

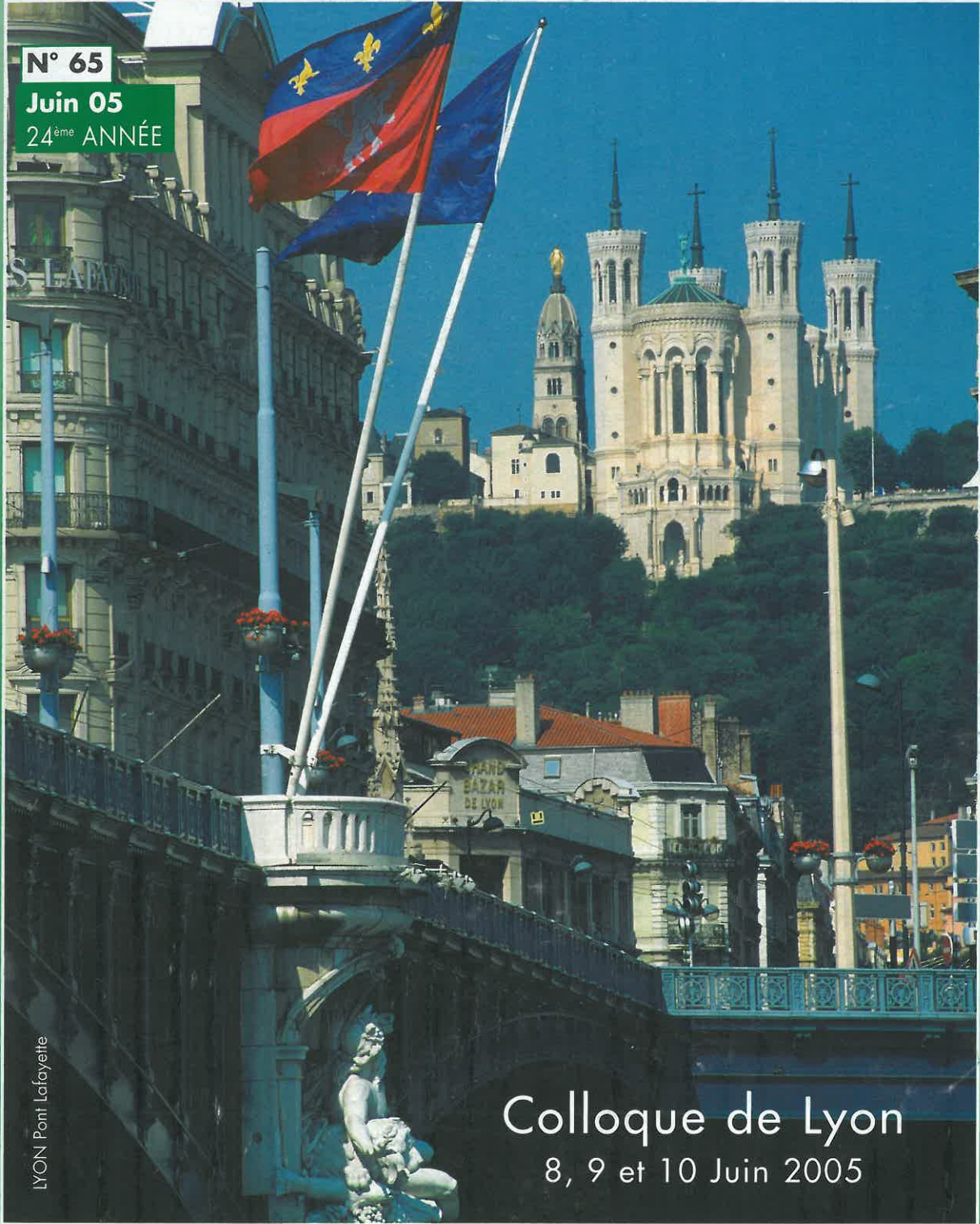
Gesi

Revue des départements de Génie Electrique & Informatique Industrielle - IUT

N° 65

Juin 05

24^{ème} ANNÉE



LYON Pont Lafayette

Colloque de Lyon

8, 9 et 10 Juin 2005

EDITO

Après 37 ans d'existence, le département GEii de Villeurbanne accueille enfin le colloque pédagogique édition 2005. Après Tours, ses ménestrels et son Bourgeois, nous vous invitons dans la ville où coulent trois grands fleuves "le Rhône, la Saône et ... le Beaujolais !".

Ce colloque marquera la fin d'une année de dur labeur qui se concrétise par la rédaction du nouveau Programme Pédagogique National et ouvre l'ère de la modularisation de notre DUT.

Les séances plénières, les commissions et les repas de midi se dérouleront sur le site de l'IUT. Nous pourrions ainsi minimiser les temps de transports (parfois très longs dans l'agglomération lyonnaise) et favoriser les échanges que nous voulons conviviaux, inventifs, et prolifiques. Nous espérons aussi une forte cohésion avec le monde industriel à travers l'exposition et les conférences présentées par les exposants.

Lors de ces 3 journées, en réponse à nos craintes sur la LOLF ou sur l'évolution du système LMD, nous débattrons de thèmes porteurs et Ô combien importants. Tout d'abord, nous discuterons des "pédagogies de la réussite en IUT", sujet très vaste mais essentiel dans la perspective de la réforme annoncée des filières de Terminale. Les champs disciplinaires ne seront pas oubliés car nous échangerons nos points de vue et nos expériences sur l'enseignement de la physique et de l'automatique. Enfin, une nouvelle thématique très porteuse mais encore peu développée dans nos départements sera abordée : "les énergies renouvelables".

Suivant la tendance, la journée touristique du samedi disparaît au profit d'une visite en soirée allant vous faire découvrir, de Fourvière au Vieux Lyon, les trésors d'une ville classée au patrimoine mondial de l'UNESCO. Côté traditions, nous serons reçus à la mairie de Villeurbanne le mercredi soir et dans un château au milieu des vignobles pour la soirée de gala.

Ainsi ira le colloque, remettant l'ouvrage sur le métier, contribuant à rendre le Génie Electrique fluide, transparent, vivant. Tâche de tous les instants, le plus souvent discrète, mise sous le feu des projecteurs au soleil de juin, à reprendre avec enthousiasme à la rentrée.

D'ici là, le département GEii de Villeurbanne met tout en œuvre pour la réussite de ce colloque et vous attend impatiemment du 8 au 10 juin 2005. A très bientôt.

Xavier BULLE et toute l'équipe Colloque 2005



GÉNIE ÉLECTRIQUE SERVICE INFORMATION

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

Directeur de la publication :
R. Gourdon

Responsable
du comité de rédaction :
G. Gramaccia

Comptabilité :
G. Couturier

Comité de rédaction :
Département de Génie Electrique
IUT Bordeaux 1
33405 Talence Cedex
Téléphone : 05 56 84 58 20
Télécopie : 05 56 84 58 09
E-mail :
gino.gramaccia@iut.u-bordeaux1.fr

Imprimerie : Laplante
204, av. de la Marne
33700 Mérignac
Téléphone : 05 56 97 15 05
Télécopie : 05 56 84 58 09
e-mail : pao@laplante.fr
Dépôt légal : juin 2005
ISSN : 1156-0681
Crédit photos :
Imprimerie Laplante



Consultez

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

S
O
M
M
A
I
R
E

AUTOUR DU COLLOQUE DE LYON > Villeurbanne les 8, 9 et 10 juin 2005

- Vous avez dit Physique ? (Antoine Tauvel)4 à 5
- L'automatique dans le nouveau PPN (Larbi-Chrifi-Alaoui)6 à 7
- Energie Nouvelle (Michel Dumas)8

SCIENCES, TECHNIQUES, PÉDAGOGIE

- De la boucle à verrouillage de phase à la CEM : les horloges à étalement de spectre 9 à 18
(G. Couturier, C. Pécoste, L. Reydellet et J. Rolland)
- Supervision d'un processus industriel par Internet (Pascal Vrignat)19 à 24
- Valoriser la production grise (Jacques Cuvillier)25 à 28
- Synthèse d'un microprocesseur en langage VHDL29 à 34
(Serge Reboul, Jean Bernard Choquel)

VIE DES DÉPARTEMENTS

- Le département de GEII de Châteauroux fête ses 10 ans35 à 39
(Pascal Vrignat, Jean-Christophe BARBET)
- Concours de robots 200540 à 41
- Pour une lecture raisonnée du PPN GEII 2005 (Rémy Gourdon)42 à 46
- Vient de paraître47
- Nouveau site WEB du GESI48



LYON
Fourvière
"Basilique"

AUTOUR DU COLLOQUE DE LYON

Vous avez dit Physique ?*Par Antoine TAUVEL (GEII Sarcelles)*

« Chacun de nous, en contemplant sa propre histoire, ne se souvient-il pas qu'il a été successivement, quant à ses notions les plus importantes, théologien dans son enfance, métaphysicien dans sa jeunesse, et physicien dans sa virilité ? »

Auguste COMTE, Cours de philosophie positive (première leçon).

MAIS QUE DIABLE ALLAIENT-ILS FAIRE...

Lorsque les Hautes Autorités Géheudeuziesques¹ proposèrent à l'assemblée des chefs de département de lancer une commission du colloque sur l'enseignement de la physique, on ne peut pas dire que l'enthousiasme fut exubérant².

Et pourtant... et pourtant, il apparaît à la lueur des débats ébauchés³ depuis lors à Sarcelles entre aficionados que le sujet mobilise. Dix départements ont participé aux deux réunions préparatoires. Celles-ci ont montré une grande diversité dans les pratiques pédagogiques et les objectifs de formation.

Ce bref article se propose donc, pour vous mettre l'eau à la bouche, de faire état de ces réunions et de tracer un (très partiel) état des lieux.

DIS MONSIEUR, C'EST QUOI CETTE BOUTEILLE DE LAIT ?

Ou, pour parler plus clairement, à quoi sert l'enseignement de la physique en IUT GEII ? Des réunions préparatoires, il ressort que deux types de réponses s'affrontent :

D'un côté, les utilitaristes, qui souhaitent un lien permanent entre l'enseignement technique et l'enseignement de la physique (et, plus généralement, de l'ensemble de l'UE1). Pour eux, l'enseignement de la physique devrait se cantonner à une étude du solide en rotation (machine tournante) et du transfert de chaleur.

De l'autre, les puristes, qui tiennent à donner à leurs étudiants une culture générale en science physique, plus ou moins en déconnexion avec l'enseignement de l'électronique, de l'électrotechnique ou des réseaux.

Les premiers arguent de la cohérence pédagogique et de la vocation professionnalisante du système IUT, les seconds du droit à la connaissance. Evidemment, il n'y a pas d'Ayatollah en GEII, et chacun tente, en conscience, de s'accommoder des deux points de vue. Mais le manque d'enseignants-chercheurs des sections 28 à 30 ou de PrAg spécialisés fait que la physique est souvent enseignée par des enseignants-chercheurs des sections 61-63 ou par des PrAg de génie électrique. Cette situation, bien évidemment, fait pencher la balance...

Et pourtant, comment tenir cette position quand bientôt 80% de nos étudiants poursuivront leurs études ? La commission devra s'attaquer à ce paradoxe.

DEMANDEZ LE PROGRAMME !

Il s'agit bien entendu du programme de la commission de physique.

L'après-midi du mercredi sera consacrée à circonscrire le problème. L'intervention d'un enseignant du secondaire viendra compléter celle de l'inspecteur, prévue en assemblée plénière. Nous tenterons de répondre à cette question simple à propos de

nos étudiants : qu'ont-ils appris au lycée⁴ ? En aval, un enseignant de l'ENSEA viendra nous expliquer la place que tient la physique en école d'ingénieur. Nous aurons ainsi par différence une idée du « gap » qu'il s'agit de faire franchir à nos étudiants⁵.

Le jeudi matin sera consacré au problème des séances de Travaux Pratiques en physique. L'enquête préparatoire le montre clairement, très peu de départements en disposent. C'est un comble pour une discipline qui se propose d'expliquer le monde, enseignée dans une formation qui met sans cesse en avant la pratique. Les communications exposeront par conséquent quelques TP pouvant être mis en œuvre soit en auto-équipement, soit en achat.

Le jeudi après-midi sera consacré à la présentation des expériences pédagogiques des collègues. Le département de Cachan viendra par exemple montrer en quoi la physique ne parvient pas à s'inscrire dans la réforme de l'enseignement appliquée par le reste du département.

Enfin, le vendredi matin sera consacré à une table ronde sur la mise en place du nouveau programme dans les départements. Il commencera par l'analyse des résultats du sondage « enseignement de la physique », dont les premiers éléments sont présentés ici.

NÉ DEMANDEZ PAS LE PROGRAMME !

Il s'agit bien entendu du Programme Pédagogique National.

C'est le destin d'un PPN que d'être voué aux gémonies avant même sa parution. Selon une tradition ancestrale, la rédaction se déroule en quatre étapes :

- Au commencement, tout le monde s'accorde à reconnaître les problèmes du « vieux » programme (qui accuse déjà ses quatre ans d'âge)⁶...
- Ensuite, tout le monde se met au travail dans la joie.
- Enfin, plus personne ne reconnaît ses petits. La place d'un mot ou d'une virgule peut faire l'objet de plusieurs heures de discussions.
- La dernière étape, bien entendu, consiste à se séparer plus ou moins fâchés en maugréant sur le thème « on continuera à faire comme avant ». Il est important à ce moment-là de reconnaître au PPN précédent les vertus qu'on lui déniait à l'étape numéro 1.

La commission, en parfait accord avec ce processus immuable, trouve donc inapplicable la partie physique de ce PPN, et regrette l'influence évidente des électrotechniciens sur sa rédaction. Conformément à la phase numéro quatre, chacun continuera à appliquer sa recette dans son coin. Cela dit, deux problèmes se posent : celui des jeunes collègues nouvellement recrutés, pour lequel ce document a force de loi, et l'image du programme que reçoit un physicien compétent, mais ignorant la réalité des formations. On recommande donc la plus grande prudence lors de la prochaine re-rédaction qui devrait commencer, selon nos calculs, à l'automne 2007 .

AUTOUR DU COLLOQUE DE LYON

QUI SOMMES-NOUS ?

Il ne s'agit pas ici de métaphysique, mais plutôt, compte tenu de l'autonomie de chaque département, d'une interrogation sur la réalité de nos pratiques quotidiennes. Une enquête, rédigée par Gérard Couturier (Bordeaux I) a été envoyée aux chefs de départements.

Huit départements ont répondu à ce jour, deux semaines après le lancement de l'enquête. D'autres devraient suivre, mais les délais de publication ne nous permettent pas de les attendre. Bien entendu, les noms des départements n'apparaissent pas afin de ne pas stigmatiser tel ou tel⁸.

Electrostatique	électromagnétisme	lignes de transmission	propagation libre	propagation guidée	thermique	thermodynamique	mécanique	semiconducteur	Capteur	optique géométrique	fibres optiques	optoélectronique	CEM	Total
		10,5	14	10,5	2	0	0	10	0	3,5	14	0	15,5	80
12	12	30	20	7	12	0	18	32	14	0	8	7	10	182
18	18	5	10	7	5	0	8	3	19	0	3	10	0	106
0	0	0	0	0	28	0	24	32	0	0	0	8	12	104
16		0	0	0	0	0	30	0	28	0	0	0	0	74
8	8	22	8	0	1	0	30	5	34	0	0	27	0	143
					10	0	0	25	12			25	3	75
0	0	0	0	0	8	0	8	0	0	0	0	0	2	18

Figure 1 - Premiers résultats de l'enquête sur l'enseignement de la physique

Sur la figure 1 sont représentés les différents domaines susceptibles d'être enseignés en physique en GEII. Les champs non renseignés correspondent à des matières enseignées dont le volume horaire n'est pas connu. Lorsqu'une matière n'est pas enseignée, il apparaît un zéro.

Rappelons tout d'abord que le nouveau PPN demande 90 heures de physique (P1+P2+P3), tandis que le précédent en demandait 120. Si certains sont en retard sur le PPN de 1994, d'autres anticipent celui de 2017. Compte tenu des rubriques non remplies, la majorité d'entre nous consacrent une certaine d'heures à la physique, de façon relativement homogène.

On relève sur ces informations la moyenne horaire par étudiant, l'écart-type et le nombre de citations afin de déterminer un éventuel consensus. L'indéniable vainqueur en terme de consensus est sans conteste... la thermodynamique, que tout le monde s'accorde à ignorer. L'optique géométrique est au même régime, mais des mentions manuscrites d'enseignants regrettent de ne pas l'attaquer en prélude aux fibres optiques, que seuls la moitié des départements traitent (la totalité des RLI et un A&S).

En volume horaire, l'ensemble électrostatique + électromagnétisme (toujours enseignés ensemble) est gagnant, avec en moyenne 16 heures au total. Beaucoup de départements vont plus loin en proposant l'étude des propagations. Ces départements sont majoritairement des options RLI et électronique. Ainsi, on voit bien que la physique peut être théorique et exigeante, tout en étant au service d'un enseignement cohérent entre les UE1 et 3.

Du côté des grands classiques, la mécanique est bien représentée, avec une moyenne de 14 heures 45 minutes (présente dans 6 départements sur 8). Ce résultat était relativement attendu.

Plus étonnant, la physique du semi-conducteur arrive juste derrière la mécanique, avec 14 heures d'enseignement en moyenne (également présente dans 6 départements). Cet enseignement est pourtant très souvent décrié en colloque comme trop difficile et trop abstrait. Même si les volumes horaires font penser que les objectifs doivent être différents d'un département à l'autre, il est intéressant de noter que de nombreux départements sont encore ambitieux avec leurs étudiants.

L'enseignement des capteurs occupe en moyenne 9 heures. Dans de nombreux départements, il est dilué dans le contenu d'un autre enseignement, ce qui permet d'éviter les cours catalogues, mais ne permet pas de traiter les questions générales (linéarité, offset...).

Si la thermique prend en général peu d'heures (parfois prises sur les ER), elle est par contre présente dans sept départements sur huit, ce qui n'est guère une surprise...

EN GUISE DE CONCLUSION...

... mieux vaut ne pas conclure. Après tout, cet article est censé être une vaste introduction à la commission.

En attendant, on ne peut que souligner l'importance des enjeux. Enseigner une physique rigoureuse à des lycéens frais émoulus n'a rien de simple, et les réformes du secondaire en cours ou à venir ne simplifieront certainement pas notre tâche. Pour autant, chacun s'accorde à dire qu'il serait criminel de ne pas tenter de transmettre un certain nombre de messages fondamentaux.

Dans ces circonstances, l'échange entre collègues reste le meilleur moyen de perfectionner nos pratiques. Cette commission marque ici un premier pas : espérons qu'il sera suivi de bien d'autres.

1 - Comprendre Rémi Gourdon. Ce néologisme est non déposé, libre de droit.

2 - En même temps, avec la température qu'il fait en salle 2 des DS à Créteil, on s'enflamme rarement...

3 - Merci à la comtesse pour ce contrepet.

4 - En espérant que la réponse ne tiendra pas en un seul mot de quatre lettres.

5 - On me pardonnera cette métaphore très physique.

6 - Cf les programmes paru au B.O. de 1996, 2001, 2005...

7 - Ceux qui verraient dans cette description une quelconque exagération sont cordialement conviés à la prochaine ACD...

8 - Mais si on me fait boire à la soirée de Gala, je ne réponds plus de rien...

L'automatique dans le nouveau PPN

Par Larbi CHRIFI-ALAOUI

L'objectif de cette commission est de réfléchir sur la mise en place de l'enseignement de l'automatique dans le nouveau Programme Pédagogique National, ainsi que sur son évolution. Suite à la réduction importante du volume horaire dédié à l'enseignement d'automatique (un seul module de 60 heures enseigné au 3^{ème} semestre), des aménagements (adaptation du contenu, définition des objectifs) deviennent indispensables. Ces aménagements soulèvent un certain nombre de questions auxquelles nous souhaiterions apporter quelques éléments de réponses sur la base d'une réflexion.

1 - Comment enseigner l'automatique dans le nouveau PPN ?

