avec un ordinateur, est porteur d'une histoire et inscrit son action dans une situation sociale.

3 - Bach J-L., Terrier L., Roux S., « Comment faire de Moodle un outil de travail naturel pour les étudiants ? », Moodle Moot, Castres, 2007



En juin 2007, 315 étudiants étaient inscrits sur Moodle dont 200 s'y connectent tous les mois. Enseignants et étudiants confondus, 15 à 20'000 requêtes sont enregistrées par mois. Dans une récente étude<sup>3</sup> - dont les résultats restent à valider par une démarche quantitativiste encore plus rigoureuse - Moodle semble être devenu un outil de travail pour les étudiants. Les élèves interrogés - dont la culture est, il est vrai, fortement empreinte d'informatique - montrent un intérêt certain pour ce type de ressources. Suivant la matière, entre 70 et 80% d'entre eux jugent les ressources en ligne « assez utiles » ou « très utiles » pour préparer les partiels. 70 à 80% pensent qu'elles ont permis d'améliorer les résultats (contre moins de 10% qui pensent que ce n'est « pas du tout » le cas). Les cours couplés à des espaces d'informations apparaissent très appréciés et amènent à des consultations régulières... ainsi que les fichiers dans lesquels sont reportées les notes ! Les étudiants souhaiteraient un élargissement des matières disponibles (aujourd'hui vingt-huit espaces sont ouverts dont vingt-deux sont régulièrement consultés) et regrettent l'accessibilité à Moodle, le plus souvent faute de matériel (et ce malgré les salles informatiques mises à leur disposition dans le département).

**Le bilan** s'avère donc dans l'ensemble globalement positif, tant pour les enseignants qui ont investi la plate-forme que pour les étudiants qui l'utilisent. Et pourtant, malgré les formations et les diverses incitations, en juin 2007, seuls quinze enseignants se connectent tous les mois. La moitié des cinquante enseignants du département ne possèdent pas de comptes, restent indifférents voire clairement opposés à cette plate-forme. Malgré les formations organisées et les incitations de la direction de l'IUT 'A', la non alimentation ou la participation a minima aboutit à une plate-forme encore sous-exploitée par les enseignants.

*Alors que les premières expérimentations démontrent l'intérêt d'un tel outil, comment expliciter le comportement paradoxal de certains enseignants et notamment le non usage voire le rejet d'un outil tel que Moodle ?*

### 3. LE PARADOXE DE L'APPROPRIATION DES TIC

Nombreux sont les chercheurs (Norbert Alter, Crozier et Friedberg, Bernoux...) qui ont montré qu'un objet technique, aussi performant soit-il, ne réussit pas toujours à faire changer les habitudes des acteurs en situation.

#### Comment expliciter ce phénomène ?

Une organisation peut être définie comme un « système d'action concret... ensemble des jeux dans lesquels ses participants sont acteurs, qui définissent les buts réels de l'organisation et la façon dont elle affronte les problèmes concrets quotidiens et coordonne les actions des participants membres »<sup>4</sup>. Toute action collective initiée par une direction d'organisation - par exemple la mise en place d'une plate-forme d'apprentissage - ne saurait être expliquée, ni comprise, sans la prise en compte des représentations<sup>5</sup>, des interactions<sup>6</sup> et des relations de pouvoirs<sup>7</sup> entre les acteurs en présence. L'appropriation collective des technologies apparaît donc incertaine et négociée. Leur lecture nécessite l'appréhension des contextes et des stratégies d'acteurs, le croisement des différents points de vue, l'identification des logiques d'actions.