Adaptation et cohérence du contenu : L'automatique est l'une des spécialités de GEII qui permet aux étudiants de développer leur esprit de synthèse. Cet esprit de synthèse les aidera pour leur carrière, surtout s'ils poursuivent leurs études. Il paraît difficile de concilier ceci avec la réduction du volume horaire. Pour y parvenir, le cours d'automatique doit être soigneusement coordonné avec les enseignements qui lui sont liés, comme les mathématiques, le génie électrique et le traitement du signal. Le cours de mathématiques doit en particulier fournir une formation rigoureuse sur la résolution d'équations différentielles avec la transformation de Laplace. Il est donc souhaitable que les enseignants d'automatique s'impliquent dans l'enseignement des mathématiques. Le cours de génie électrique aborde des notions utiles en automatique : premier et second ordre, impédance complexe (modules GE11 et GE2, premier et deuxième semestre). Moyennant une bonne harmonisation avec les électroniciens, une approche automatique peut être abordée dans ces modules. Si les outils fondamentaux sont acquis en première année, un programme d'automatique cohérent peut être traité dans l'horaire imparti et avec la rigueur qui convient au troisième semestre.

Ce programme doit permettre la maîtrise des concepts fondamentaux et leurs applications à des cas concrets. Compte tenu du volume horaire et de l'ampleur du domaine, l'enseignement se limitera aux connaissances de bases, indispensables à l'étude des systèmes linéaires continus (le non linéaire a été retiré de l'ancien PPN). A l'issue du module d'automatique, les étudiants devraient savoir élaborer méthodiquement des modèles de commande et valider le comportement d'un système asservi en se fondant sur un cahier des charges.

Rendre l'automatique attrayante : Une autre difficulté de l'enseignement de l'automatique est que les étudiants sous-estiment son utilité. Compte tenu des difficultés de calcul et

d'assimilation de certains étudiants, il est peut-être préférable, de mettre l'accent sur un travail personnel adapté dans un premier temps. Dans un deuxième temps, il est pertinent d'introduire des outils logiciels et d'illustrer de manière concrète le cours au travers d'exemples industriels et en travaillant sur des simulations de systèmes réels. Par ailleurs, on pourra intégrer un aspect régulation dans les travaux de réalisation, dans des systèmes embarqués par exemple.

L'objectif est de permettre aux étudiants la maîtrise des principes fondamentaux et leur application à des cas concrets.

2 - Quelle est l'avenir de l'automatique en GEII ?

Le devenir de l'automatique en GEII repose sans aucun doute sur l'orientation à donner à cet enseignement : orientation plus technique à finalité professionnelle, ou orientation plus scientifique à finalité poursuite d'études ?

Il semble difficile de faire de l'automatique un cours style « recette de cuisine », notre vocation n'est pas de faire des robots, mais de former des étudiants capables de mener une démarche scientifique lors de la résolution d'un problème. Les classes préparatoires, à la demande des écoles d'ingénieurs ont intégré la culture de base de l'automatisme et de l'automatique au programme des concours depuis 1995 (voir les sujets de concours), aspect sciences de l'ingénieur. De nombreuses licences professionnelles nécessitent cette culture d'automatique, l'aspect modélisation est une démarche fondamentale.

Pour toutes ces raisons, malgré la réduction du volume horaire, l'orientation doit être d'abord scientifique avec un support technique suffisamment solide de manière à permettre à l'étudiant une poursuite d'études soit courte (licence professionnelle), soit longue (écoles d'ingénieurs). Proposer des modules « étude et réalisation » en automatique pourrait renforcer les capacités techniques de nos étudiants et faciliter ainsi l'insertion professionnelle de ceux qui souhaitent intégrer le monde du travail à la fin du cycle.

3 - La place de l'automatique dans la formation GEII

Dans le nouveau PPN, le faible horaire alloué à l'enseignement d'automatique, entraîne un déséquilibre au sein du cœur de compétences. L'automatique apparaît dans ce nouveau programme comme une matière secondaire. Classé dans l'informatique des systèmes industriels, cet enseignement assure mal son identité dans le monde de l'EEA, d'autant plus que le club EEA semble ignorer le DUT GEII comme faisant partie des formations de l'EEA.

Une solution intéressante serait d'utiliser d'autres modules pour renforcer l'automatique dans la formation, par exemple, le module ARS24 peut aborder la surveillance et le diagnostique.

Pour conclure sur cette réflexion de mise en place du PPN, nous aurons à approfondir lors de ce colloque, les suggestions de nos différents collègues, suggestions bien résumées par l'équipe pédagogique du département GEII de Toulouse :

« - *Harmoniser les enseignements et réduire les redondances,*

- *Développer un enseignement d'automatique efficace avec la justification et la rigueur nécessaire,*

- *Introduire des outils logiciels afin de réduire certains calculs longs et fastidieux ou d'illustrer de manière plus concrète le cours au travers d'exemples industriels,*

- *Montrer que les réalisations conduisent presque inévitablement à utiliser les notions et les moyens de l'informatique Industrielle.*

Tout ceci, afin de favoriser la complémentarité de tous les enseignements scientifiques pour démontrer la nécessité de chacun d'eux dans le but d'analyser et de réaliser un système ».

Pour le groupe de la commission 4

Larbi CHRIFI-ALAOUI

LYON



ÉNERGIES NOUVELLES

Par Michel Dumas (IUT de Nîmes)

Chef de Département GEII

Le développement économique croissant induit, à l'échelon national et surtout international, une demande toujours plus importante des besoins en énergie. Ceci impose des recherches de plus en plus poussées pour améliorer l'exploitation des sources en énergies déjà existantes, mais surtout, lance de nouveaux challenges pour développer de nouvelles sources d'énergie.

Au delà de cet état de fait, il apparaît des nouveaux moyens technologiques à mettre en œuvre tant dans la production, que dans la transformation où l'exploitation de l'énergie. Ceci pose le problème évident de la formation des différents personnels qui devront mettre en œuvre ces technologies. L'intégration des personnels dans des entreprises de plus en plus internationales pose aussi le problème de l'évolution des connaissances générales à fournir à nos apprenants. L'objectif de la commission est de lancer une réflexion sur l'évolution de la formation en GEII pour former les futurs techniciens supérieurs à ces nouveaux métiers dans un schéma national, Européen (n'oublions pas nos licences professionnelles) et mondial.

A ce stade on développera la discussion au tour du niveau de qualification recherché en milieu professionnel.

Après un tour d'horizon, sur l'ensemble des moyens de production existantes (hydrauliques, thermiques, nucléaire) où émergentes (solaires, éolienne, biomasse, pile à combustion...) de ces nouvelles énergies, les différents professionnels et spécialistes nous exposerons l'évolution des emplois, où des qualifications métiers dans les différents domaines du GEII pour les prochaines années. Ceci nous permettra d'établir un bilan sur les perspectives d'insertion professionnelle en intégrant les différents aspects de la profession (pyramide des ages, mouvement des différents personnels (techniciens et cadre) en Europe et dans le monde.

Ceci nous amènera tout naturellement à considérer l'évolution de la formation en GEII dans les prochaines années. Au delà des questions sur l'évolution de la

formation scientifique et technologique, pour donner un maximum de chance d'insertion professionnelle a nos étudiantes et étudiants, certaines questions sur les connaissances générales vont émerger. Faut-il intégrer une 2^{ème} langue ? Si oui laquelle (Espagnol, Chinois, Arabe...?) Faut-il faire évoluer la Gestion de Projet et la Communication en intégrant les technologies de l'information et de la communication ? Ces techniques devront-elles être intégrées dans les procédures d'aide à la décision, où à la maintenance ? Etc.

La commission des énergies nouvelles est solidaire des autres commissions du colloque pour continuer cette démarche d'évolution dans nos pédagogies. Elle souhaite participer à la démarche de notre communauté GEII, à savoir se remettre en permanence question, face à une société en perpétuelle évolution. Même si nous n'avons pas les réponses à l'ensemble des questions qui se poseront, je tiens à souligner cette démarche qui consiste à préparer l'avenir et qui reste un point important pour notre vocation dans un service public, celle d'acquérir les compétences et le savoir, d'analyser les meilleurs moyens pour les transmettre aux jeunes générations, en ayant conscience des enjeux sociaux économiques nationaux et internationaux.

La commission sera animée par un ensemble de collègues GEII, et de personnes extérieures (la liste définitive n'est pas arrêtée à ce jour)

Je les remercie par avance au nom de notre communauté

DE LA BOUCLE À VERROUILLAGE DE PHASE À LA CEM (Compatibilité ElectroMagnétique) : LES HORLOGES À ÉTALEMENT DE SPECTRE

Par G. Couturier, C. Pécoste, L. Reydellet et J. Rolland - D^{épt} GEII – IUT Bordeaux1

gerard.couturier@iut.u-bordeaux1.fr

Résumé : Pour réduire le rayonnement des cartes électroniques (EMI reduction pour ElectroMagnetic Interference), une solution technique possible consiste à utiliser une horloge à étalement de spectre (SSCG pour Spread Spectrum Clock Generator). C'est ainsi que plusieurs fabricants de circuits intégrés (CI) proposent aujourd'hui ce type d'horloge dont le principe de fonctionnement est similaire à celui d'un modulateur de phase utilisant une boucle à verrouillage de phase (PLL pour Phase Locked Loop).

Après avoir rappelé les bases du rayonnement en champ lointain, nous montrons comment réaliser simplement une modulation de phase avec une PLL. Nous analysons ensuite un CI à étalement de spectre de la société CYPRESS. Pour montrer l'intérêt d'un tel circuit nous l'utilisons comme horloge d'un circuit logique programmable (GAL 22V10 de LATTICE) et montrons qu'effectivement le rayonnement mesuré dans une cellule GTEM (Giga Hertz Transverse ElectroMagnetic) est plus faible que celui mesuré en l'absence d'étalement de spectre.

Mots clés : rayonnement des fils et boucles, boucle à verrouillage de phase, modulateur de phase, étalement de spectre, mesure du rayonnement et réduction du rayonnement.

1. Introduction

Le D^{épt} GEII de l'IUT Bordeaux1 a ouvert en septembre 2004, une licence EISI (Electronique et Informatique des Systèmes Industriels) avec deux options : 1) option Microélectronique-Microsystème et 2) Systèmes automatisés-réseaux industriels. Dans le cadre de l'option Microélectronique-Microsystème, nous avons développé un module intitulé "CEM et intégrité du signal" (16h cours-TD + 20h TP). Un des travaux pratiques proposés consiste : 1) à mettre en œuvre un circuit d'horloge à étalement de spectre et 2) à mesurer la réduction des champs rayonnés. Parmi les autres TP, citons l'étude et la caractérisation d'un amplificateur à bande étroite à 200MHz (paramètres S, taux de distorsion, intermodulation, facteur de bruit, rayonnement émis, immunité au rayonnement).

2. Quelques généralités sur le rayonnement

Les normes CEM précisent les limites des intensités des champs électromagnétiques rayonnés par un dispositif électronique. Prenons par exemple le cas de la norme EN55013 relative aux récepteurs de radiodiffusion et des appareils associés, on y lit que le champ électrique rayonné doit rester inférieur à $\approx 40dB\mu V/m$ à 10m et ce dans la gamme des fréquences allant de 80MHz à 1GHz, soit un champ électrique E inférieur à $100\mu V/m$. A une distance $r = 10m$ d'un dispositif électronique, l'approximation champ lointain est correcte, elle est correcte grosso modo pour $r > \lambda/2\pi$ où $\lambda = c/f$ est la longueur d'onde (par exemple $\lambda = 3m$ à 100MHz). Les intensités des champs rayonnés lointains, comme proches d'ailleurs, dépendent à une distance r donnée, *i*) de la direction dans l'espace (angles θ et φ en coordonnées sphériques), et *ii*) de la forme de la source rayonnante. Dans le cas d'un circuit électronique il est quasiment impossible de faire le calcul des champs, par contre il est bon d'avoir quelques repères. Les repères sont les champs rayonnés par les dipôles électrique et magnétique, par dipôle électrique et magnétique on entend respectivement un fil de longueur $\ell \ll \lambda$ et une spire de rayon $R \ll \lambda$ parcourus par un courant d'intensité I .

Pour un dipôle électrique, le maximum du champ E lointain est obtenu dans la direction perpendiculaire au dipôle ($\theta = \pi/2$), au champ E est associé un champ orthogonal H . Les modules des champs E et H sont respectivement donnés par les relations :

$$|E| = \frac{Z_0 \omega I \ell}{4\pi cr} \quad \text{et} \quad |H| = \frac{\omega I \ell}{4\pi cr} \quad \text{avec} \quad Z_0 = \left| \frac{E}{H} \right| = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = 120\pi \approx 377\Omega \quad (1)$$

La quantité Z_0 est appelée l'impédance caractéristique du vide. C'est l'analogue de l'impédance caractéristique d'un câble coaxial, en effet dans un câble d'impédance caractéristique Z_c , le rapport $\frac{\text{tension}}{\text{courant}}$ est en tout point du câble supposé de longueur infinie (ou de longueur finie mais terminé par son impédance caractéristique Z_c) égale à Z_c .

Pour un dipôle magnétique, les maxima des modules des champs E et H lointains sont respectivement donnés par les relations :

$$|E| = \frac{Z_0 \omega^2 I R^2}{4c^2 r} \quad \text{et} \quad |H| = \frac{\omega^2 I R^2}{4c^2 r} \quad \text{avec} \quad Z_0 = \left| \frac{E}{H} \right| \approx 377\Omega \quad (2)$$

Les relations (1) et (2) permettent de calculer la longueur et l'aire maximum d'un fil et d'une boucle, dans les limites bien entendu de $\ell \ll \lambda$ et $R \ll \lambda$. Pour illustrer le propos, prenons par exemple le cas d'une porte logique sans aucun découplage et attaquée par une horloge de période $T_0 = 1/f_0$ comme le montre le schéma de la figure 1. Modélisons le courant d'alimentation $I(t)$ par des triangles de hauteur I_m et de largeur 2τ et cherchons l'aire $S = \pi R^2$ maximale admissible pour que le champ E rayonné reste inférieur par exemple à $100\mu Vm^{-1}$.

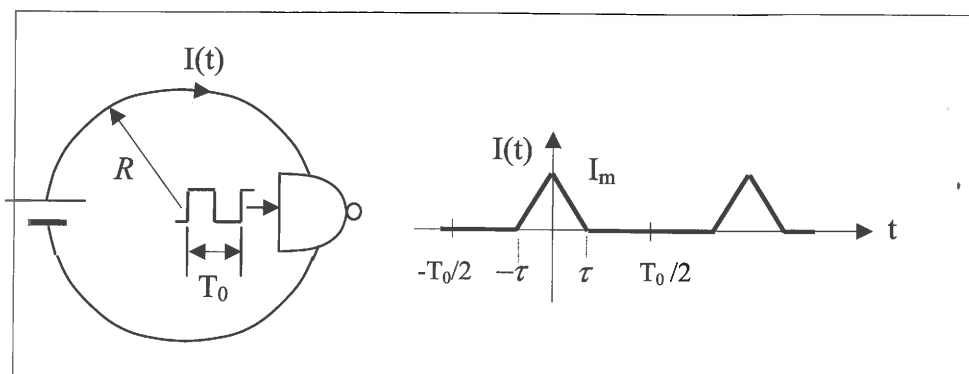


Figure 1 Rayonnement d'une boucle et allure du courant $I(t)$

La décomposition en série de Fourier du courant $I(t)$ s'écrit :

$$I(t) = b_0 + \sum_{n=1}^{\infty} s_n \cos(n\omega_0 t - \varphi_n) \quad \text{avec} \quad s_n = \frac{8I_m \sin^2(n\omega_0 \tau/2)}{T_0 \tau (n\omega_0)^2} \quad (3)$$

D'après la relation (2), le rang n de l'harmonique produisant le rayonnement le plus intense correspond au maximum de la quantité $(n\omega_0)^2 s_n$; soit $n\omega_0 = \frac{\pi}{\tau}$. En injectant cette dernière relation dans l'équation (3) et en remplaçant le terme $\omega^2 I$ de l'équation (2) par $(n2\pi f_0)^2 s_n \Big|_{n=\pi/\omega_0 \tau}$, on obtient le champ à $r = 10m$:

$|E|_{\text{à } 10m} = 2,6 \times 10^{-16} S f_0 \frac{I_m}{\tau}$ (en Vm^{-1}). La relation obtenue fait apparaître trois termes indépendants : 1) l'aire S de la boucle, 2) la fréquence f_0 de l'horloge et 3) les caractéristiques électriques de la porte au travers du rapport $\frac{I_m}{\tau}$. Traitons une application numérique, prenons le cas d'une porte de la famille HCMOS, $\frac{I_m}{\tau} \approx 20 \times 10^6 As^{-1}$, il s'ensuit que pour une fréquence d'horloge $f_0 = 10MHz$ par exemple, l'aire S de la boucle doit rester inférieure à $1923mm^2$ ($R \approx 24mm$) pour que le module du champ E soit inférieur à $100\mu Vm^{-1}$ à $10m$.

Pour réduire le rayonnement, plusieurs solutions techniques sont envisageables : 1) réduire l'aire de la boucle en rapprochant les deux conducteurs aller et retour dans le cas d'un circuit simple face ou utiliser un plan de masse en retour dans le cas d'un circuit double face, 2) découpler le circuit au plus près ce qui revient à diminuer l'aire de la boucle, 3) augmenter la durée des fronts d'horloge si la fréquence f_0 n'est pas trop élevée, 4) blinder le montage, mais c'est une option qui peut vite devenir onéreuse, 5) utiliser, si la fonction réalisée le permet, une horloge à étalement de spectre.

3. De la PLL à l'horloge à étalement de spectre

Les boucles à verrouillage de phase ont de nombreuses applications dans le domaine des télécommunications et de l'électronique en général, citons par exemple : la récupération de porteuse et de rythme dans les modulations numériques, la synthèse de fréquence, quelques fois la démodulation de fréquence, dans la plupart des cas cependant on préfère utiliser des démodulateurs en quadrature, citons également la modulation de phase analogique utilisée dans certains émetteurs de radio. Une horloge à étalement de spectre est en fait un modulateur de phase avec un modulant particulier.

3.1 Etude pédagogique d'un modulateur de phase

En étude préliminaire de l'horloge à étalement de spectre de CYPRESS, nous montrons aux étudiants le principe de l'étalement de spectre sur une maquette pédagogique. Pour ce faire, nous réutilisons la maquette "boucle à verrouillage de phase" des TP de 2^{ème} année, cette maquette permet d'observer les plages de capture et de verrouillage, les réponses aux diverses excitations et de faire la synthèse de fréquence. La maquette est construite autour du CI 74HC4046 alimenté sous une tension $V_{DD} = 5V$, le schéma de principe est donné à la figure 2. Le comparateur de phase est un OU exclusif, la fréquence libre F_0 du VCO est obtenue pour une tension $U_c = V_{DD} / 2 = 2,5V$. Il est facile de transformer la maquette, c'est ce qui est fait dans le cadre des TP de licence, en un modulateur de phase, en insérant un circuit additionneur "rudimentaire" entre le filtre passe-bas et le VCO.

En l'absence de modulant, $e(t) = 0$, le signal de sortie du filtre passe-bas $s(t) = U_c(t) = \frac{V_{DD}}{2} = 2,5V$ car la PLL est attaquée par un signal de fréquence égale à la fréquence libre $F_0 = 25kHz$ du VCO. En présence du modulant, les signaux $s(t)$ et $e(t)$ sont tels que leur somme reste quasiment égale à $\frac{V_{DD}}{2} = 2,5V$ comme le montre les courbes enregistrées de la figure 3.

En l'absence du modulant $e(t)$, le spectre de $y(t)$ ne présente qu'une seule raie au voisinage de $F_0 = 25kHz$ comme le montre la figure 4-a. En présence du modulant $e(t) = D \sin(\Omega t)$ le spectre de $y(t)$ de la

figure 4-b est bien celui d'une onde modulée en phase, en tout point analogue d'ailleurs à celui d'une onde modulée en fréquence car le modulant est ici de type sinusoïdal. A partir des amplitudes des raies autour du fondamental à F_0 on déduit un indice de modulation $m \approx 1,35$. L'indice de modulation théorique est égal à

$$\pi \frac{D}{V_{DD}} = \frac{2\pi}{5} = 1,25 \text{ (voir la démonstration ci-dessous).}$$

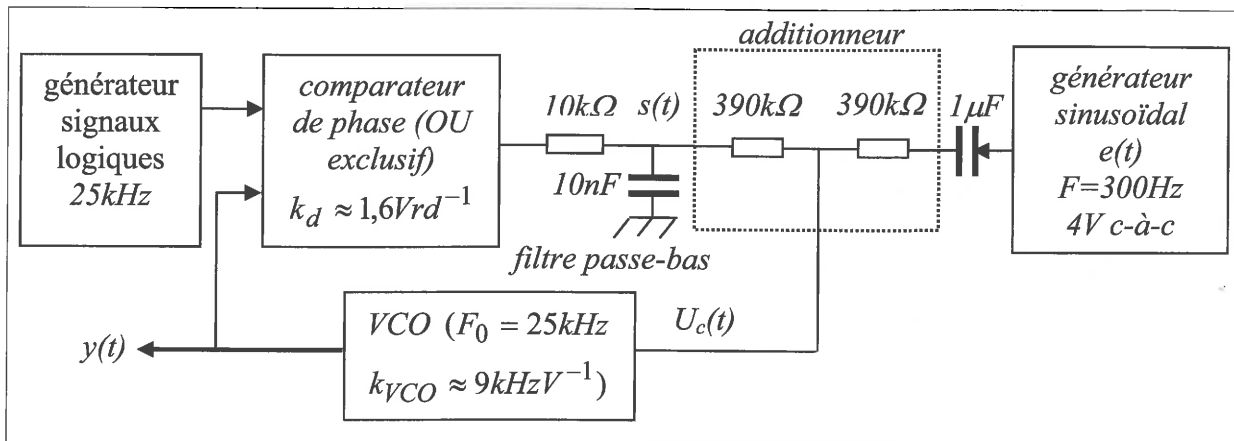


Figure 2 Transformation de la maquette "boucle à verrouillage de phase" en modulateur de phase

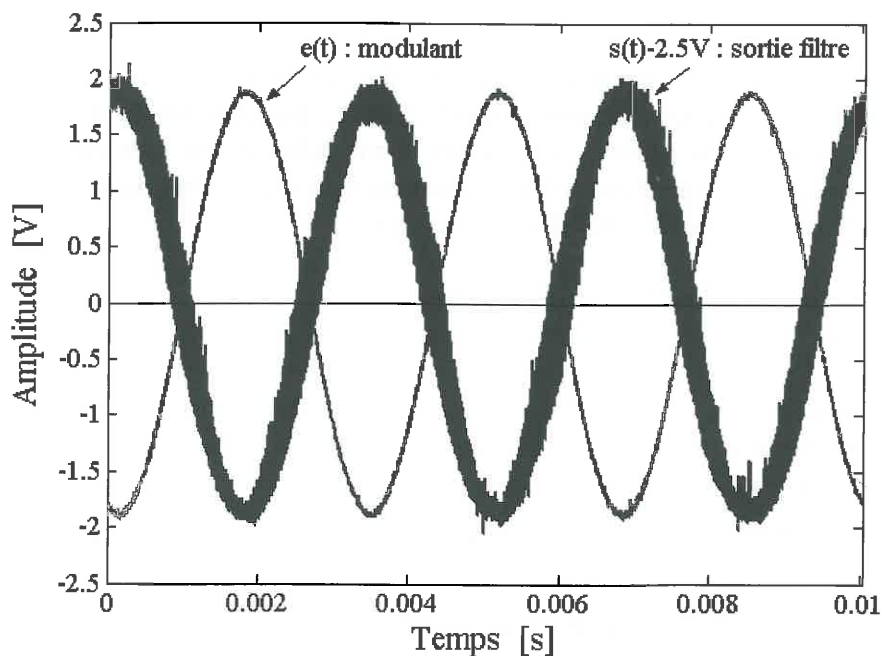


Figure 3 Modulant $e(t)$ et sortie $[s(t)-2,5V]$ du filtre passe-bas, on vérifie bien que la somme est nulle

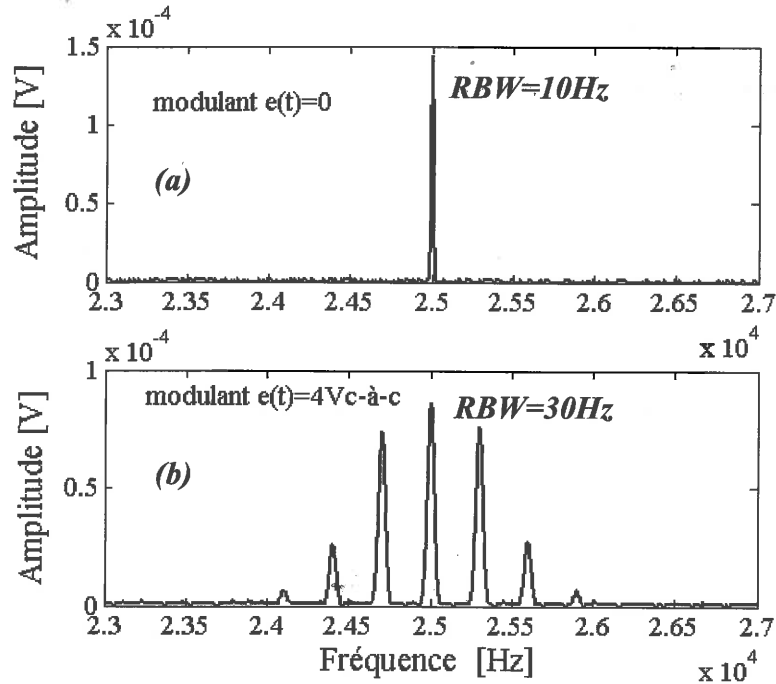


Figure 4 Spectre du signal $y(t)$ au voisinage du fondamental F_0 , (a) sans modulant, $e(t)=0$, et (b) avec modulant, $e(t)=4V$ c-à-c. Notez que les amplitudes des raies avec $e(t) \neq 0$ sont toujours plus faibles que l'amplitude de la raie à F_0 avec $e(t) = 0$.

Démonstration : le signal de sortie du générateur à $F_0 = 25kHz$ s'écrit : $\sum_n s_n \cos(n\omega_0 t)$ avec $\omega_0 = 2\pi F_0$, le signal $y(t)$ de sortie du VCO s'écrit donc : $y(t) = \sum_n s_n \cos(n\omega_0(t - \tau(t)))$, la valeur moyenne du signal de sortie du filtre passe-bas est égale à : $s(t) = \frac{2V_{DD}\tau(t)}{T}$. Le signal $U_c(t)$ est quasiment toujours égal à $\frac{V_{DD}}{2}$, ceci est vrai si la fréquence du signal modulant $e(t)$ est suffisamment basse pour que la boucle soit toujours dans l'état quasi statique. La résistance d'entrée du VCO étant supérieure aux résistances de $390k\Omega$ de l'additionneur, il s'ensuit que :

$$\frac{e(t)}{2} + \frac{s(t)}{2} = \frac{V_{DD}}{2} \quad \text{d'où} : \tau(t) = \frac{T}{2} - \frac{Te(t)}{2V_{DD}}$$

En remplaçant $\tau(t)$ par son expression dans $y(t)$, on obtient :

$$y(t) = \sum_n s_n \cos\left[n\omega_0 t - n\pi + \frac{n\pi}{V_{DD}} e(t)\right]$$

Il s'agit bien d'un signal modulé en phase, car la phase dépend linéairement du modulant. On rappelle que pour une onde modulée en fréquence, le signal $y(t)$ se mettrait sous la forme :

$$y(t) = \sum_n s_n \cos[n\omega_0 t + nk_f \int_0^t e(u) du].$$

Avec un modulant sinusoïdal de la forme $e(t) = D \sin(\Omega t)$, on obtient finalement :

$$y(t) = \sum_n s_n \cos[n\omega_0 t - n\pi + \frac{n\pi D}{V_{DD}} \sin(\Omega t)]$$

Le spectre du signal $y(t)$ est donc analogue à celui d'une onde modulée en fréquence d'indice $m = \frac{\pi D}{V_{DD}}$ pour le fondamental de fréquence F_0 , d'indice $3m$ pour l'harmonique de rang 3, d'indice $5m$ pour l'harmonique de rang 5, etc Le rapport cyclique de $y(t)$ étant égal à 50%, il n'y a pas d'harmonique de rang pair.

Les amplitudes des raies d'une onde modulée en fréquence ou en phase par un signal sinusoïdal diminuent au fur et à mesure que l'indice de modulation augmente, l'étalement en fréquence est par contre d'autant plus grand que l'indice augmente. Ceci se vérifie très bien sur la maquette de la figure 2 en observant les spectres autour de $3F_0$, $5F_0$,

Les horloges à étalement de spectre de la société CYPRESS utilisent le principe décrit ci-dessus, la forme du signal modulant $e(t)$ est optimisée de façon à obtenir un spectre quasiment plat sur la plage d'étalement. La base des horloges à étalement de spectre consiste donc à répartir l'énergie de l'horloge sur plusieurs raies plutôt que sur une seule afin de baisser les niveaux respectifs des raies et ce afin de satisfaire les normes CEM.

NB : Les techniques d'étalement de spectre sont aussi utilisées pour de toute autre raison que la réduction du rayonnement, c'est par exemple le cas de la norme Wi-Fi 802.11g (Wireless Fidelity) où on utilise la modulation OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) pour réduire les interférences entre les chemins multiples. Dans ce cas, l'étalement de spectre n'est pas, bien entendu, réalisé avec une PLL.

4. Horloges à étalement de spectre pour la réduction du rayonnement : les CI CY25811/12/14

Il s'agit de CI intégrant tous les éléments nécessaires à l'étalement de spectre (inverseur pour oscillateur PIERCE, comparateur de phase, filtre, VCO, modulant, signaux logiques de contrôle), l'utilisateur à juste à souder le quartz et les deux capacités de l'oscillateur définissant la fréquence d'entrée F_{IN} , comprise entre 4 et 32MHz, comme le montre le schéma de la figure 5-a. Les entrées logiques $S0$, $S1$ et $FRSEL$ contrôlent l'étalement de spectre, compris entre 0 et 3%, ainsi que la multiplication de la fréquence F_{IN} . Le CI CY25812 autorise une multiplication par 2 et le CI CY25814 par 4, permettant ainsi de générer une horloge à étalement de spectre à la fréquence de 128MHz, le CI CY25811, ici testé, ne permet pas de multiplication. Il existe d'autres CI de CYPRESS réalisant l'étalement de spectre, voir par exemple le site www.cypress.com.

Pour tester le CI CY25811, nous avons utilisé un quartz parallèle à 9,83MHz. Les figures 6-a et 6-b montrent les spectres de l'harmonique de rang 7 avant étalement ($S1 = S0 = '0'$) et après étalement ($FRSEL = '1'$ et $S1 = S0 = M$, M pour Middle ou Unconnected). Le signal de sortie est prélevé sur la pin 5 notée SSCLK (Spread Spectrum Clock). Le constructeur annonce dans ce cas un étalement de type "Center Spread", c'est-à-dire que l'étalement est symétrique autour du fondamental et des harmoniques. Il est aussi possible de transposer le spectre étalé à gauche du fondamental et des harmoniques, pour cela le constructeur utilise le terme "Down Spread", cet étalement est obtenu pour une autre configuration des entrées $S0$ et $S1$. La forme du modulant est telle que le spectre soit le plus plat possible dans la bande étalée, l'allure du modulant est donné

à la figure 5-b. Pour l'harmonique de rang 7, on obtient une atténuation d'environ 12dB. L'atténuation en fonction du rang de l'harmonique est tracée à la figure 7, elle augmente avec le rang de l'harmonique comme prévu en section 3.1.

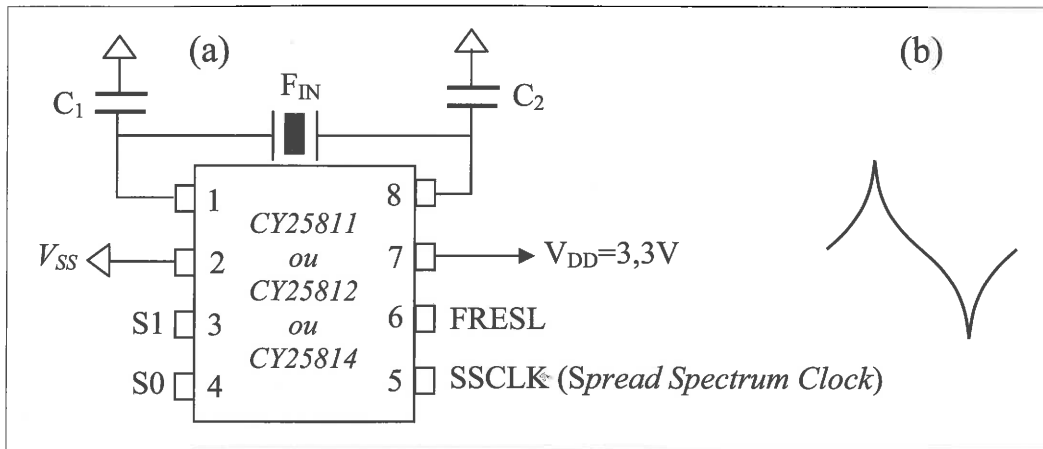


Figure 5 : (a) Configuration des pins des CI CY25811, CY25812 et CY25814 à étalement de spectre, (b) allure du modulant

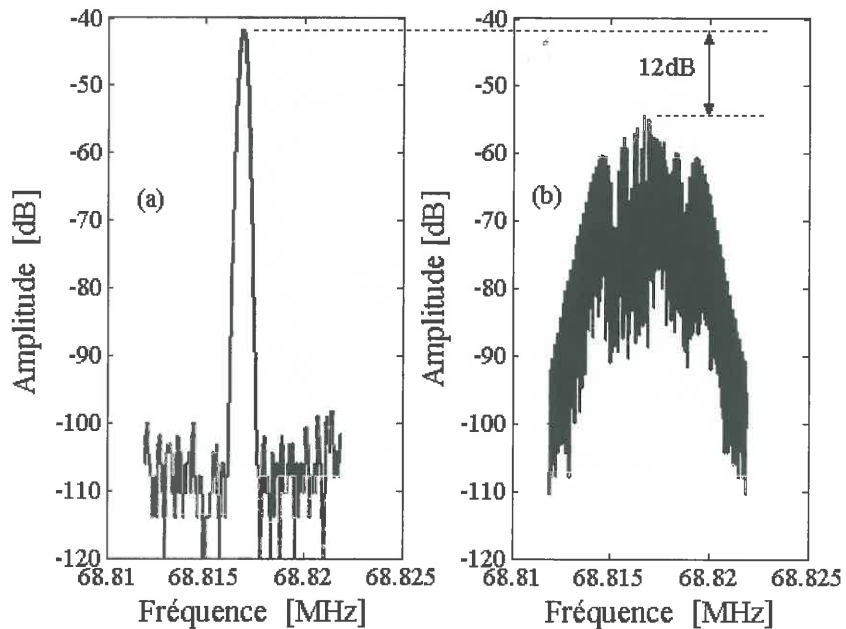


Figure 6 Spectre de l'harmonique de rang 7, (a) sans étalement, (b) avec étalement.

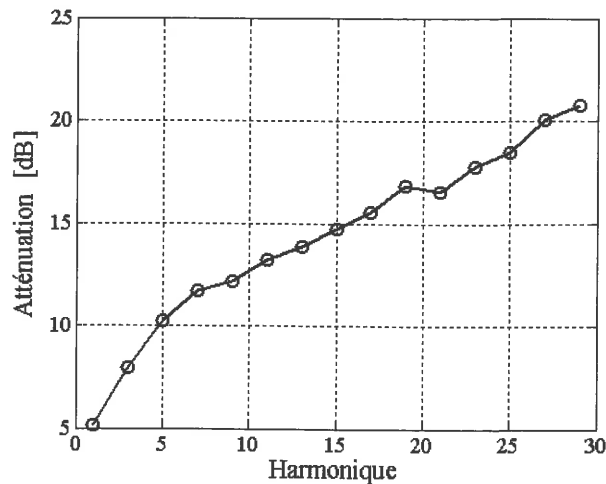


Figure 7 Atténuation en fonction du rang de l'harmonique

5. Rayonnement d'un circuit imprimé utilisant une horloge à étalement de spectre

Pour montrer l'intérêt des horloges à étalement de spectre, les étudiants réalisent un circuit imprimé avec l'horloge CY25811 et un GAL (Generic Array Logic) 22V10 de Lattice, la fonction réalisée est un diviseur par 4. Une photo d'un circuit typique est donnée à la figure 8.

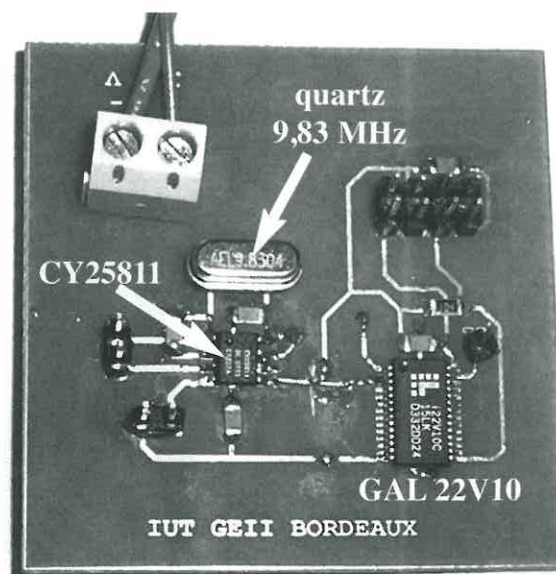


Figure 8 Circuit imprimé avec horloge CY25811 et GAL22V10

Pour mesurer le rayonnement du circuit, nous utilisons une cellule GTEM (GTEM 250 de Schaffner) dont les dimensions extérieures sont : $1,25m \times 0,65m \times 0,45m$. Ce type de cellule permet de tester des circuits dont les dimensions maximum sont : $0,2m \times 0,2m \times 0,15m$. De part sa construction, la cellule GTEM est équivalente à une antenne d'impédance caractéristique 50Ω , la gamme de fréquence couverte par la cellule est comprise entre $0,01$ et $18000MHz$. Les cellules GTEM ne remplacent pas bien entendu les chambres anéchoïques. D'un coût moindre, elles permettent cependant de "debugger" un problème de CEM sur un montage, la société Schaffner commercialise des cellules GTEM de beaucoup plus grandes dimensions que la cellule GTEM 250. Les méthodes d'essai d'émission et d'immunité d'équipements électriques utilisant des cellules GTEM et plus généralement les guides TEM sont contenues dans la norme IEC 61000-4-20 publiée en 2003. Les cellules

GTEM ne permettent pas de faire des mesures en champ lointain et en espace libre (OATS pour Open Area Test Sites). Il est cependant possible, à partir des résultats de mesure obtenus en cellule GTEM pour les trois positions de la carte sous test suivant les trois directions Ox-Oy et Oz de l'espace, d'extrapoler le champ à une distance r , 10m par exemple. Pour ce faire, la société Schaffner propose un logiciel, on peut faire l'économie d'un tel logiciel moyennant quelques petits calculs pour obtenir le champ à une distance r quelconque de la carte, voir par exemple la relation (7) de l'article de S. Clay [1]. Les champs rayonnés en dBV/m à la distance $r=10m$ du circuit de la figure 8 sont reportés aux figures 9-a et 9-b, on observe comme attendu que le maximum de champ n'est pas obtenu pour le fondamental à $9,83MHz$, c'est l'harmonique de rang 15 le plus élevé. Le champ maximum reste inférieur à $-95dBV/m$ soit $25dB\mu V/m$, ce qui est inférieur aux normes, l'horloge à étalement de spectre permet de réduire le champ maximum à $12dB\mu V/m$, soit une réduction de $13dB$.

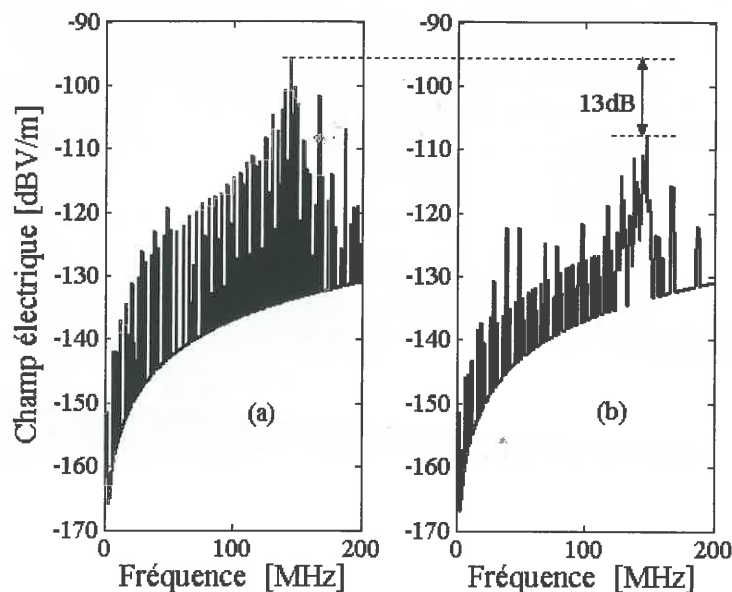


Figure 9 Champs électriques rayonnés à 10m (extrapolation des mesures en cellule GTEM), (a) sans étalement de spectre, (b) avec étalement de spectre.