En tant que « complete observers »<sup>8</sup>, nous avons eu l'opportunité d'observer un certain nombre de pratiques et de recueillir certains propos d'enseignants « non participants » à Moodle. Il nous a ainsi été possible de recenser des propos relevant des représentations (« *Ce truc ne fera jamais progresser les élèves les plus faibles* »), des interactions (« *Avec ce genre de plate-forme, dans quelques années, il n'y aura plus besoin d'enseignants !* ») et des jeux de pouvoirs (« *Moodle c'est une lubie de la direction* »). Nous constatons que l'outil vient en fait buter sur le statut, les logiques et les pratiques des acteurs en présence. L'usage de la plate-forme est liée à l'état d'esprit de l'enseignant et aux significations qu'il donne aux artefacts qu'il rencontre. Ces interprétations et réactions aux injonctions sont d'autant plus particulières que le métier d'enseignant est statutairement caractérisé par une « *autonomie ambiguë* » (Perrenoud, 2000), une liberté pédagogique importante et une absence de relation hiérarchique forte (notamment à l'université). Par ailleurs, si les enseignants échangent volontiers entre eux certaines « bonnes pratiques », ils sont plus réticents dès qu'il s'agit de partager des documents réalisés seuls pour la préparation des cours. Les ressources pédagogiques se situent en effet au coeur du métier et sont souvent le fruit de nombreuses années de réflexion, de pratique, voire de recherches scientifiques. Elles permettent aux enseignants de se positionner en tant que spécialiste « incontournable ». Face aux lectures indiscrettes, aux copies et diffusions numériques potentiellement permises par Moodle, certains enseignants craignent un pillage, une hypothétique perte de service ou des jugements critiques. Tel Pythagore qui interdisait à ses disciples de divulguer ses démonstrations, les contenus et supports pédagogiques sont souvent protégés vis-à-vis des collègues alors même qu'ils sont largement diffusés aux étudiants. Au final, les enseignants peuvent préférer développer des stratégies d'évitement et d'appauvrissement du site. Cependant la mise en œuvre d'une plate-forme pédagogique est l'occasion de faire émerger de nouvelles « règles du jeu ». Les enseignants qui alimentent Moodle modifient en effet peu à peu les interactions et ce faisant les normes collectives. La pression conjuguée des étudiants et des collègues peut induire à moyen terme des visites, une inscription puis une participation progressive des autres enseignants. Le changement doit donc ici être considéré comme un procédé sociologique de longue haleine.

#### POUR CONCLURE

Quelles que soient ses qualités objectives, il n'est pas possible de prévoir l'usage réel d'un objet technique. Si l'étude d'un seul terrain ne saurait permettre la généralisation de nos résultats, nous avons cependant pu constater que la conception de Moodle, son appropriation, son utilisation dévoilent les stratégies mises en œuvre par les acteurs, de manière individuelle ou collective. Cette première approche et l'hypothèse explicative proposée seraient à valider par une démarche empirique au sein de l'IUT 'A'.

*Le texte qui vous est proposé ici est la synthèse d'une communication qui sera présentée à Orlando en juin prochain lors du congrès EISTA (Education and Information Systems, Technologies and Applications). Si celui-ci vous intéresse, n'hésitez pas à nous en demander une copie.*

4 - Bergmann A., Rojot B., *Comportement et organisation*, Vuibert, Paris, 1989

5 - L'appropriation d'un objet technique est liée aux représentations que les acteurs en ont. Celles-ci sont propres au projet et au monde symbolique de l'acteur. Elles posent la question du sens pour l'utilisateur.

6 - L'appropriation collective dépend également des interactions fixées dans le groupe et de la façon dont l'objet technique vient les modifier.

7 - Si les individus sont contraints par et dans un contexte organisationnel donné, ils ne répondent pas mécaniquement aux injonctions hiérarchiques. Des zones d'autonomie imprévisible leur permettent de jouir d'un pouvoir sur les individus affectés par des incertitudes - Crozier M., Friedberg E., *L'acteur et le système*, Editions du Seuil, Paris, 1977

8 - C'est-à-dire avant tout un professionnel qui observe - Céfai, D. (dir.), *L'enquête de terrain*, Paris, La Découverte, Recherches - La bibliothèque du M.A.U.S.S., 2003

## WEB 2.0 : RÉALITÉ OU ILLUSION MARKETING ?

par Valérie Massard

Responsable Communication Marketing - Société Korus Editions

*Pour beaucoup d'entre nous, le Web 2.0 n'est pas un terme inconnu, cependant sa signification reste toujours floue. Depuis tout juste deux ans, cette nouvelle génération du Web est incontournable pour les adeptes d'Internet. Mais quels concepts se cachent derrière ce terme aussi vague que pompeux ?*

>>> Dale Dougherty de la société O'Reilly Média à l'origine de ce terme, redéfinit l'Internet non plus comme un media (où les sites Web sont autant d'îlots d'information isolés) mais comme une *plate-forme d'échange entre les utilisateurs* (l'auteur parle d'intelligence collective) et les services ou les applications en ligne. C'est grâce aux nouvelles technologies (CSS, AJAX, RSS...) que la dimension collaborative du Web a pu voir le jour, permettant ainsi la syndication de contenus, le stockage de données, l'utilisation de logiciels serveurs...