Les mesures en champ proche à l'aide de sondes de champ magnétique et électrique sont également très riches en informations, elles permettent aux étudiants de confirmer, ou d'infirmer, que leurs connaissances en électromagnétisme sont bonnes ou sont à revoir ...

L'enseignement de la CEM se doit de donner aux étudiants des solutions pour que les produits réalisés satisfassent les normes CEM. Le risque est de transformer ce type d'enseignement en recettes si les bases de l'électromagnétisme ne sont pas bien comprises. C'est pour cela que l'enseignement de la CEM en licence est sûrement plus profitable qu'en cours de cycle DUT, en effet les élèves ont plus de maturité et quelques expériences bien choisies permettent très vite de vérifier des concepts souvent abstraits.

Pour les mesures CEM et intégrité du signal, nous disposons au D^ét GEII de Bordeaux1 des matériels suivants :

- cellule GTEM 250 (Schaffner)
- analyseur de spectre FSP3 9kHz-3GHz (Rohde et Schwarz)
- sondes de champ proche, HZ-15 30MHz-3GHz (Rohde et Schwarz)
- oscilloscope TDS 3052 500MHz (Tektronic)
- analyseur de réseaux HP8753D 30kHz-6GHz (Agilent)
- générateur 8648C 9kHz-3,2GHz (Agilent)



Figure 10 Banc de mesure CEM

Remerciements : Nous tenons à remercier le Conseil Régional d'Aquitaine pour sa participation au financement de la cellule GTEM, de l'analyseur de spectre et des sondes de champ proche, M. P. Larcher de la société CYPRESS pour l'envoi des circuits CY25811, et Y. Maidon, chef du Dept, GEII pour son soutien au projet CEM.

[1] Stephen Clay

http://grouper.ieee.org/groups/emc/emc/ieee_emcs_-_sdcom/GTEM/Contributions/Improving%20Correlation-%20%20S%20Clay.pdf

SUPERVISION D'UN PROCESSUS INDUSTRIEL PAR INTERNET

Par Pascal Vrignat

IUT de Châteauroux – Université d'Orléans

pascal.vrignat@univ-orleans.fr • <http://pascal.ajoux.free.fr>

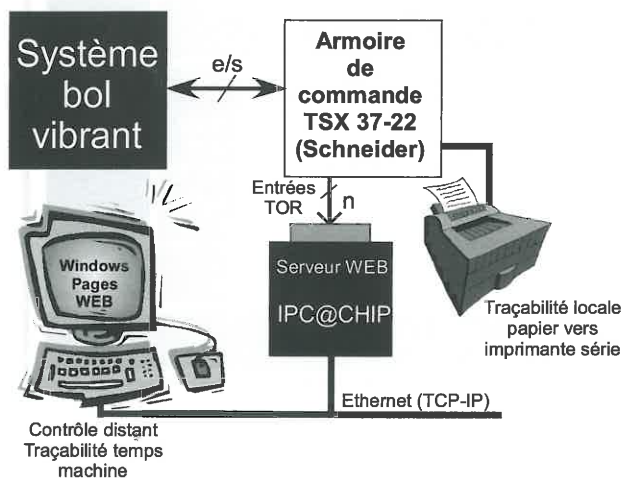
INTRODUCTION

La traçabilité est actuellement une préoccupation majeure dans tous les domaines. J'avais évoqué cette problématique dans un article du GESI N°57 de Mai 2001. Depuis 4 ans, les besoins sont globalement restés les mêmes, mais les solutions technologiques pour répondre à ces besoins ont bien évolué. En effet, la télégestion peut utiliser par exemple aujourd'hui, des solutions à base de pages Web consultables via un navigateur internet. Depuis 2002, nous accueillons dans notre département geii, une licence professionnelle intitulée « Automatismes Réseaux Internet ». Cet article expose ce qui a été mis en place cette année en projet avec deux étudiants de licence pro-ARI.

LE BESOIN

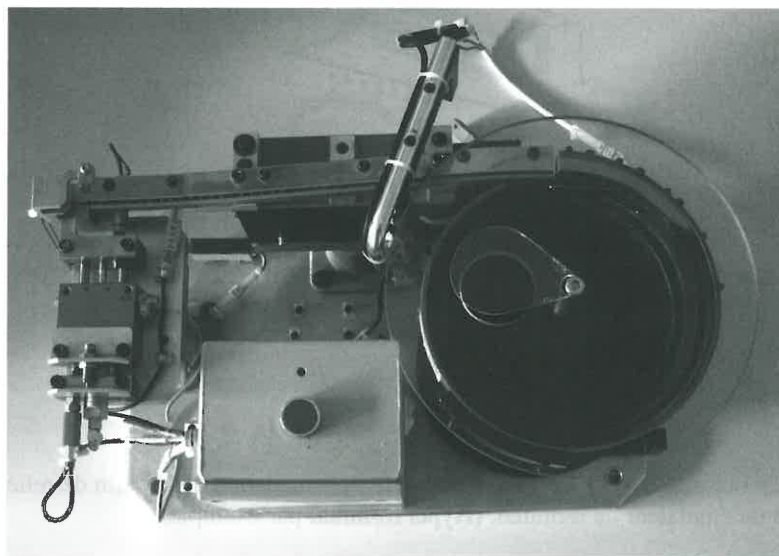
L'objectif général de l'ensemble technologique à mettre en œuvre doit répondre aux critères suivants :

- o Pouvoir suivre localement (au plus près de l'installation) ou à distance un sous-ensemble bol vibrant en production ou à l'arrêt. (Approvisionnement de joints toriques pour un futur assemblage mécanique étanche)



2005-03-07-16 :10 :46 ACTIVATION ARRET URGENCE
2005-03-07-16 :15 :20 ACTIVATION RELANCE MACHINE

(Vous pouvez trouver le descriptif complet côté automate programmable industriel dans l'article de référence cité ci-avant).



Vue de dessus du bol vibrant à contrôler

La partie commande de cet ensemble est constituée d'un automate programmable industriel de chez Schneider.

Elle gère localement le fonctionnement du bol vibrant ainsi que la traçabilité locale du fonctionnement du poste vers une imprimante série.

Exemple de messages imprimés :

LE CONTROLE DISTANT DU POSTE :

Présentation :

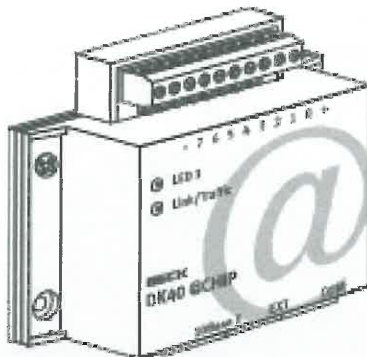
L'IPC@CHIP du constructeur BECK est une solution complète de PC (Personnal Computer) embarqué orienté pour un usage en réseau. Ce produit (versions SC01, SC02, SC11, SC12) est une solution mixte se présentant sous forme d'un boîtier DIL 32 broches incorporant hardware et software, ce qui en fait une solution très intéressante pour un intégrateur ou une PME pour assurer une connectivité IP. Il possède de nombreuses fonctionnalités TCP/IP : serveur Web HTTP (Hyper Text Tranfert Protocol), serveur FTP (File transfert Protocol), serveur Telnet, serveur TFTP (Trivial File Transfert Protocol), client DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) et serveur de configuration UDP (User Datagram Protocol) qui permettent d'effectuer des mises à jour du système. Il se manifeste par la connexion Ethernet par Telnet ou par son port série par un message de sollicitation traditionnel. Le serveur FTP, ainsi que le serveur HTTP sont

prêts à recevoir leurs commandes. Après le téléchargement de quelques pages HTML, votre serveur Web embarqué se présente déjà avec son look souhaité. Ce boîtier englobe en fait un microcontrôleur Intel 80186-80188 selon la version avec au plus 512Ko de RAM et 512 Ko de Flash ainsi qu'un interface Ethernet IEEE 802.3 10BaseT. La fréquence de travail est de 20 MHz. On a aussi accès selon la configuration de l'IPC@CHIP choisie à 14 I/O programmables, 7 sorties Chip Select, des entrées d'interruption INT, un démodulateur PWM, un entrée Timer, une sortie Timer, 2 ports série asynchrones, un bus I2C, 2 canaux DMA, un bus d'adresses/données de 8 bits, un watchdog. Il est à noter que ces fonctionnalités peuvent s'exclure mutuellement suivant la configuration choisie.

Un kit d'évaluation est disponible (kit DK40) permettant de tester rapidement l'IPC@CHIP.

Du point de vue logicielle, l'offre est des plus complètes :

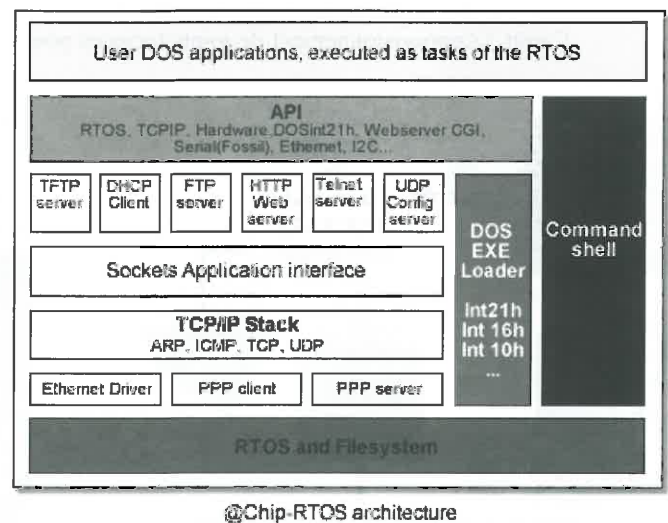
- > noyau Temps Réel embarqué autorisant l'exécution des application DOS : on développe donc son application sous DOS à partir de son PC que l'on télécharge ensuite dans le composant. Cet environnement est bien ciblé car c'est généralement celui des PME !
- > un interpréteur de commandes DOS like.
- > un pile TCP/IP complète implémentant l'interface sockets TCP et UDP.
- > un client DHCP.
- > un serveur Web capable d'exécuter des scripts CGI.



Vue de face du boîtier

Le système peut être mis à jour en flashant le BIOS via le port série.

Il existe plusieurs versions du BIOS (6 exactement) intégrant plus ou moins de fonctionnalités, ce qui permet d'économiser de la mémoire si on n'utilise pas toutes les fonctionnalités du composant.



En outre, le kit contient aussi un câble null-modem (SM14) afin de relier le kit à un ordinateur et de faire les premiers réglages grâce à un émulateur de terminal. (HyperTerminal par exemple).

Configuration :

Lorsque vous connectez une machine à un réseau Ethernet TCP/IP, cette machine, pour fonctionner correctement, doit disposer :

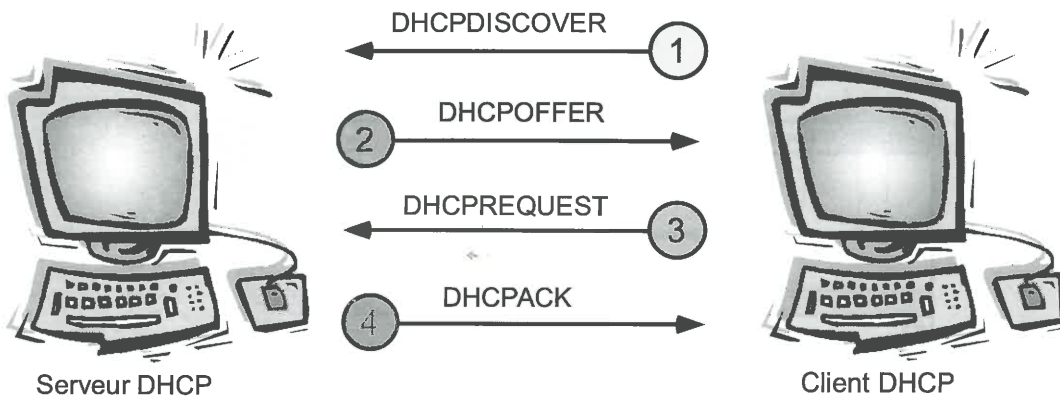
- > D'une adresse IP unique dans votre réseau et appartenant au même réseau logique que toutes les autres machines du réseau en question,
- > D'un masque de sous réseau, le même pour tous les hôtes du réseau,
- > D'une adresse de DNS, pour pouvoir résoudre les noms des hôtes, surtout si votre réseau est connecté au Net,
- > Une adresse de la passerelle qui vous permet justement d'accéder au Net.

Client DHCP – Serveur DHCP (principe de fonctionnement) :

1. Lorsque le client DHCP démarre, il n'a aucune connaissance du réseau, du moins, en principe. Il envoie donc une trame "DHCP-DISCOVER", destinée à trouver un serveur DHCP. Cette trame est un "broadcast" (diffusion), donc envoyé à l'adresse 255.255.255.255. N'ayant pas encore d'adresse IP, il adopte provisoirement l'adresse 0.0.0.0. Comme ce n'est pas avec cette adresse que le DHCP va l'identifier, il fournit aussi sa "MAC Address".

2. Le, ou les serveurs DHCP du réseau qui vont recevoir cette trame vont se sentir concernés et répondre par un "DHCPOFFER". Cette trame contient une proposition de bail et la "MAC Address" du client, avec également l'adresse IP du serveur. Tous les DHCP répondent et le client normalement accepte la première réponse venue.

Le "DHCPOFFER" sera un broadcast (Ethernet) ou non, suivant le serveur DHCP utilisé.



3. Le client répond alors par un DHCPREQUEST à tous les serveurs (donc toujours en "Broadcast") pour indiquer quelle offre il accepte.

4. Le serveur DHCP concerné répond définitivement par un DHCPACK qui constitue une confirmation du bail. L'adresse du client est alors marquée comme utilisée et ne sera plus proposée à un autre client pour toute la durée du bail.

N'ayant pas à notre disposition un serveur DHCP, nous avons relié l'PC@CHIP à un PC par un port COM avec utilisation de l'application Hyperterminal.

La première étape consiste à donner un nom à la connexion, ce qui n'a aucune incidence pour la suite.

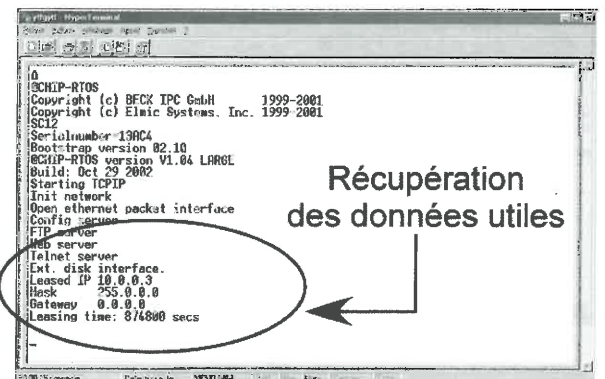
Les paramètres à utiliser sont les suivants :

- 19200 bauds,
- 8 bits de données,
- Aucune parité,
- 1 bit d'arrêt,
- Aucun contrôle de flux.



Vue de l'interface Hyperterminal en cours de configuration

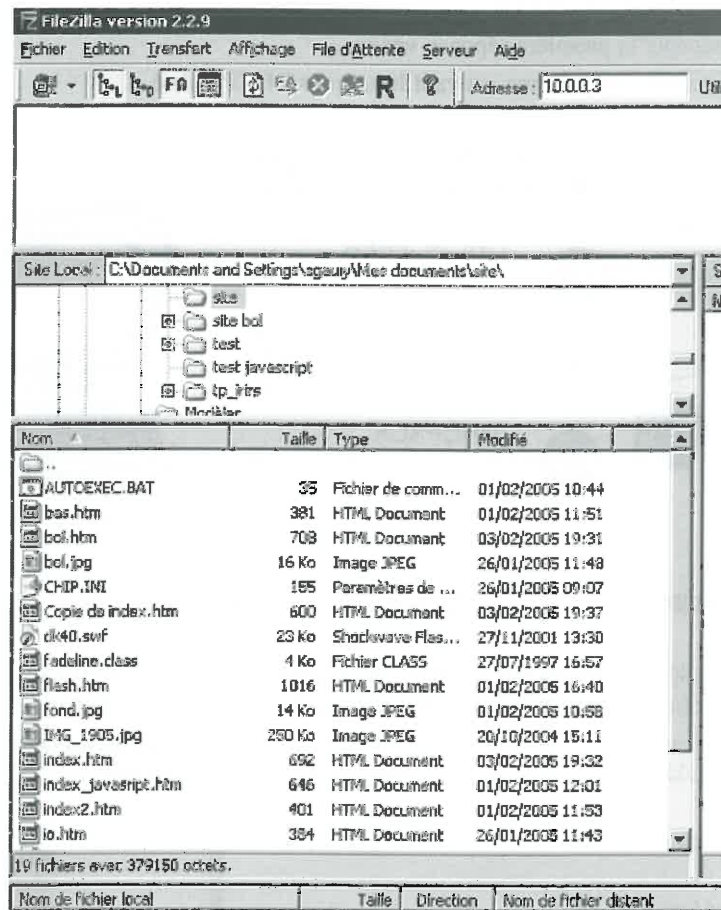
Ci-contre, les informations qu'envoie l'PC@CHIP connecté sur la liaison série lorsqu'il est alimenté.



Une fois l'adresse IP du serveur obtenue, nous pouvons communiquer avec celui-ci par le biais d'une connexion de type FTP (File Transfert Protocol), de manière à lui transmettre nos fichiers applicatifs. Nous avons utilisé un client FTP (open source - FileZilla).

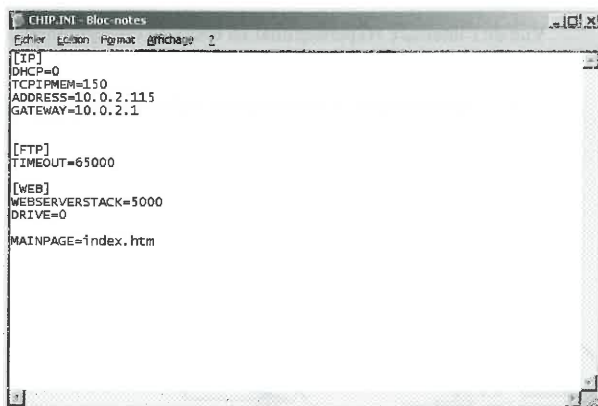
Pour la première connexion, il faut paramétrer la carte réseau du PC à partir duquel on se connecte afin que les deux éléments soient sur le même réseau, sinon ils ne pourront pas communiquer. On se connecte à l'adresse IP récupérée précédemment dans la fenêtre Hyperterminal. Les autres paramètres, par défaut sont les suivants :

- Utilisateur : ftp
- Mot de passe : ftp
- Port : 21



Vue de l'interface FTP (FileZilla)

Le premier fichier à transférer dans le serveur est le fichier de configuration, nommé chip.ini.



Edition du fichier chip.ini dans le bloc notes

Nous nous contenterons de paramétrer les éléments les plus prioritaires.

La première chose à paramétrer est l'adresse IP du serveur. La salle d'automatisme (115) possède un réseau ayant comme plage d'adresse 10.0.2.X.

Adresse disponible :

- adresse statique : 10.0.2.115
- masque de sous réseau : 255.255.255.0
- passerelle : 10.0.2.1.

Pour que les éléments paramétrés dans le fichier chip.ini soient pris en compte, il faut couper son alimentation et le rebrancher. Lors de la prochaine mise sous tension, le serveur Web charge le fichier chip.ini. Dans ce fichier, la variable 'MAINPAGE' permet d'associer le nom de la page html que l'on souhaite obtenir par défaut (équivalent du fichier index.html sur un site Web classique). Si aucune page n'est contenue dans cette variable, on accède à une page par défaut du constructeur.

Maintenant pour se connecter au serveur par FTP, il faut utiliser la nouvelle adresse. C'est à dire 10.0.2.115, le nom d'utilisateur, le mot de passe et le numéro de port :

- Adresse : 10.0.2.115
- Utilisateur : ftp
- Mot de passe : ftp
- Port : 21

Fonctionnement souhaité pour la suite: **Programmation de l'PC@CHIP**

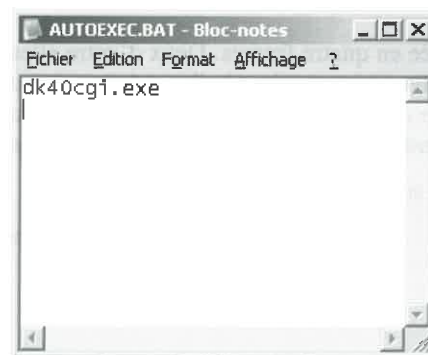
Pour recevoir la valeur des entrées TOR (Tout Ou Rien) du serveur, nous avons dû créer un exécutable (son nom : dk40cgi.exe) à mettre dans le serveur. Nous l'avons programmé sous Borland C++ 5.02. A noter que pour réaliser les tests, nous avons utilisé un autre exécutable qui permet d'activer les entrées à partir de la page Web (dk40_set.exe).

Ce programme consiste à lire l'état des entrées TOR du serveur dans un premier temps. En fonction de la valeur lue sur les entrées, on envoie dans la page Web une information.

Bilan des entrées TOR connectées sur l'PC@CHIP :

- > Entrée 0 : Image RUN/STOP général.
- > Entrée 1 : Image du comptage de joints passés pour assemblage. A noter que, pour ne pas perdre de valeurs, l'API active l'entrée du serveur pendant une demi seconde.
- > Entrée 2 : Image RUN/STOP du bol vibrant.
- > Entrée 3 : Image de l'état du rail d'approvisionnement.
- > Entrée 4 : Image du bouton d'arrêt d'urgence.
- > Entrée 5 : Remise à zéro du compteur (suivi de la production).

Les deux autres entrées du serveur ne sont pas utilisées. Elles pourront être utilisées ultérieurement pour recevoir d'autres informations.



Edition du fichier chip.ini

Pour que le fichier exécutable généré soit exécuté, il faut créer un fichier Autoexec.bat dans lequel on place le chemin de l'exécutable afin qu'il soit pris en compte au démarrage du serveur Web.

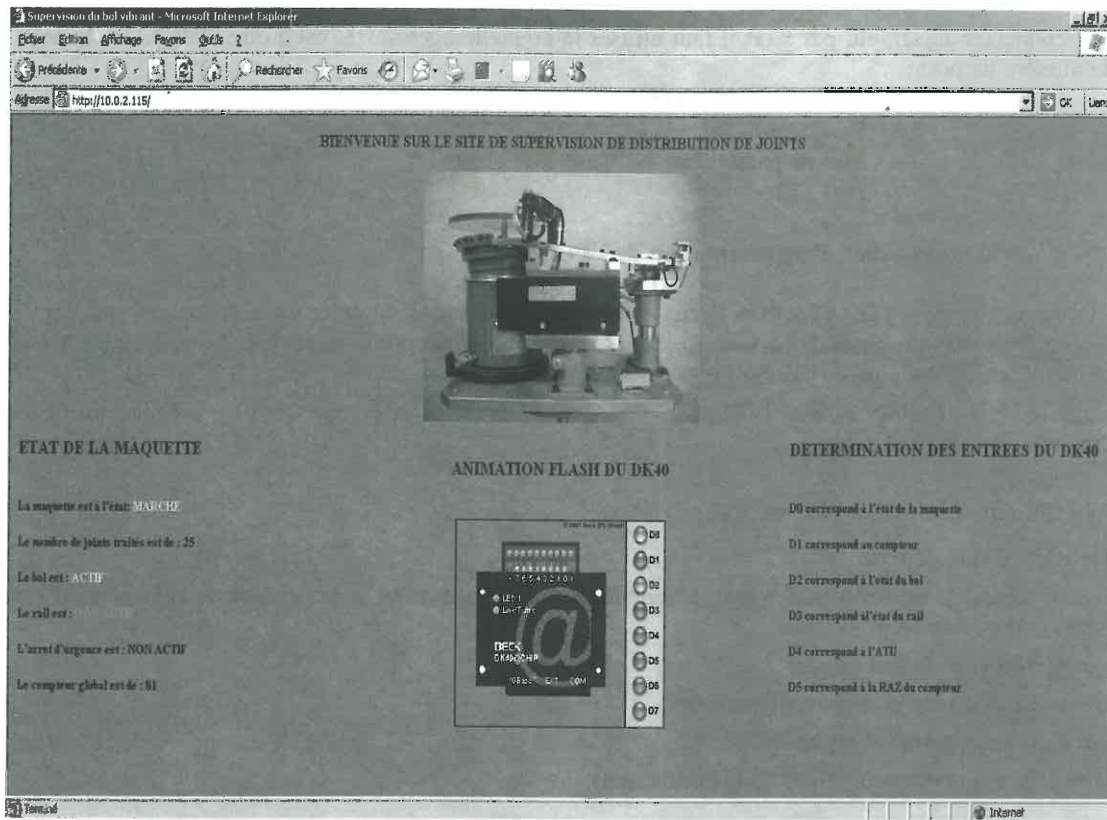
Interface HTML

Un site Internet est un moyen très convivial à coût réduit (logiciel – compétences humaines) pour récupérer des informations, que ce soit sur un réseau local ou distant. Dans cet article, nous n'aborderons pas les problèmes liés à la sécurisation des connexions de ce type. Néanmoins vous pouvez consulter le CERT (Computer Emergency Response Team) (www.cert.org) qui a enregistré de nombreuses vulnérabilités des serveurs web.

L'interface HTML présente sur une page un rapport cyclique sur l'état du système via le script CGI. Une page Web appelle un fichier exécutable que nous avons compilé afin de lire les entrées TOR de l'PC@CHIP. Nous recevons 5 informations :

- > Etat du système (RUN / STOP).
- > Compteur (Nombre de joints éjectés depuis la dernière RAZ).
- > Etat du bol (RUN / STOP).
- > Etat du rail (RUN / STOP).
- > Etat de l'ATU (Actif / Non Actif).
- > Compteur (Nombre de joints éjectés depuis la dernière mise sous tension du serveur).

Adresse du site Web : 10.0.2.115. (accueilli par le serveur DK40)
La page obtenue est la suivante (optimisée pour une résolution de 1024_768 pixels):



La page Web est découpée en quatre frames. Deux d'entre elles font uniquement de l'affichage fixe (frame du haut et de gauche). Les deux autres frames sont dynamiques, c'est-à-dire qu'elles s'actualisent en fonction des entrées TOR du serveur. L'animation flash s'actualise en temps réel et le compte rendu de la page Web s'actualise à une fréquence que l'on paramètre. Nous avons choisi de l'actualiser toutes les cinq secondes pour ne pas surcharger l'affichage. Cette temporisation se configure dans le fichier io.htm.

La balise à utiliser est la suivante :

```
<meta http-equiv="refresh" content="5; URL=io.htm">
```

CONCLUSION

Au cours de cette formation, les étudiants que j'ai encadrés ont répondu parfaitement aux attentes que j'avais sur cet ensemble technologique. On peut noter que le système est accessible depuis tous les ordinateurs de l'IUT et évoluera encore ces prochains mois. Le temps de réponse est un facteur très important dans une application de supervision. **Or, si celui-ci est acceptable sur un réseau local, il peut doubler, tripler, voire plus, lorsque l'on consulte des applets depuis internet avec de plus, aucune garantie sur la réception.** De par la nature même des communications sur Internet, il peut beaucoup varier suivant le type de connexion du client et l'encombrement global du réseau. Il pourrait être intéressant de fournir une fonction "mesurant" d'une quelconque manière la qualité et la rapidité de la connexion, qui permettrait d'adapter les demandes de rafraîchissement des variables. Un autre point n'ayant pas été abordé cette année, nous permettra cette fois ci de piloter le système via une connexion sécurisée. Dans cet article, j'ai évoqué la traçabilité locale qui reste opérationnelle. Néanmoins, une action l'an prochain devra être également lancée, vers une mise en place d'une base de données offrant des services délocalisés sur la traçabilité du bol vibrant.

Mots clefs :Supervision, Traçabilité, Internet, Projet étudiants, Licence Professionnelle ARI.

VALORISER LA PRODUCTION GRISE

Par Jacques Cuvillier

IUT Nantes - Labcis Poitiers

INTRODUCTION

Des articles, des cours, des exercices, des corrigés d'annales, des présentations, des fiches-résumés, des tutoriels, des documentaires... des centaines de milliers de documents issus des activités enseignantes ou associatives sont offerts au public et ne demandent qu'à être utilisés pour diffuser du savoir sur de nombreux sujets artistiques, sociaux, environnementaux, ainsi que sur nombre de matières d'enseignement.... C'est la production grise.

Une part significative de ces documents est en ligne, et ce depuis le début de l'utilisation publique d'Internet. Jusque là réservé à une sorte d'initiés, la Toile est vite apparue aux yeux de beaucoup comme le vecteur de communication qui allait permettre de diffuser le savoir à grande échelle. L'usage des pages html et les liens hypertextes était de plus relativement facile d'utilisation et d'apprentissage rapide. Avec l'enthousiasme et la générosité des auteurs, de nombreux sites ont fleuri un peu partout.

UNE DÉCENNIE S'EST ÉCOULÉE DEPUIS L'ESSOR D'INTERNET...

Pourtant de nombreux progrès restent à faire pour que le meilleur parti puisse être tiré des extraordinaires possibilités du réseau mondial. Dans certains secteurs, comme la recherche, des avancées rapides ont été observées, dans d'autres, ils ont été beaucoup plus lents. C'est le cas en particulier de la production grise, qui représentent un volume impressionnant à l'échelle de la Toile, mais dont l'exploitation mutualisée reste encore balbutiante. Pour comprendre peut-être faut-il se pencher sur les motivations essentielles qu'il y a à publier en ligne.

POURQUOI DIFFUSER

On pourrait seulement répondre : "parce que c'est bien de diffuser du savoir", "parce que cela rendrait service à la société". Mais il est sans doute plus facile de réunir les moyens pour démarrer un projet en invoquant des raisons moins générales, mais plutôt un intérêt bien circonscrit à l'organisation qui est à l'origine.

De fait, les tendances ont été très diverses, allant d'un extrême à l'autre. Tandis que les uns s'empressaient de se bricoler un "site" pour y placer spontanément leur production et la mettre à la disposition des collègues, des étudiants, de tout le monde, avec sans doute la satisfaction s'être investi pour quelque chose qui en vaille la peine, d'autres raisonnaient en part de marché et en montant de subventions. Les uns laissaient toutes leurs pages librement accessibles, les autres plaçaient login et mots de passe.

Entre les deux, il y a le cas général : l'action motivée par son utilité sociale, mais qui permet au passage de montrer son activité, en volume et en qualité, le site étant vu - entre autres choses - comme un outil de communication.

Les orientations ont cependant évolué diversement selon les secteurs et selon les matières. Beaucoup de documents en informatique, en électronique, beaucoup moins en gestion... allez savoir pourquoi...

LE RÔLE DE PIONNIERS DES CHERCHEURS

C'est sans doute la recherche de niveau international qui a ouvert les voies les plus pragmatiques. Pour les organisations de chercheurs, la question "pourquoi publier" amenait des réponses claires :

- utiliser la toile pour publier, attendu que son audience devait dépasser de loin les actes de n'importe quel colloque ;
- utiliser la Toile pour faciliter la recherche des articles nécessaires à leurs travaux. Ce n'était pas en soi une innovation, vu que l'usage de bases de données accessibles par des moyens télématiques était pratiquée depuis de nombreuses années.
- utiliser la Toile pour s'affranchir autant que faire se peut des tarifs scandaleux pratiqués au niveau des revues scientifiques, et qui avaient fini par aboutir à cette situation absurde où certains laboratoires n'avaient même pas les moyens de s'abonner à des revues dans lesquelles ils publiaient eux-mêmes.

A partir de ces objectifs, une approche rationnelle s'est mise en place, afin de traiter les questions cruciales :

- traiter correctement les questions juridiques, notamment avec un usage adapté du copyright et des cessions de droits d'auteurs ;
- converger vers des standards de fichiers permettant de rendre les contenus utilisables sur tout système ;
- développer les outils permettant l'auto-édition des articles par les chercheurs ;
- se mettre d'accord sur un usage cohérent des métadonnées qui permettent de décrire des ressources ;
- convenir de procédures permettant d'explorer le contenu des lieux de stockage des ressources.

En ce qui concerne le premier point - à lui seul il nécessiterait un long article - contentons-nous de dire que **la mise en ligne de tout document doit être accompagnée d'une cession de droits**. La simple mention souvent rencontrée "tous droits réservés" est totalement inadéquate pour des documents dont la finalité est par exemple d'être reproduits et distribués à des étudiants. Il existe une certaine variété de licences adaptées à des contextes particuliers. Je citerai les licences GNU/FDL, Creative Commons, Licence d'Art Libre (pour les oeuvres graphiques en particulier) et aussi la Charte de Document Libre - déjà parue dans le Gesi - qui stipule le minimum de cessions de droits de la part de l'auteur (libre à lui de les élargir) et qui propose un mode de travail collaboratif.

Pour ce qui est du second point, le standard ouvert de prédilection est bien entendu le XML. C'est la manière idéale de transmettre un contenu "interopérable". Autre avantage : le contenu et la forme du document sont véhiculés par des fichiers distincts. Les cessions de droit peuvent s'appliquer au contenu seul, indépendamment de la mise en page, ce qui est une bonne chose, car les feuilles de style qui déterminent la forme du document sont souvent l'objet d'un copyright et d'une protection à part.

Les outils d'auto-édition ont été créés. En fait, il existe un certain nombre d'outils d'auto-édition. Le plus populaire étant SPIP, mais il y a aussi LODEL. Mais l'outil de prédilection des chercheurs de la mouvance Open Archives est certainement EPrints. Développé principalement à l'université de Southampton, ce logiciel libre écrit en perl permet l'«auto-archivage» de documents ainsi que la gestion des métadonnées. Il doit son existence à la communauté de développeurs EPrints et sur la constance de Christopher Gutteridge.

VOUS AVEZ DIT "MÉTADONNÉES"

Les deux derniers points, concernent sans doute un aspect aussi important qu'ignoré du public. Les métadonnées, c'est quoi ? Prenons par exemple le cas d'une photographie. Peut-on dire qu'elle se suffise à elle-même ? Si dans certains cas elle se passe de commentaires - comme par exemple le portrait de la reine d'Angleterre ou celui du premier ministre - la plupart du temps, elle n'est exploitable qu'assortie d'une légende. Que représente-t-elle ? à quelle date a-t-elle été prise ? et si on s'intéresse de près un cliché pris par un appareil numérique et qu'on examine les données enregistrées, on aura aussi un certain nombre de renseignements portant sur les conditions de prise de vue, de définition de couleurs, etc...

Le regret que l'on peut avoir vis à vis des moteurs de recherche les plus en vogue, c'est qu'ils ne traitent que le document lui-même. Tout au plus indiquent-ils le format du fichier (HTML... PDF...) l'adresse du site d'où la page est tirée, et de courts extraits du contenu qui renferme les mots-clés que vous avez entrés. En quelque sorte, ce sont déjà des métadonnées. Mais c'est bien pauvre. Pour en savoir plus, vous devrez charger le document entier et l'examiner. Si le résultat de la recherche porte - comme c'est fréquent - sur des centaines, voire des milliers de pages, vous concevez les limitations du principe.

Pour un document bien décrit, les métadonnées sont à peu près ce que vous trouveriez sur la fiche d'une bibliothèque : le titre, le sujet, le nom de l'auteur, l'éditeur, la date de parution, éventuellement des mots-clés, ainsi que des éléments portant sur la manière de classer le document selon un système établi : la classe Décimale Universelle, ou Dewey....

Pour avoir une utilité au niveau d'un système aussi vaste que celui de la Toile, il faut cependant s'accorder sur une manière cohérente de présenter les métadonnées. Ce fut l'objet de l'initiative Dublin Core.

Cette initiative a trouvé un aboutissement conforme à sa vocation : elle est devenue en février 2003 la norme ISO 15 836.

Cette norme est une chance qu'il convient de saisir. Tout site sérieux qui se destine à la diffusion de documents devrait en faire usage au travers d'un outil d'indexation utilisant des métadonnées de ce type, si possible sous forme de fichiers XML.

Le principe est simple : on utilise des balises, un peu comme dans le code html. On compte dans la forme de base (c'est à dire sans éléments de raffinement) quinze éléments pour décrire un document. Ceci permet de préciser par exemple son titre, son auteur, le sujet qu'il traite, la période ou le lieu de référence, le public auquel de document est destiné, l'éditeur ...

L'usage des métadonnées permet d'opérer

"une sélection thématique portant sur le sujet traité et le lieu ou la période concernée, les mots-clés - eux-même portés par un élément "subject"

"une sélection par les éléments spécifiques du document : son type (cours, mémoire...) son auteur, la date de sa publication, son format de fichier...

"une sélection portant sur le public de destination.

Toute combinaison de ces éléments de sélection est évidemment possible. Il devient alors facile de sélectionner un document du genre : un cours sur la production d'énergie au 19^e siècle pour les étudiants en IUT/BTS. La recherche utilise ici quatre éléments du Dublin Core : type, subject, coverage et audience dont les valeurs respectives sont dans cet exemple les termes en italique.

Il est dès lors beaucoup plus facile et plus rapide d'explorer le contenu d'une bibliothèque numérique en manipulant de petits fichiers XML de moins d'1Ko que de télécharger "pour voir" toute une série de documents entiers. Produire sur son site de telles fiches est donc un moyen très puissant d'exposer son contenu.

Les métadonnées ont par ailleurs un autre avantage lorsqu'elles sont aux normes : elles permettent de mutualiser les contenus, de manière à ce que d'un point de la Toile, on puisse avoir accès au contenu d'une multitude de sites. C'est un peu le rôle que se sont donnés les moteurs de recherche. Mais ceux-ci n'utilisent généralement pas les métadonnées, et sont donc, on le voit bien, encore bien trop peu sélectifs.

LA MUTUALISATION A-T-ELLE QUELQUE CHOSE DE GÊNANT

Gênant pour qui ? certainement pas pour l'utilisateur qui trouve dans un système fédéré une ouverture directe sur un très grand choix de documents.

La question se pose plus particulièrement pour les teneurs de site, en fonction des objectifs qu'ils se sont fixés. En réalité, le cas d'une action motivée uniquement par le souci d'offrir du savoir est sans doute assez rare. Il se double la plupart du temps d'un souci de communication légitime qui a été déjà évoqué. L'auteur qui agit de lui-même a besoin d'être reconnu, l'établissement expose peu ou prou son image et entretient un lien privilégié avec son personnel, ses étudiants, l'association maintient l'intérêt et la motivation de ses membres. Bref, il y a forcément une crainte à entendre parler d'un système qui viendrait en quelque sorte constituer un sur-ensemble à même de court-circuiter les éléments de communication mis en place. C'est pourtant ce qui a tendance à se produire lorsque des moteurs de recherche offrent des "liens profonds" qui donnent accès directement à des pages présentes sur le site sans qu'il soit nécessaire de passer par la porte d'entrée - je veux dire la page d'accueil du site. Un système bien construit doit donc respecter la personnalité d'un site et ne pas permettre un accès à ses ressources qui ferait passer le visiteur à côté des éléments de communication mis en place.

Un autre aspect du problème est de remarquer que les tendances des organismes de concertation sont d'imposer des standards en terme de formats et de procédures. Ce qui a bien fonctionné pour la recherche qui a adopté de manière concertée une attitude normative, reste encore improbable pour la production grise qui utilise en guise de standards, des formats issus des outils encore les plus largement utilisés : présentations PowerPoint, documents Word, quand ce n'est pas des formats spécialisés du genre solidworks ou orcad.

Enfin, on doit aussi admettre que pour bien fonctionner, une organisation étendue requiert fatalement certaines contraintes de la part de ses collaborateurs. Il faut que les auteurs se plient à un minimum de règles en terme de licences, et qu'ils portent une attention suffisante à l'indexation correcte de leurs travaux dans une classification qui ne doit son efficacité qu'à la rigueur avec laquelle elle est respectée.

Pour être réaliste, il faut aussi prévoir une certaine assistance aux auteurs et ne pas attendre de leur part une complète autonomie.

LES CONDITIONS D'UN BON FONCTIONNEMENT

Les conditions nécessaires à une bonne valorisation de la production grise seraient donc celles-ci :

- admettre l'existence de documents aux formats multiples et les gérer comme tels,

- ne pas contourner les sites détenteurs de documents et respecter leurs caractères propres,
- apporter une solution souple et évolutive aux questions relatives aux licences, aux modes de classement, notamment en permettant aux auteurs un éventail de solutions pouvant les satisfaire,
- apporter aux auteurs l'assistance nécessaire pour les aider à établir et maintenir à jour l'indexation de leurs documents.
- ne pas ignorer les habitudes des utilisateurs et retenir que des publics différents ont des pratiques différentes. On sait que sur un même sujet, le militant d'un organisme de défense de l'environnement ne recherchera pas un article selon la même méthode ni avec les mêmes termes qu'un ingénieur du CNRS...