Contrairement à son aîné, le Web 1.0, défini comme statique et principalement considéré comme un outil de diffusion et de visualisation de données, le Web 2.0 est totalement centré sur l'utilisateur. Il permet une *interaction entre les internautes* et aboutit à la création de réseaux sociaux matérialisés sous la forme de **Wiki, blogs, forums** et représentés par **Facebook, SecondLife, YouTube...**

Face à la multitude de supports et de réseaux sociaux, il est très difficile de se faire une opinion sur l'intérêt du Web 2.0. Dans la littérature, les avis sont très partagés, certains y voient la disparition de la propriété intellectuelle et de l'anonymat ou un moyen pour les géants comme Microsoft, Google ou Yahoo de commercialiser des données, d'autres, comme l'avenir du réseautage professionnel. *Ainsi le meilleur moyen pour se faire sa propre opinion est de tester !*

Lorsque l'on navigue au grès des clics, la première impression est le désordre, on se sent submergé par la multitude d'informations à notre disposition. Rien ne semble vraiment structuré, on passe de l'humeur du jour d'un internaute à la revendication politique d'un autre en passant par une vidéo sur la dernière danse à la mode ou encore par les brèves économiques du jour. Le Web 2.0 bouleverse complètement nos acquis en matière d'ordre et de hiérarchisation de données. Il faut pour se sentir à l'aise dans ce nouvel univers, oublier totalement les mécanismes qui nous ont été enseignés depuis notre plus tendre enfance, à savoir un classement du général au particulier. Le Web 2.0 fait appel à la *folksonomie*, néologisme combinant *folk* (peuple) et *taxonomie* qui est un système de classification basé sur des mots clés collectifs (ou tags). Le principe est simple : ce sont les utilisateurs qui organisent leur contenu (photos, musique...) en appliquant à chacun un ou plusieurs tags. Ces tags sont ensuite mis en commun et les plus pertinents ressortent statistiquement.

Cette première impression étant passée, vous pouvez apprécier la richesse des informations que vous trouvez. Rien de plus intéressant que d'obtenir toutes les définitions sur un seul site (Wikipedia) ou d'avoir des réponses sur les spécificités

techniques du produit que vous souhaitez acheter (**Forums**) ou encore des recettes de cuisines pour votre dîner de ce soir (**Blogs**). Vous apprécierez également de retrouver des amis d'enfance (**Copains d'Avant**), de vous faire de nouvelles relations (**Facebook, Myspace...**) ou de pouvoir être parrainé pour obtenir un nouveau travail (**Cooptin**). Vous vous prenez facilement au jeu et créez vos identités **Facebook, SecondLife**, vous êtes à l'affût du moindre forum traitant d'un sujet auquel vous êtes sensible, vous répondez, vous postez des commentaires sur tous les blogs... Vous êtes omniprésent sur le Web.

>>> Puis on vous parle de réputation numérique et on vous suggère de **taper votre nom et prénom sous Google**. Et là vous prenez conscience que cette immense toile stocke toutes les données vous concernant. On vous met en garde sur le fait que les recruteurs utilisent de plus en plus cette méthode pour savoir ce qui vous intéresse, vous préoccupe. Certains sites (**eBay**) attribuent même un indice de confiance à vos recommandations. De plus, vous prenez conscience que vous consacrez plus de temps à Internet qu'à d'autres activités. Vous sélectionnez alors les applications qui vous correspondent et qui ont selon vous un intérêt. Ainsi grâce au Web 2.0, vous vous êtes construit un monde virtuel adapté à vos besoins. Vous avez enfin dompté l'outil formidable et extrêmement riche que représente le nouveau Web.