UN OUTIL ADAPTÉ À LA PRODUCTION GRISE

L'outil d'indexation <Document Libre> , développé depuis quelques années, a pris en compte toutes ses exigences et est maintenant prêt à servir, en particulier depuis qu'un accord de collaboration a été signé avec l'université de poitiers qui héberge à présent son nouveau serveur. Il s'agit d'un ensemble de scripts php associés à une base de données . Ce système se tient à disposition des sites qui utilisent ses services. Ses caractéristiques essentielles tiennent en quelques points :

> Indépendance des collections

Chaque site désireux de participer au réseau continue à gérer ses propres collections de documents. Le gestionnaire du site choisit le nom de cette collection et décide des documents qui en feront partie.

> Respect des sites gestionnaires

Il n'est pas possible d'accéder au dispositif de recherche autrement qu'en se connectant d'abord sur le site d'un gestionnaire de collection. Si la recherche ne débouche sur aucun résultat dans cette collection, un bouton d'élargissement permet cependant d'étendre cette recherche à toutes les collections du réseau.

> Personnalisation des interfaces

Dès qu'un gestionnaire de collection s'inscrit dans le réseau, la création de son interface de médiathèque est simple et rapide. Il peut choisir une interface standard et une feuille de style standard qu'il aménage à sa manière pour respecter par exemple sa charte graphique, mais il peut aussi utiliser le service en ligne qui lui permet de choisir une interface paramétrable et de déterminer entièrement sa présentation en téléchargeant un modèle et en créant visuellement sa mise en page avec l'éditeur de dessin d'OpenOffice.org. Sitôt l'envoi (téléchargement montant) de son fichier de dessin, il reçoit automatiquement sa feuille de style css.

Le gestionnaire du site peut ainsi choisir à sa guise parmi les nombreuses possibilités, le mode de recherche qu'il juge le plus approprié : de la recherche rapide par "expression régulière" à la recherche thématique multicritères... et placer dans sa page de recherche de 0 à 9 boîtes déroulantes et de 0 à 2 champs de texte.

> Assistance à l'indexation

L'auteur qui propose un document commence par le mettre en ligne sur un site auquel il a accès. S'il désire le placer dans une collection mutualisée, il remplit un formulaire en trois étapes destiné à recueillir les éléments servant à le décrire, et à l'aider à choisir la licence attachée à son document, la collection dans laquelle il désire le placer, les mots-clé sur la base d'un vocabulaire proposé (avec bien entendu la possibilité de proposer de nouveaux termes), et éventuellement une suggestion concernant le classement thématique.

Le gestionnaire de la collection sollicitée reçoit automatiquement un courrier automatique pour l'avertir. Un lien lui permet de visualiser les éléments de la nouvelle soumission. Il peut alors la valider d'un clic, ou bien la valider après quelques rectifications, notamment au niveau du classement, ou encore la refuser en adressant quelques mots d'explication à l'adresse de l'auteur.

Sitôt après, l'auteur reçoit un courrier automatique qui comporte, en cas d'acceptation, un identifiant qui deviendra celui de son document. Il devra alors renommer son document conformément à cet identifiant (ou mettre un alias). Cette opération prouve l'acceptation par l'auteur du référencement de son document.

> Mise à disposition des métadonnées

Dès que le document est validé, une vignette est créée s'il s'agit d'une ressource graphique, et il est inscrit dans la base de données, il peut aussitôt être proposé aux internautes qui font une recherche. Un fichier de métadonnées au format XML est créé automatiquement et est disponible au bas de la fiche descriptive du document.

> Suivi des mises à jour

La présence en ligne des fichiers est testée quotidiennement par un automate. Si par exemple un fichier est modifié et que son indice de révision évolue, l'auteur reçoit automatiquement un formulaire pré-rempli pour recueillir les changements éventuels dans la description du document.

> Service de requêtes hypertextuelles

Le service d'indexation répond à un certain nombre de requêtes types de sorte qu'il est possible d'insérer dans un document des liens hypertextes permettant par exemple de faire apparaître la production indexée d'un auteur ou des fiches bibliographiques.

"Un vocabulaire qui s'adapte à l'utilisateur en fonction du public et du thème

> Un vocabulaire qui s'adapte à l'utilisateur en fonction du public et du thème

Bien que le procédé de traitement de l'indexation des documents soit identique sur l'ensemble des documents, la présentation et le vocabulaire utilisés sont adaptés à chaque situation. En réalité, tous les termes employés dans les dialogues avec l'utilisateur sont enregistrés en base de donnée, et peuvent être remplacés facilement. On peut de cette manière passer d'une langue à l'autre. Mais au delà du paramétrage de la langue, le système permet de recréer pour l'usager un univers aussi familier que possible, en se rapprochant des concepts utilisés lors de la fréquentation d'une bibliothèque au sens classique du terme. Ainsi, bien que la recherche soit fondée sur la valeur des éléments normalisés de métadonnées, l'utilisateur pourra rechercher comme dans sa bibliothèque préférée, et avec des termes propres à sa discipline, une "étagère", en fait une classe de documents ayant les mêmes attributs de sujet, de portée du sujet, et de public de destination. Ainsi une classe particulière de documents - une étagère - pourrait être appelée : "électronique analogique pour IUT/BTS". La souplesse de ce dispositif permettra en fait aux documentalistes de le perfectionner en choisissant pour chaque champ les vocables les plus pertinents. Ainsi, l'élément "coverage" peut être appelé pays s'il s'agit de géopolitique, d'école s'il s'agit d'art plastique, d'époque s'il s'agit d'archéologie... Au total, chacun des 110 thèmes différents peut faire appel à un vocabulaire qui lui est propre.

QUAND PASSERONS-NOUS À LA VITESSE SUPÉRIEURE

Si on veut bien prendre un chemin comparable à celui qu'empruntent avec succès les chercheurs, il est possible de tisser rapidement le réseau qui permet de mieux valoriser la production grise et ceci sans dénaturer la personnalité des sites qui sont déjà créés, sans perdre la maîtrise des choix de ce qu'on y présente, sans même devoir alourdir le système en place. Alors, est-ce que cela ne vaudrait pas la peine de s'y mettre ?

SYNTHÈSE D'UN MICROPROCESSEUR EN LANGAGE VHDL

Par Serge Reboul, Jean-Bernard Choquel

IUT Calais-Boulogne

RESUME

La synthèse des systèmes numériques à l'aide d'un langage de description de composants numériques offre aujourd'hui de nouvelles perspectives pour l'enseignement de la logique en premier cycle. Nous présentons l'étude et la mise en oeuvre d'un microprocesseur simplifié en langage VHDL. Dans notre approche, l'architecture interne du microprocesseur est décrite suivant plusieurs modules dont l'étude peut être menée séparément. Le but de cet exercice est d'une part de comprendre le fonctionnement d'un microprocesseur et d'autre part de découvrir les différentes structures d'assignation du langage VHDL. En effet en premier cycle, l'enseignement simultané d'un langage de description de composants numériques et de langages de programmation de systèmes informatiques est une tâche d'autant plus difficile qu'il existe une forte similarité entre les syntaxes de ces langages. Par exemple en première année d'IUT, on observe des confusions de la part des étudiants lors de l'utilisation du langage assembleur pour la programmation des systèmes informatiques (Machine de Von Neuman) avec le langage VHDL pour la programmation des composants numériques (Machine de Mealy). Le but de l'étude proposée est d'amener l'étudiant à bien différencier le principe des deux langages et les architectures des machines cibles associées à leur langage de programmation.

1 - INTRODUCTION

De nos jours, l'enseignement de la logique câblée en premier cycle est souvent abordé comme une introduction à l'informatique et/ou à l'informatique industrielle. Avec l'arrivée des composants numériques programmables et des nouveaux outils de description, tel que le langage VHDL [1] et [2], cette matière redevient en soit un domaine qui conduit à l'étude et au développement des systèmes numériques modernes (filtre numérique, corrélateur, circuits programmables, microprocesseur,...). Cependant l'apprentissage des langages de description de composants est souvent rendu confus par l'apprentissage et l'utilisation simultanés des langages de développement pour les systèmes informatiques. La confusion est d'ailleurs d'autant plus grande que la syntaxe de ces différents langages est très proche. Pourtant les machines cibles sont distinctes du point de vue de leur architecture, de leur principe et de leurs possibilités. Le but du travail présenté ici est d'amener l'étudiant à différencier la synthèse d'un système informatique dont le principe est décrit par une machine de Von Neuman [3], d'un composant numérique dont le principe est décrit par une machine de Mealy [4]. Ainsi par exemple, on se propose de montrer que l'on peut réaliser un microprocesseur, en langage VHDL.

Dans notre approche, l'architecture interne du microprocesseur est décrite par plusieurs modules dont l'étude peut être menée séparément. Le système est décomposé en quatre modules. Un module d'accès au bus de donnée (1), permet de lire les instructions du programme placées sur le bus de donnée et permet

d'écrire les résultats des calculs. Une Unité Arithmétique et Logique (2) réalise différentes opérations. Un module d'accès au bus d'adresse (3) génère l'adresse destinée à la mémoire vive associée au microprocesseur. Un séquenceur (4) organise l'enchaînement des actions réalisées par les différents modules.

Nous présentons dans une deuxième partie la problématique, qui correspond au cahier des charges du microprocesseur à réaliser. La synthèse du microprocesseur est décrite dans une troisième partie. Finalement la conclusion est donnée dans la quatrième partie.

2 - POSITION DU PROBLEME

2.1 Cahier des charges

On réalise l'étude et la synthèse d'un μP (microprocesseur) 8 bits simplifié, inspiré du μP 6809. Le schéma fonctionnel du μP est représenté en figure 1. On considère un bus de donnée 8 bits, un bus d'adresse 8 bits et un seul registre de données appelé A (Accumulateur). Les modes d'adressage définis dans le μP sont les modes : inhérent (interne), immédiat et direct. Le jeu d'instructions implanté dans le μP est issu du 6809 (ADDA, ANDA, DECA, INCA, CLRA, STAA, LDAA, TSTA, CMPA, BEQ, BGE, BGT, BHS, BHI). Les bits N et Z du registre d'état, appelé CC (Condition Code - CVZN), seront mis à jour lors de l'exécution de ces instructions.

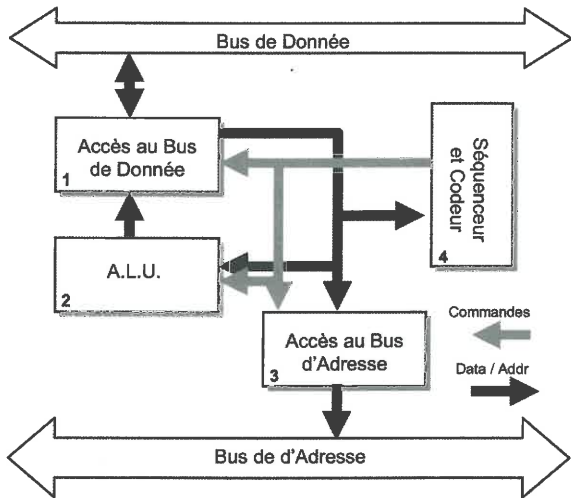


Figure 1 : Schéma de principe du µP

Un exemple de programme est décrit dans le tableau 1. Son exécution séquentielle est présentée par le chronogramme de la figure 2. Sur le bus de donnée (Cf. Bus_Data de la figure 2) on retrouve les codes opération des instructions, ou bien les données lues ou écrites, ou bien leurs adresses mémoire. Sur le bus d'adresse (Cf. Bus_Adr de la figure 2) on retrouve les adresses générées par le µP qui suivent l'évolution du programme, ou bien l'adresse de la donnée à lire ou à écrire dans la mémoire.

Adresse du programme	Programme assembleur	Code Machine	Cycles d'horloge
F0	DEB : LDA #5	86 05	2 cycles
F2	INCA	4C	2 cycles
F3	ADDA \$20	9B 20	3 cycles
F5	STA \$10	97 10	3 cycles
F7	CLRA	4F	2 cycles
F8	BEQ DEB	27 F6	3 cycles

Tableau 1 : Exemple de programme de test

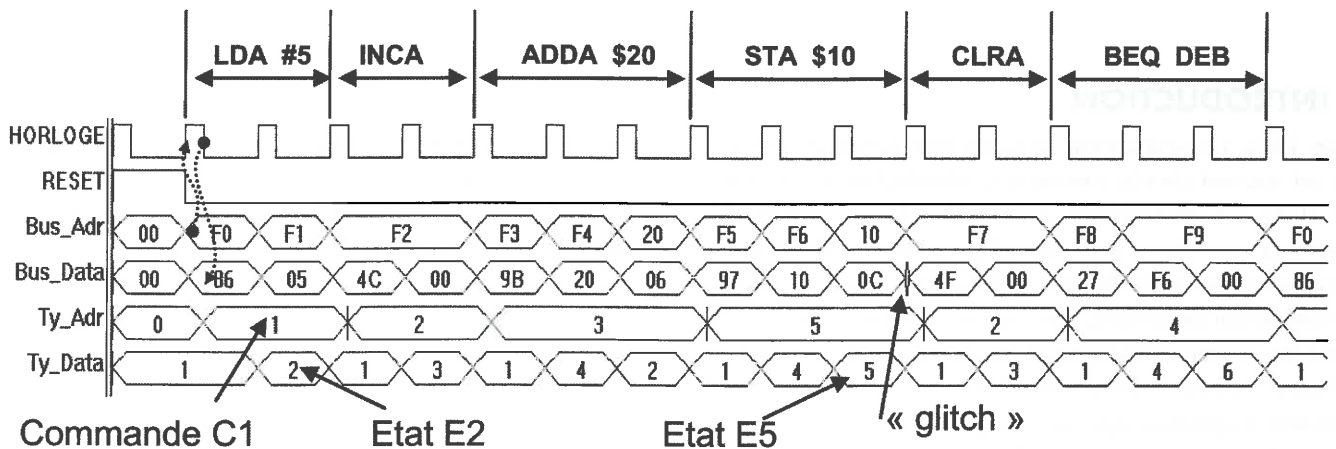


Figure 2 : Bus de donnée et bus d'adresse du µP

La valeur immédiate 5 est stockée dans le registre A (LDA), puis elle est incrémentée de 1 (INCA). Le résultat 6 est additionné à la valeur 6 stockée à l'adresse mémoire \$20 (ADDA). Le résultat hexadécimal (0C) est sauvegardé à l'adresse mémoire \$10 (STA) et le registre A est initialisé à zéro (CLRA). La dernière instruction de branchement (BEQ), si le registre A contient 0, provoque le retour au début du programme.

2.2 Cahier des charges

L'horloge, l'adresse de la donnée à lire ou à écrire en mémoire est générée. Au front descendant de l'horloge la donnée en provenance de la mémoire, présente sur le bus de donnée, est lue et stockée dans un registre interne au µP. Plus précisément :

- Le module d'accès au bus de donnée réalise, au front descendant de l'horloge, le démultiplexage de la donnée (code opération de l'instruction, ou opérande de l'instruction) présente sur le bus de donnée pour la transmettre au registre IR (Registre d'Instruction) ou bien pour la transmettre au registre temporaire de données, appelé Data (opérande, ou adresse immédiate). Il gère aussi l'écriture du registre A sur le bus de donnée.

- Les registres de données A et d'état CC sont modifiés par le module Unité Arithmétique et Logique au front montant de l'horloge. C'est dans ce module que sont réalisées les opérations sur les données.

- Le module d'accès au bus d'adresse génère, l'adresse mémoire pour atteindre une donnée ou bien une instruction à lire en mémoire vive (associée au µP), ou bien l'adresse mémoire de la donnée à écrire en mémoire.

Au front montant de l'horloge, le registre pointeur de programme qui adresse la mémoire, appelé PC (compteur ordinal), est incrémenté ou bien est affecté de l'adresse mémoire en provenance du bus de donnée (adresse immédiate pour un adressage direct).

- Enfin, le séquenceur est le module principal du μP . C'est dans le séquenceur que l'on définit l'enchaînement des opérations associées aux types d'adressage et aux instructions à exécuter. A chaque code opération du langage assembleur est associée au travers d'un codeur une valeur qui définit le type d'adressage (Cf. Ty_Adr de la figure 2). Pour chaque valeur on définit une suite de codes (Cf. Ty_Data de la figure 2), associés à un ensemble d'actions qui doivent être réalisées par les différents modules.

3 - SYNTHÈSE DU MICROPROCESSEUR

3.1 Etude du séquenceur

Le séquenceur définit l'enchaînement des actions à réaliser par les différents modules qui composent le microprocesseur. Soit les commandes (C1,..., C5), associées aux actions (E1,..., E6) sur les instructions du langage assembleur. Elles définissent une succession d'interventions à réaliser (chemins dans le graphe d'états). Le signe "+" représente la fonction logique OU. Soit les états (E1,..., E6) qui décrivent les actions à réaliser sur les instructions, au front montant de l'horloge. On représente en figure 3, le graphe d'état qui décrit le fonctionnement du séquenceur.

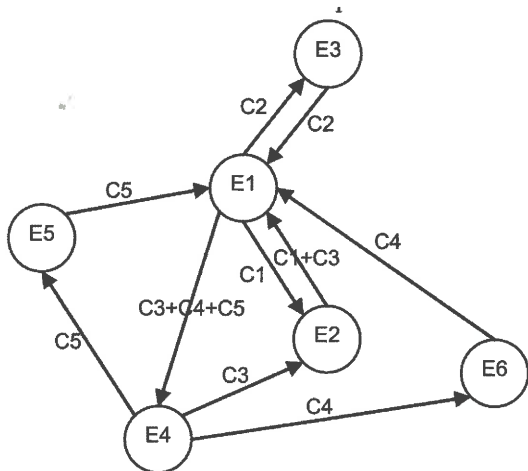


Figure 3 : Graphe d'état décrivant le fonctionnement du séquenceur

Plusieurs parcours distincts sont décrits dans le graphe en fonction du type d'adressage : inhérent (interne), immédiat, ou direct. Deux actions particulières y sont décrites : l'écriture/lecture sur le bus de donnée et le branchement (qui correspond à une modification de l'adressage). Le séquenceur est composé d'un codeur qui fournit une valeur correspondant

aux différentes commandes (Cf. Ty_Adr de la figure 2). L'état courant est défini par le séquenceur (Cf. Ty_Data de la figure 2) en fonction de la commande.

- Le chemin C1 dans le graphe de la figure 3 est associé à l'adressage immédiat. Soit sur deux cycles d'horloge ; la lecture du code opération sur le bus de donnée (état E1), la lecture de la valeur de la donnée complétant l'instruction et l'exécution de l'instruction (état E2). Par exemple tableau 1, l'instruction LDA #5.

- Le chemin C2 dans le graphe est associé à l'adressage inhérent. Soit sur deux cycles d'horloge ; la lecture du code opération (état E1) et l'exécution de l'instruction (état E3). Par exemple tableau 1, l'instruction INCA.

- Le chemin C3 dans le graphe est associé à l'adressage direct. Soit sur trois cycles d'horloge ; la lecture du code opération (état E1), la lecture de l'adresse complétant l'instruction (état E4), la lecture de la valeur à l'adresse en question et l'exécution de l'instruction (état E2). Par exemple tableau 1, l'instruction ADDA \$20.

- Le chemin C4 dans le graphe est associé à un branchement. Soit sur trois cycles d'horloge ; la lecture du code opération (état E1), la lecture de l'écart entre adresses (offset d'adresses) (état E4), le calcul de la nouvelle adresse et de son envoi sur le bus d'adresse pour préparer la recherche d'un nouveau code opération (état E6). Par exemple tableau 1, l'instruction BEQ DEB (DEB représentant l'étiquette associée à l'adresse de branchement) conduit à placer sur le bus d'adresse la valeur du Compteur Ordinal, PC = PC+F6H.

Remarque : Le chemin C4 est associé par le codeur à une instruction de branchement si la condition de branchement contenue dans le registre d'état CC est remplie. Dans le cas contraire c'est le chemin C3 qui est utilisé, ce qui conduit à placer sur le bus d'adresse la valeur du Compteur Ordinal, PC.

- Le chemin C5 dans le graphe est associé au stockage d'une valeur. Soit sur trois cycles, la lecture du code opération (état E1), la lecture de l'adresse de la valeur (état E4), l'envoi de cette adresse sur le bus d'adresse et l'écriture de la valeur (opérande) sur le bus de donnée (état E5). Par exemple tableau 1, l'instruction STA \$10.

On assure que la première donnée après une réinitialisation du microprocesseur (reset) est un code opération, elle est stockée dans le registre IR. Ce registre est mis à jour à chaque réception d'une nouvelle instruction. Pour chaque code opération contenu dans IR, le codeur fournit une valeur pour Ty_Adr qui définit le chemin de parcours dans le graphe. Le séquenceur produit alors à chaque front montant de l'horloge un code Ty_Data, le numéro de l'état courant, en fonction de la commande Ty_Adr. C'est ce code qui permet de connaître le type de donnée présente sur le bus de donnée.

L'architecture du codeur en langage VHDL est décrite à l'aide d'une affectation conditionnelle et celle du séquenceur est décrite dans un processus (process) par une structure d'assignation conditionnelle.

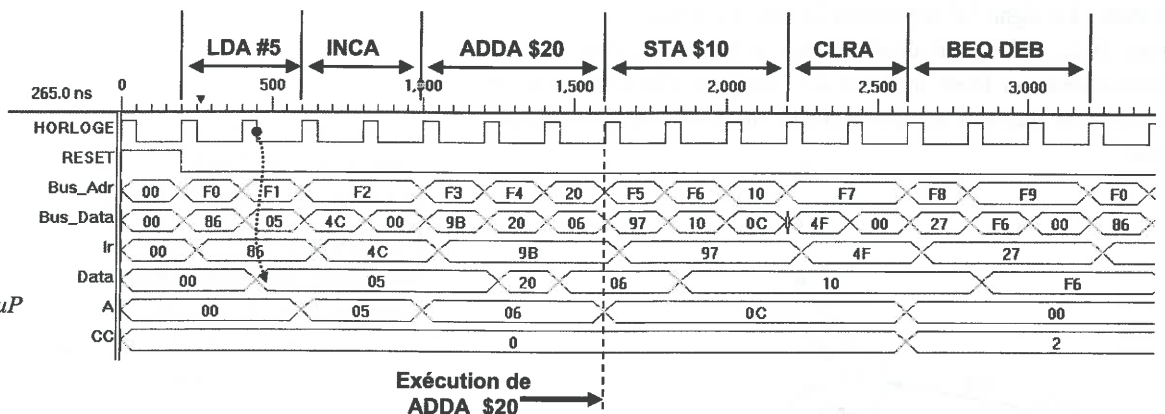
3.2 Module d'accès au bus de donnée

L'accès au bus de donnée est réalisé par un démultiplexeur. C'est la valeur de Ty_Data qui commande le démultiplexeur. Deux cas sont possibles au front descendant de l'horloge :

- Un code opération est lu et stocké dans le registre d'instruction IR, si on est à l'état E1.
- Les valeurs ou adresses sont stockées dans un registre temporaire de données, appelé Data, si on est à l'état E4, ou à l'état E2.

Il existe une troisième possibilité qui est l'écriture sur le bus de donnée. L'écriture du registre A sur le bus de donnée est effectuée pendant toute la durée de l'état E5. On remarque, sur la figure 2, que l'état E5 débute au front montant de l'horloge et se termine au front montant suivant. Il apparaît alors une valeur transitoire indésirable, appelée « glitch », dont la durée est le temps de réponse de la mémoire qui fournit le nouveau code opération se situant à l'adresse générée au front montant de l'horloge.

Figure 3 : Evolution des différents registres du µP



L'architecture du composant en langage VHDL est décrite à l'aide de la structure d'assignation conditionnelle suivante :

```

process(h, Ty_Data, Bus_Data)
begin
    if h'event and (h='0') then
        if (Ty_Data = 1) then
            Ir<=Bus_Data ;
        end if;
        if (Ty_Data=4 or Ty_Data=2) then
            Data<=Bus_Data ;
        end if;
    end if ;
end process ;
Bus_Data<=A when (Ty_Data =5) else "ZZZZZZZZ";
    
```

La figure 3 représente l'évolution temporelle des différents registres en entrée et en sortie du module d'accès au bus de donnée. Le registre IR contient le code opération courant. Le registre temporaire Data contient la donnée ou l'adresse qui constitue l'opérande/adresse immédiate de l'instruction courante en assembleur. Ces registres sont mis à jour au front descendant de l'horloge.

3.3 Etude de l'Unité Arithmétique et Logique

L'Unité Arithmétique et Logique est le coeur du microprocesseur. C'est elle qui définit ses capacités en termes de calculs. Au front montant de l'horloge si on est dans l'état E2 ou E3, alors on exécute le code opération stocké dans le registre d'instruction IR, le résultat de l'instruction est stocké dans le registre A, et une indication de l'état du résultat est stockée dans le registre d'état CC (qui sert éventuellement au conditionnement du programme). Physiquement, le module Unité Arithmétique et Logique est composé d'un circuit Arithmétique et Logique purement combinatoire associé à un registre synchrone A. La sortie du registre A est rebouclée sur l'entrée du module UAL. L'architecture du module en langage VHDL est décrite dans un process par une structure d'assignation sélective :

```

if h'event and h='1' then
    if (Ty_Data = 2) or (Ty_Data = 3) then
        case Ir is
            when x"86" => --LDA (Imédiat)
                A<=Data; cc(0)<='0';
                cc(1)<='0'; cc(2)<='0';
                cc(3)<='0';
            ...
        end case;
    end if;
end if;
    
```

On représente sur la figure 3, l'évolution du registre A en fonction des opérations à réaliser. Le code opération est exécuté au front montant de l'horloge du premier cycle de l'opération suivante. En effet, à cet instant la valeur de l'état (E2 ou E3) n'est pas encore modifiée (Cf l'exemple figure 3 pour l'exécution de ADDA \$20).

3.4 Module d'accès au bus d'adresse

Le module d'accès au bus d'adresse gère le pointeur de programme (Compteur Ordinal : PC). A l'initialisation du μP , le module pointe la première instruction du programme. Au front montant de l'horloge la valeur du pointeur de programme est modifiée. Trois cas sont alors possibles :

- Si on se trouve dans l'un des états E2, E3, E5 ou E6, la valeur du pointeur de programme est incrémentée ($PC=PC+1$). On pointe alors dans le programme, le code opération suivant.

- Dans l'état E1, la valeur du pointeur de programme est incrémentée sauf en cas d'adressage inhérent (soit pour une commande C2). En effet dans ce cas l'instruction est codée sur 8 bits (chargée en un cycle horloge) et exécutée en deux cycles d'horloge.

- Dans l'état E4, la valeur du pointeur de programme est incrémentée de l'offset en cas d'un branchement (soit pour une commande C4), sinon l'adresse de la donnée est écrite sur le bus (soit pour les commandes C5 et C3).

Commande	Adressage	Cycles d'horloge
C1	Immédiat	2 cycles
C2	Inhérent (interne)	2 cycles
C3	Direct en lecture	3 cycles
C4	Branchement conditionnel	3 cycles
C5	Direct en écriture	3 cycles

Tableau 2 : Récapitulatif des modes d'adressage

Le tableau 2 récapitule les différents modes d'adressage utilisés. Le tableau 3 récapitule les actions liées aux états du graphe.

Etats	Actions
E1	Lecture du code opération (fetch)
E2	Lecture d'une donnée et exécution
E3	Exécution de l'instruction
E4	Lecture d'une adresse et exécution
E5	Ecriture d'une donnée sur le bus de donnée
E6	Ecriture d'une adresse sur le bus d'adresse

Tableau 3 : Récapitulatif des états du graphe

L'architecture du composant en langage VHDL est décrite dans un process par la structure d'assignation conditionnelle suivante :

```

if r='1' then
PC<="11110000"; Bus_Adr<="00000000";
elsif (h'event and h='1') then
if (Ty_Data = 1) then
if Ty_Adr /= 2 then
PC<=PC+1; Bus_Adr<=X;
end if;
elsif (Ty_Data = 2) or (Ty_Data = 3) or
(Ty_Data = 5) or (Ty_Data = 6) then
PC<=PC+1; Bus_Adr<=PC;
elsif (Ty_Data = 4) then
if Ty_Adr = 4 then
PC<=Adr_Data+PC;
else
Bus_Adr<=Adr_Data;
end if;
end if;
end if;
end if;

```

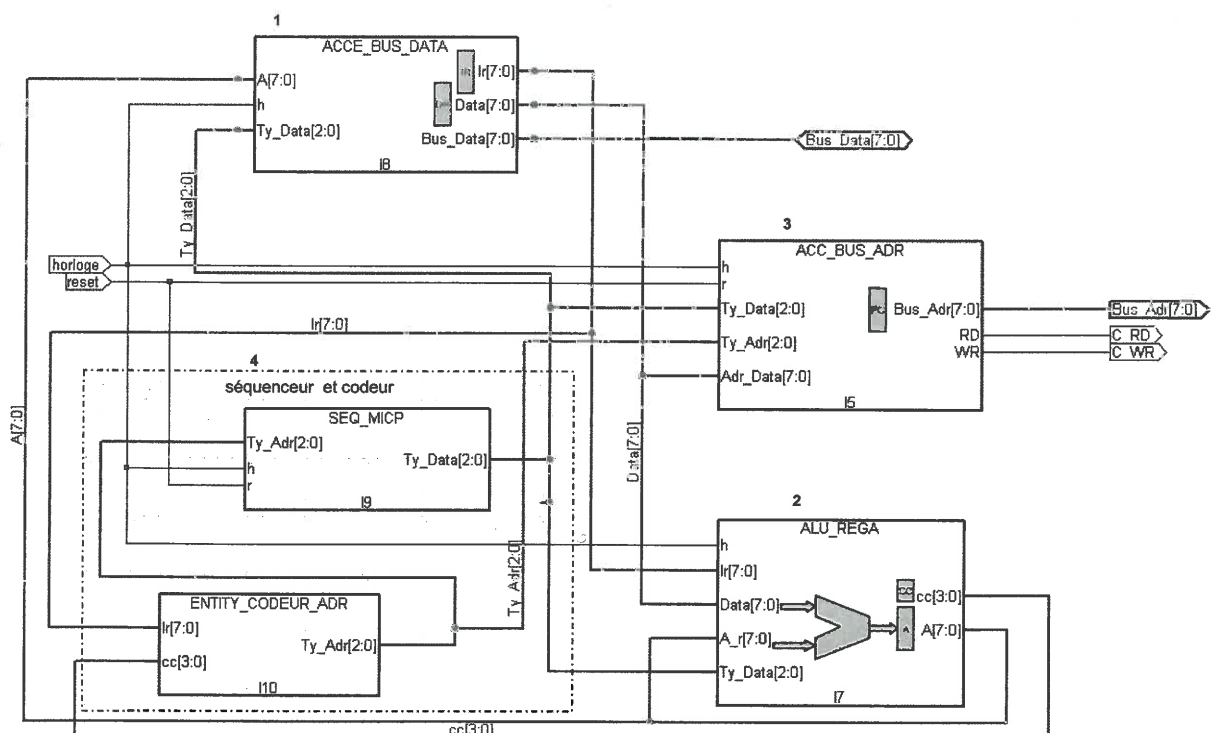


Figure 4 : Schéma interne du microprocesseur

3.5 Schéma global du μ P

L'étude du microprocesseur est réalisée en 4 étapes distinctes auxquelles on associe quatre modules différents. Les 4 modules décrits en langage VHDL sont simulés et intégrés au sein d'un même composant à l'aide d'un outil de schématique (par exemple : Isp-DesignExpert). On représente figure 4 le schéma in-terne du microprocesseur. Dans cette représentation SEQ_MICP et ENTITY_CODEUR_ADR constituent le module du séquenceur. ALU_REGA est l'Unité Arithmétique et logique, ACC_BUS_ADR et ACC_BUS_DATA sont respectivement les modules d'accès au bus d'adresse et de données. On remarquera que tous les modules sont synchronisés par l'horloge h à l'exception du codeur intégré dans le séquenceur. C'est pour cette raison qu'il apparaît des « glitch » sur le signal Ty_Adr en sortie de ce composant. L'accumulateur A est intégré au module Unité Arithmétique et logique qui réalise des opérations pu-rement combinatoires, comme l'addition, mais aussi séquentielles comme le décalage. Dans cette descrip-tion l'accumulateur A est présent à la fois en entrée et en sortie de l'UAL. Dans notre étude le composant cible est un MACH4 - 192 / 96 (LATTICE Semiconductor). Après implantation, 80 % des cellules de ce composant sont occupées.

Bibliographie

1. Weber, J., Meaudre, M. Le langage VHDL
– Cours et exercices. Collection Sciences Sup,
2e édition, 2001.
2. Schneider, T. VHDL :méthodologie de design
et technique avancées. Collection EEA
– Du-nod/Electronique, 2001.
3. Heat, S., Microprocessor architectures RISC,
CISC and DSP. HB Newnes, 2e édition, 1995.
4. Mesnard, E. Du Binaire au processeur,
Ellipses, 2004

4 - CONCLUSION

Nous présentons dans cet article l'étude et la mise en oeuvre d'un microprocesseur simplifié à l'aide du langage VHDL de description de composants numériques programmables. Le but de ce travail est de propo-ser une réalisation modulaire du problème qui pourra être mise en oeuvre en plusieurs séances de travaux pratiques. De plus cet exercice permet de distinguer la synthèse d'un système informatique dont le principe est décrit par une machine de Von Neuman avec la description d'un composant numérique programmable dont le principe est décrit par une machine de Mealy Voilà maintenant trois ans que nous étudions ce problème en premier cycle avec les étudiants de l'IUT de Calais à l'Université du Littoral Côte d'Opale. En pratique, 4 séances de TP et une séance de TD réalisées dans le cadre du module de simulation numérique sont nécessaires. A ce stade de leur formation les étudiants ont des connaissances de base en logique combinatoire et séquentielle, en programmation assembleur et VHDL. Un encadrement « serré » permet aux étu-diants, dans la plupart des cas, d'aboutir à une réalisa-tion. Cette approche modulaire de la description d'un microprocesseur possède l'avantage d'être évolutive. En effet l'ajout d'un deuxième accumulateur par exemple, nécessite uniquement l'adjonction d'une se-conde ALU et de faibles modifications pour les modu-les Séquenceur et Accès au bus de donnée. Enfin cet outil, développé en première année de premier cycle universitaire, constitue aujourd'hui une base pour la compréhension et la mise en oeuvre, dans les cycles suivants, des composants périphériques au Microprocesseur tels que les gestionnaires d'interfaces (Gestion des ports de communication, gestion de l'affichage, ...).

LE DÉPARTEMENT GEII DE CHÂTEAUROUX FÊTE SES 10 ANS

Par Pascal Vrignat et Jean Christophe Bardet (IUT de Châteauroux – Université d'Orléans)

pascal.vrignat@univ-orleans.fr - <http://pascal.ajoux.free.fr>

jean-christophe.bardet@univ-orleans.fr - <http://www.univ-orleans.fr/iut-indre>

INTRODUCTION

**Samedi 2 Avril 2005, le département GEII
fêtait ses 10 ans lors d'une soirée. Déjà 10 ans !!!
Retour en arrière.**

Inscrit dans le plan "Université 2000", le projet de création d'un Institut Universitaire de Technologie à Châteauroux a été décidé avec la volonté de contribuer à l'aménagement du territoire et au développement des formations supérieures technologiques courtes, facteur dynamisant pour l'économie dans le département de l'Indre. Notre IUT rattaché à l'Université d'Orléans est implanté sur deux sites : Issoudun (TC et GLT + 1 licence professionnelle « LP CCPC » *) et Châteauroux (GEA et GEII + 3 licences professionnelles « LPE, LP.MOTSES, LP ARI »**)

1991 >> l'Institut Universitaire de Technologie de Bourges ouvre le département "Techniques. de Commercialisation" à Issoudun, spécialité "Exportation".



1992 >> Une spécialité d'IUT est créée à Châteauroux : département "Gestion des Entreprises et des Administrations." La ville de Châteauroux met à disposition par convention avec l'Université d'Orléans des locaux provisoires. Situés sur le site de l'Espace Pierre Mendès France, ils accueillent dès 1992 les 56 premiers étudiants de la formation G.E.A.

Le regroupement de ces deux premiers départements : "Gestion des Entreprises et des Administrations" et "Techniques de Commercialisation" donne naissance à un IUT de plein exercice dans l'Indre dont le siège social est à Châteauroux (décret du 18 mai 1992).

Septembre 1993 >> Le Conseil d'administration de l'IUT se prononce pour une ouverture en 1994 du département "Génie Électrique et Informatique Industrielle" à Châteauroux et une ouverture en 1995 du département "Gestion Logistique Transport" à Issoudun.

Octobre 1993 >> Une première étude précise l'objectif pédagogique des deux départements de Châteauroux. Elle établit la nécessité d'une construction nouvelle plutôt que la réhabilitation de l'antenne universitaire.

1994 >> la délégation de maîtrise d'ouvrage est accordée à la Ville de Châteauroux pour la construction de l'IUT.



**Le 28 juin 1996,
l'IUT était inauguré.**

*LP CCPC : Communication et Commercialisation des Produits Culturels

** LPE : Entrepreneuriat,

LP MOTSES : Management des Organisations du Tiers Secteur
et de l'Economie Solidaire,

LP ARI : Automatismes Réseaux et Internet

L'EQUIPE GEII

Aujourd'hui l'équipe dans le département est constituée :

- d'une secrétaire,
- d'un technicien,
- d'un ingénieur informaticien,
- de cinq maîtres de conférences,
- de sept enseignants du secondaire,
- d'un thésard,
- d'un PAST,
- d'une dizaine de vacataires



Inauguration de l'IUT le 28 juin 1996

Dans notre petite structure, dirigée par un enseignant de GEII, nous avons tous à mettre « la main à la pâte ». La direction des études GEII et LP ARI fonctionne avec quatre enseignants. Le responsable de la licence professionnelle est également responsable de l'informatique sur les deux sites, en régularisant entre autres les besoins de chacun. Le directeur, le directeur adjoint, le chargé des relations internationales et le responsable de la communication à l'IUT sont également des enseignants de GEII et de la licence ARI. Notre PAST, recruté par GEII, est depuis trois ans responsable de la LP Entrepreneuriat. Vient ensuite le CA de l'IUT où un bon nombre d'enseignants de GEII et LP sont également élus. **Notre département donne beaucoup pour que l'IUT fonctionne au mieux, ce qui peut poser parfois des problèmes d'organisation et de progression professionnelle pour certains d'entre nous !**

LES ETUDIANTS

Depuis le début, nous avons placé **les étudiants au cœur de notre système**. Un grand nombre d'actions très importantes seront présentées dans cet article. Depuis notre création (sauf la 1ère année), nous avons 2 groupes en 1ère année constitués en moyenne de 52 étudiants et 2 groupes en 2ème année constitués en moyenne de 36 étudiants. Il est à noter d'ailleurs que cette année, nous n'avons pas subi la baisse observée en France dans le recrutement, en affichant +5%. L'arrivée de la licence professionnelle Automatismes Réseaux Internet nous a non seulement permis de répondre à un besoin technique de plus en plus évident, mais également de dynamiser notre recrutement.

LES PRINCIPALES POURSUITES D'ETUDES DE NOS ETUDIANTS

Dans une situation où « les cartes sont un peu brouillées », où de moins en moins d'étudiants souhaitent s'arrêter à Bac+2, ce qui va poser sans conteste un problème grave pour le recrutement dans la pyramide des âges, voici depuis 10 ans les principales poursuites d'études de nos étudiants :

ESTEI Bordeaux, IUP Cergy-Pontoise, IUP Poitiers, UFR des Sciences Orléans, Licence EEA Limoges, INGENIEUR PROJETS RILA / CCI, LICENCE Professionnelle A.R.I Automatismes Réseaux Internet Châteauroux, Ecole Ingénieur IRESTE Nantes, ESCT Toulon, IUP GEII Informatique et Télécom Blois, ENS Cachan, Licence Professionnelle ENTREPRENEURIAT Châteauroux, Ingénieur d'études ASTEK, IPSA, Différentes INSA, ESIA, ENSEEIHT, IMERIR / Perpignan, ESPEO Orléans, IUP Génie Electrique P. Sabatier de Toulouse, IUP ISTIA Angers, ENIB BREST, ENSIL, E3I, Licence Professionnelle par apprentissage Michelin Clermont-Ferrand, Ingénieur 2000, IUP Brest, ESME SUDRIA Ivry sur Seine.