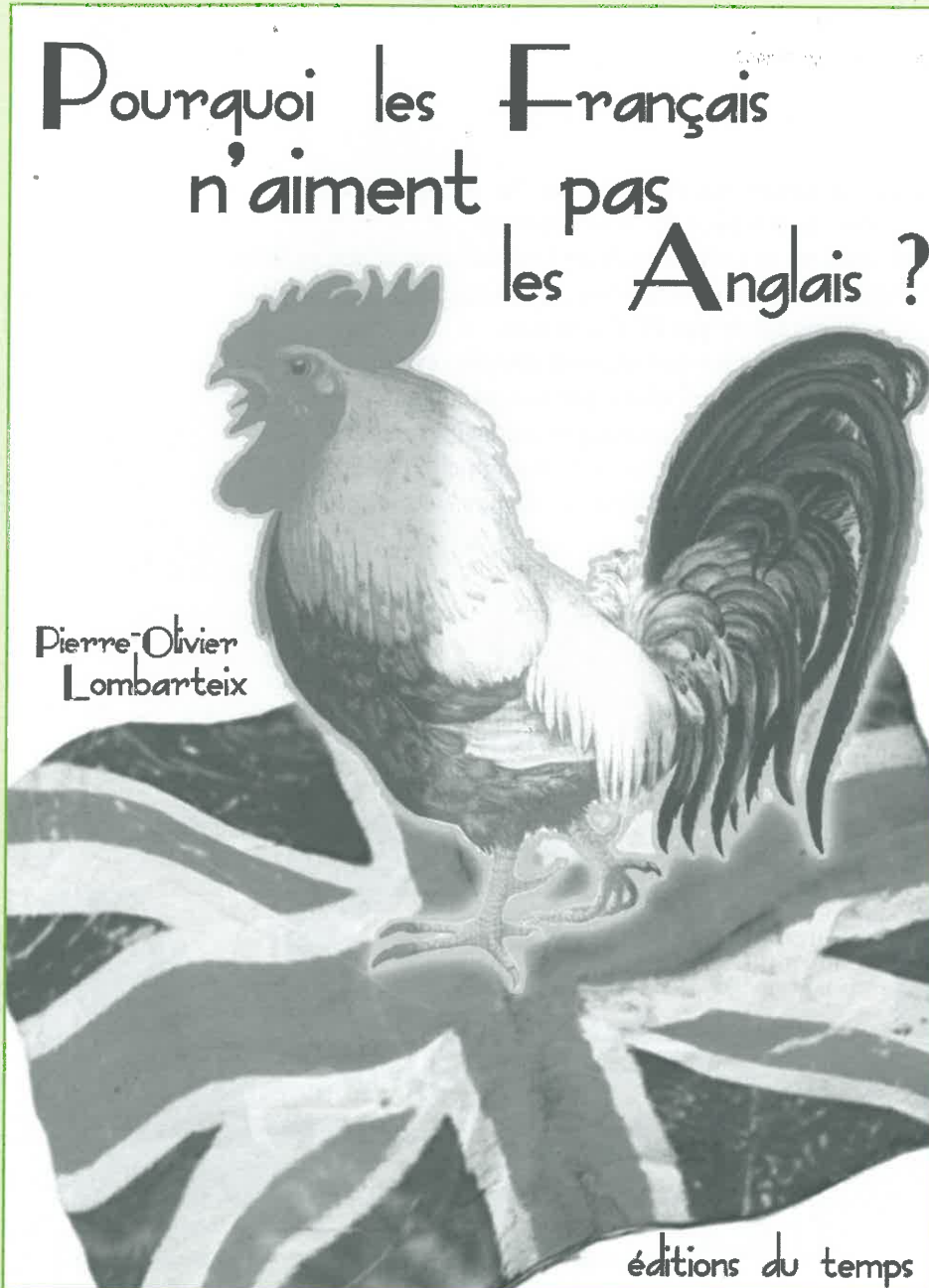
>>> **Cependant il faut être prudent et ne pas accorder plus de valeur aux ressources et écrits numériques qu'ils n'en n'ont.** En effet, il ne faut pas systématiquement chercher ici de pensées philosophiques ou d'écrits littéraires mais simplement le *stockage de conversations instantanées*. Une chose est certaine : le Web 2.0 n'est que le reflet de notre société avide de lieux de confession et répond assez bien à un besoin de dire ce que l'on ressent à un instant donné. **Il permet à l'internaute d'exister.** Le nombre de blogs à travers le monde (70 millions) montre la soif de prise de parole des Internautes. Un des côtés pervers de cette totale liberté d'expression est l'illusion d'une communication totalement bidirectionnelle et d'échanges enrichissants, preuve en est la multitude d'articles restant sans commentaires.

Aujourd'hui les grands gagnants de la mutation du Web sont les industriels qui savent l'utiliser avec talent et capter plus insidieusement l'attention de leurs cibles qu'en utilisant les médias traditionnels. *C'est ce que l'on appelle le **Buzz marketing**. Pourquoi se méfier d'une vidéo totalement délirante ou d'un conseil avisé d'un internaute. Et pourtant !*

*Il semblerait que l'avenir ne soit plus aux applications autonomes installées sur le poste des utilisateurs mais plutôt aux applications en ligne qui seront facturées à la demande. Une fois l'euphorie passée et les conditions d'utilisation plus réglementées en matière d'usurpation d'identité ou de droit d'auteur, le Web 3.0 nous permettra très certainement de dialoguer sans limite avec toutes les technologies à notre disposition et constituera une source d'information inépuisable et de plus en plus fiable.*

Pourquoi les Français n'aiment pas les Anglais ?

par Pierre-Olivier Lombarteix



Qui n'a jamais connu le sentiment de se retrouver en *terra incognita* après avoir traversé la Manche ?

Tout semble fonctionner différemment : le sens de circulation, le système politique, la vie en entreprise mais également les règles du billard ou la cuisson des petits pois... Comment donc ne pas s'étonner que la France et l'Angleterre entretiennent, depuis toujours, des relations conflictuelles et passionnées ?

À travers l'analyse de la vie courante, de la langue, la géographie, l'histoire, la culture, l'agriculture ou encore le sport, l'éducation, le Droit et l'économie des deux pays voisins, l'auteur montre les oppositions et les paradoxes, sources d'une telle inimitié entre les deux peuples.

En apportant les connaissances nécessaires à la compréhension de l'Autre, cet ouvrage souhaite également contribuer à une meilleure entente entre *frogs* et *rosbifs*.

16,50 €



9 782042 744597

Qui n'a jamais connu le sentiment de se retrouver en *terra incognita* après avoir traversé la Manche ?

Tout semble fonctionner différemment : le sens de circulation, le système politique, la vie en entreprise mais également les règles du billard ou la cuisson des petits pois... Comment donc ne pas s'étonner que la France et l'Angleterre entretiennent, depuis toujours, des relations conflictuelles et passionnées ?

A travers l'analyse de la vie courante, de la langue, la géographie, l'histoire, la culture, l'agriculture ou encore le sport, l'éducation, le Droit et l'économie des deux pays voisins, l'auteur montre les oppositions et les paradoxes, sources d'une telle inimitié entre les deux peuples.

En apportant les connaissances nécessaires à la compréhension de l'Autre, cet ouvrage souhaite également contribuer à une meilleure entente entre *frogs* et *rosbifs*.

# Une annonce de la revue

*j3eA*

## La revue *J3eA* est en accès libre

<http://www.j3ea.org/>

Cette revue présente des travaux de recherche pédagogiques dans le domaine de l'enseignement post-baccalauréat des sciences et technologies de l'information et des systèmes. Elle a été créée à l'initiative de la commission d'enseignement du club EEA et est éditée par EDP Sciences.

Une large diffusion des travaux d'enseignement originaux doit permettre d'une part de les faire valider par la communauté scientifique et d'autre part de favoriser les échanges entre enseignants.

Cette diffusion contribuera efficacement à en augmenter la qualité et la richesse pour le plus grand bénéfice de nos formations.



<http://www.j3ea.org/>