IMPLICATIONS DES ENSEIGNANTS DU DEPARTEMENT

Nous avons depuis plusieurs années participé à différentes actions pour que notre communauté GEII particulièrement riche

et active puisse être encore plus performante. Voici, à notre modeste échelle, le détail des actions et participations à différents groupes de travail pour l'ADIUT et certains colloques GEII :

- Réseaux de communications industrielles,
- Informatique Industrielle,
- Physique,
- Validation des acquis,
- Etudes et réalisations,
- Challenge de robotique,
- Sécurité électrique,
- Electrotechnique et électronique de puissance,
- Relations internationales.

PUBLICATIONS

- Exposé ADIUT sur : management de projet.,
- Iutenligne
- Plusieurs articles dans GESI
- Des sites internet perso :
Stéphane BEGOT : <http://s.begot.free.fr>
Eric PERONNIN : <http://genielec.free.fr>
Pascal VRIGNAT : <http://pascal.ajoux.free.fr>

avec des liens vers :

- xavier cotton,
- iutenligne,
- gesi,
- académie Orléans-Tours,
- iufm réseau ccit,
- le site 3ei,
- pedagogosite,
- planete enseignant,
- labreeb (bernard REEB).

Deux ouvrages publiés :

Vrignat P. *Réseaux locaux industriels Cours/TD/TP Gaëtan Morin Editeur Europe,*
Roussel J.M. *Problèmes d'électronique de puissance Dunod*

PARTENARIAT AVEC UN LYCÉE CASTELROUSIN

Le cadre : volonté forte de rapprocher les lycées et l'enseignement supérieur depuis 2 ans.

Option MPI (Mesures Physiques et Informatique) pour 19 élèves de 2nde. Une convention a été adoptée pendant le CA du 19 octobre 2004. Trois rencontres ont eu lieu avec une visite des salles techniques de l'IUT, un TP sur la réception infrarouge via un signal émis par une télécommande, un TP sur l'utilisation d'une thermistance.

Cette action va aussi nous permettre de créer des échanges avec les enseignants de mathématiques et de physique du lycée. La commission de physique prévue au colloque de Lyon montre qu'il est nécessaire de débattre de l'approche de cette discipline et ce débat mérite d'être élargi à des environnements extérieurs à la communauté GEII.



LA RECHERCHE DANS LE DÉPARTEMENT

Nos enseignants chercheurs sont rattachés à un laboratoire de l'Université d'Orléans : le Laboratoire Vision Robotique (LVR). Nous avons réussi depuis 2 ans à récupérer un jeune thésard dans le cadre d'une bourse CIFRE. **C'est d'ailleurs et malheureusement aujourd'hui le seul thésard du département de l'Indre !**

La société qui l'accueille est une entreprise que nous connaissons depuis plus de 5 ans. Notre collaboration a débuté sur un projet d'étudiant financé en partie par l'ANVAR. Ces étudiants ont été, dans un premiers temps, pris en stage puis embauchés. Depuis, ils ont suivi une formation Bac+5 en alternance et ont participé au développement de l'entreprise. Les activités de recherche et développement se sont intensifiées dans certains domaines et ont fait apparaître l'utilité d'une thèse qui fait aujourd'hui l'objet d'une bourse CIFRE.

Les actions menées par notre thésard sont orientées vers l'ingénierie routière autour du traitement d'images.



RELATIONS INTERNATIONALES

Depuis 10 ans, les relations internationales se sont fortement développées :

Hogskolen i Ostfold, SARPSBORG – NORVEGE
 Hogskolen i Alesund, ALESUND – NORVEGE
 Oulu polytechnics, OULU – FINLANDE
 Université technique Gheorghe Asachi, IASI ROUMANIE
 Gavle university, faculty of electronics GAVLE – SUEDE
 Coventry university COVENTRY – UK
 Université technique de Gdansk, GDANSK – POLOGNE
 Polytechnika Koszalin, KOSZALIN – POLOGNE
 Entreprises:
 Tehnoton, IASI ROUMANIE
 Scantek Inc. BALTIMORE, USA

LES CONFERENCES

Parmi les conférences les plus intéressantes organisées depuis 10 ans, nous pouvons citer :

Transmissions : TDF,
Micro-électronique & Informatique Industrielle :
 MATLOG, ATMEL, Fabrication de condensateurs,
Qualité : Contrôle mesure/qualité
Informatique réseaux / Management projet : Responsable informatique de LA REDOUTE
Conférences de collègues étrangers :
 Pekka ALALUUKAS : Networks and Cisco
 Risto KORVA : Digital circuits, μ processors and embedded μ controllers

GRAND OUEST

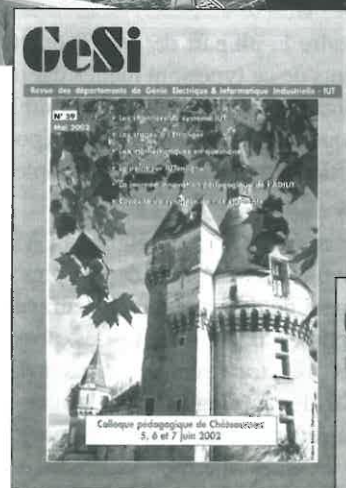
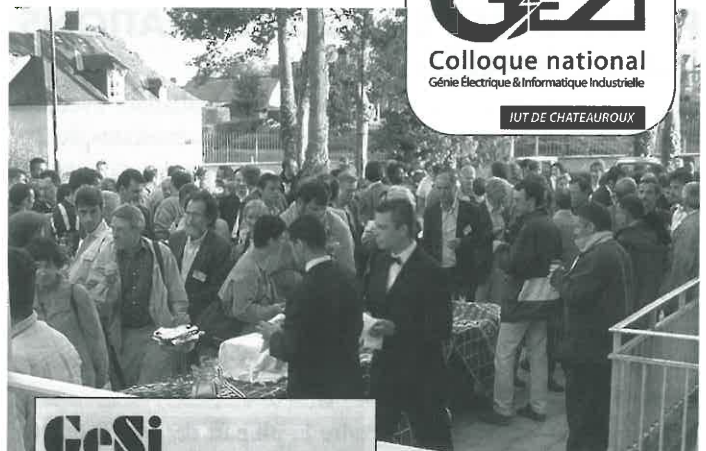
En 1998, le département accueillait nos collègues du Grand-Ouest pour un groupe de travail sur l'informatique Industrielle et l'automatisme.

COLLOQUE GEII 2002

Au colloque de Tarbes l'année précédente avec le démarrage du challenge national de robotique mobile des IUT à Vierzon, nous étions en 1ère ligne. Je me souviens avoir eu à l'époque de petites sollicitations de la part de Patrice Mangeard, alors représentant des chefs de départements, pour accueillir le colloque...

Les thèmes de réflexion (toujours d'actualité ! !) de ce colloque étaient :

- Electronique analogique,
- Stages en France et à l'étranger,
- Programmation objet,
- Mathématiques.



FETES DE LA SCIENCE

Nous participons depuis plus 5 ans à cette semaine d'informations très importante en France sur différents thèmes comme : la robotique mobile, la CAO, l'informatique, l'électronique...



Fête de la Science 2003 :
Un robot, c'est quoi ?

Fête de la Science 2005 :
Un ordinateur, c'est quoi ?

PROJETS GEII ET COLLABORATIONS INDUSTRIELLES

Depuis plus de 10 ans, le département geii collabore avec des industriels sur des projets techniques avec ses étudiants de 2^{ème} année et ses enseignants. Depuis 3 ans sont venus s'y rajouter les étudiants de licence PRO ARI. Au total plus de 24 collaborations différentes essentiellement consacrées au transfert de technologies et de plus en plus aux applications rattachées aux réseaux de communications industriels. Nous avons régulièrement engagé avec l'ANVAR des dossiers de subventions avec des protocoles tels que : Aide jeunes et Prestation Technologique Réseau (PTR).

Nous réalisons aussi dans ce cadre la plupart de nos maquettes de TP. Chaque année, 5 à 6 projets de ce type sont menés par nos étudiants pour monter à moindre coût des sous-ensembles didactiques bien moins chers que sur catalogue, et qui répond réellement à nos besoins. L'action engagée, parfois complexe pour nos étudiants, est terminée au bout de 2 à 3 ans.

Avec l'arrivée de Jean-François MILLET, enseignant PAST, dans notre département, nous avons mis en place depuis plus de 5 ans une démarche « management de projet ». **Cette démarche a d'ailleurs fait l'objet d'articles dans GESI.** Les projets mettent en oeuvre des actions très transverses ; nous avons également associé Nicole Stride (collègue en Culture & Communication) sur l'aide à la rédaction de rapport de projets, de stages, création d'affiches et sites internet valorisant ces actions...

L'intégration étant de plus en plus importante en électronique, nous ne fabriquons plus de cartes électroniques dans notre département depuis 2 ans. La CAO est toujours présente dans notre formation avec une connotation plus industrielle, car nous faisons fabriquer tous nos design (PCB) chez Eurocircuits avec des transferts de fichiers de fabrications via Internet.

<http://www.eurocircuits.com/home/eurocircuits.aspx>

STAGES DE FIN D'ETUDES

Notre carnet d'adresses comporte aujourd'hui plus de 210 entreprises situées essentiellement sur le bassin de la région Centre. Viennent s'y rajouter une dizaine d'entreprises à l'étranger. On peut noter que le stage pour nos étudiants démarre à partir du mois d'Avril. L'arrivée de la licence professionnelle ne nous a posé aucun problème d'accueil de stagiaires dans la mesure où les étudiants viennent chez nous de tout le territoire français.

Depuis le début, nous avons également des étudiants qui partent en stage à l'étranger (voir notre rubrique relations internationales). Dans un souci d'optimisation de notre formation, nous avons mis en place depuis 4 ans une procédure qualité sur le suivi des étudiants en stage.

Cette procédure aujourd'hui également utilisée en LP ARI, nous permet d'avoir des documents de référence très utiles, incluant entre autres les modalités des différentes évaluations (activité, soutenance, rapport).

LA ROBOTIQUE MOBILE

Nous participons avec des étudiants de 1^{ère} et 2^{ème} année depuis 1997 à différents challenges de robotique mobile. Nos actions dans ce domaine nous ont permis de sensibiliser à la technologie des élèves d'écoles primaires impliqués dans le projet par le choix et la conception du Design.

Ce type de projet est très intéressant car il permet d'appliquer énormément de concepts techniques étudiés dans la formation tout en restant très ludique.

Pendant deux années, il a été intégré dans les TR de première année et les projets de deuxième année. Aujourd'hui, seul le projet a été conservé et pour la première année, un groupe d'étudiants volontaires développe cette activité en dehors des cours.

Nos étudiants ont souvent obtenu des prix :

- 1/4 de finaliste en 2002 (Vierzon),
- prix du robot le plus drôle en 2003 (Vierzon) Rabbit Inside,
- prix du design en 2004 (Vierzon).

Nos actions et résultats ont fait l'objet de plusieurs reportages dans la presse, sur les Ondes de Radio France et sur FR3.



« FLEXION, PIQUÉ DU BÂTON, EXTENSION »

Pour une meilleure intégration, nous proposons à tous nos étudiants depuis plusieurs années une semaine à la montagne au mois de Janvier. Un car est réservé avec des destinations comme :

- 1994 : CHAMONIX
- 1995 : CHAMONIX
- 1999 : LES 2 ALPES
- 2001: RISOUL
- 2003 : FLAINE
- 2004 : Saint-François LONGCHAMP
- 2005 : LES MENUIRES

“que du bonheur....”

L'AVENIR

LMD, LOLF il y a « du pain sur la planche ». Mais ce pain, aura t-il le même goût dans les années futures ?

Comme vous tous, nous mettons en place le nouveau PPN en septembre 2005. **Ne jamais s'endormir**, c'est certainement une ligne de conduite que nous propose Christian ETIENNE notre collègue et directeur de l'IUT.

Sur ce schéma nous souhaitons nous engager très rapidement sur :

- > la mise en place d'une plate-forme technologique orientée Génie-Logiciel
- > la construction du laboratoire de recherche sur le site de l'IUT de Châteauroux pour une vraie reconnaissance de la recherche sur les sites délocalisés
- > la consolidation de notre licence professionnelle : Automatisation Réseaux Internet

> la consolidation de l'association des étudiants :

PROGETECH (donnez vie à vos idées...
Connectez vos envies)

> l'augmentation de nos conférences

> la mise en place de travaux autour des énergies renouvelables

Rattaché au bassin industriel Castelroussin, l'avenir de notre IUT dépendra très fortement des orientations souhaitées par nos dirigeants politiques nationaux et locaux. Nous attendons avec un espoir énorme, comme beaucoup de citoyens aujourd'hui, le TGV sur l'axe Paris-Toulouse et le développement de l'aéroport de Châteauroux.

Pourquoi pas, le 3^{ème} aéroport international de France ! Il faut aujourd'hui pour exister être dans les tubes rattachés à la Communication. Une région continuera d'exister si elle est dans ces tubes de Communication avec le numérique à disposition en prime !



Photos de la soirée anniversaire du département

Pascal VRIGNAT Chef de département depuis septembre 2004.
Jean-Christophe BARDET Chef de département entre 1998 et 2004.

COUPE DE FRANCE "ROBOTIQUE IUT GEII"

Cette rencontre est le résultat d'une collaboration étroite entre :

- l'ASTECH, Association (loi de 1901) pour Promouvoir et Vulgariser les Sciences et les Technologies, qui assure la partie logistique.

- l'Association des Professeurs d'IUT en Génie Electrique et Informatique Industrielle (GE-II) qui a la maîtrise du règlement et de l'organisation des jurys.

140 étudiants (45 équipes) sont donc réunis pendant 3 jours et peuvent ainsi mieux se connaître et échanger leurs connaissances.

Cette manifestation a le soutien de la Communauté Européenne (programme Leader Plus), du Conseil Régional du Centre, du Conseil Général du Cher, de la ville de Vierzon.

A partir d'une base mécanique commune, les équipes d'étudiants construisent leur robot en fonction des stratégies de programmation choisies.

Le robot doit effectuer un parcours le plus rapidement possible, en contournant des obstacles

et faire tomber seulement la première barre à la fin du trajet.

2 robots concourent en même temps et doivent respecter la règle de priorité à droite.

Déroulement

PHASE DE QUALIFICATION

Jeudi 2 juin à partir de 14h

> Présentation orale face à un jury par chaque équipe :
15 min + parcours sur piste d'essai.

ESSAIS LIBRES

Jeudi 2 juin de 20h à 23h

CLASSEMENT PAR POINTS

> Rencontre de 2 robots en alternant les pistes
> 5 matchs par équipes
> Classement des équipes par ordre croissant des temps
Addition des 4 meilleurs temps de chaque équipe (avec les bonus et pénalités).

Vendredi 3 Juin 10h-12h, 14h-18h, 20h-23h

Samedi 4 juin 10h-12h, 14h-16h

Qualifications pour les finales des 16 équipes
en tête du classement

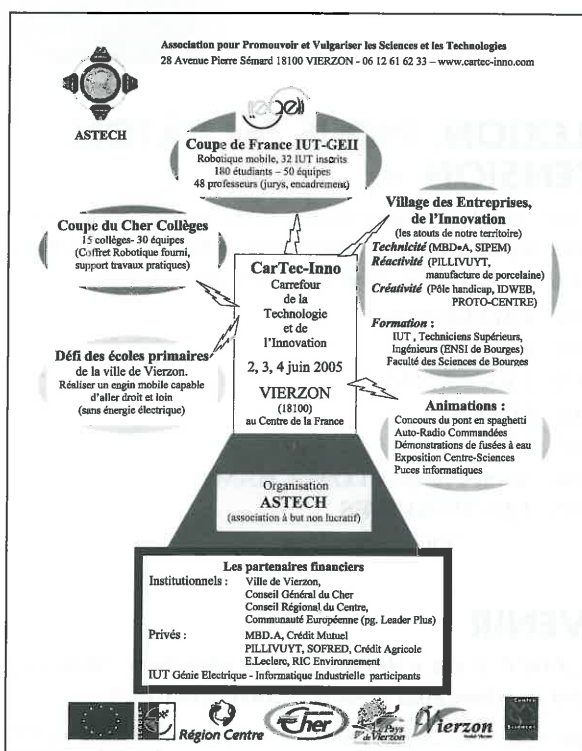
FINALES

Samedi 4 juin à partir de 18h30

1/8^{ème}, 1/4, 1/2 Finales

> 1 match (2 parcours). Elimination directe des temps
les plus faibles

- Classement général (équipes arrivées en tête des finales)
- Equipe la mieux classée de première année d'IUT
- Meilleure solution en logique programmable
- Robot le plus soigné
- Pris du désign
- Prix du fair-play
- Robot le plus drôle
- Prix du jury



Venez nombreux encourager les équipes

ENTRÉE GRATUITE

A L'ISSUE DE LA FINALE
Dîner dansant salle Madeleine Sologne, remise des prix.

Entrée sur invitation ou ticket-repas
à retirer à l'accueil avant samedi 4 juin 18h
(nombre limité - prix 15 Euros).

Animation musicale assurée
par "les Têtes en l'R".

VIE DES DÉPARTEMENTS

PRÉSENTATION DU CONCOURS ROBOT

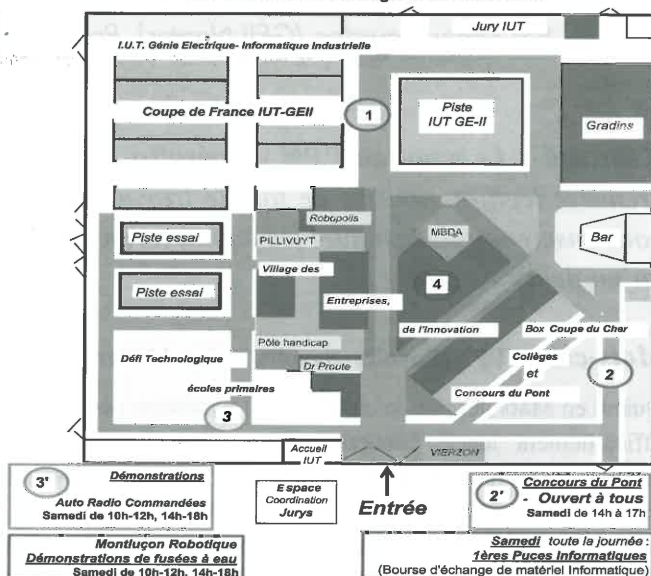
1 Coupe de France IUT GE-II
Classement par points:
Vendredi 3 juin, 9h - 23h
Samedi 4 juin, 9h - 16h
Finales - Samedi 4 juin de 18h30 à 21h30
Remise des prix à partir de 22h30 au cours du repas animation, salle Madeleine Sologne (ticket-repas: 15 Euros)

2 Coupe du Cher Collèges
Vendredi : de 10h à 16h
Samedi à 16h: Remise des prix

3 Défi technologique des Ecoles Primaires
Vendredi : jusqu'à 16h
Samedi à 16h: Remise des prix

4 Vendredi, samedi 8h - 12h, 14h - 18h
Village des entreprises de l'innovation
(Technicité, Réactivité, Créativité)
MBDA, PILLIVUYT, IDWEB, ARITT, CRITT-Z3T, Pôle handicap, PROTO-CENTRE, Projet type Junior Entreprise
Formation
Lycée H. Brisson, I.U.T. GE-II, ENSI Bourges, Faculté des Sciences de Bourges.
Animations
Robopolis (produits robotiques)
Dr Proute (machines pour rêver)
Centre-Sciences: Expo. Matériaux du quotidien
Rencontres de robots (Club EnSB, IUTCachen,...)

Festival Robotique - 2 au 4 juin 2005 **CarTec-Inno — ASTECH** Carrefour de la Technologie et de l'Innovation



Les membres de l'ASTECH sont heureux de vous présenter
la 4^{ème} édition du festival Robotique CarTec-Inno

Vous retrouverez :

La Coupe de France des IUT GE-II (Génie Electrique - Informatique Industrielle)

140 étudiants qui viennent de toute la France, 45 équipes vont concourir pendant 3 jours.

La finale à lieu : **Samedi 4 juin à partir de 18h 30**, soyez nombreux à participer et encourager les équipes

La Coupe des Collèges du Cher

14 Collèges (dont un invité de Châteauroux) se rencontreront vendredi 3 juin dans une ambiance de compétition, mais aussi de convivialité.

Les défis des écoles primaires

Ils permettront aux élèves des écoles de Vierzon de découvrir et de participer au même titre que les 'grands'

Ce Festival s'inscrit dans le Carrefour de la Technologie et de l'Innovation (CarTec-Inno), lieu de rencontre de l'Enseignement, l'Entreprise, l'Innovation.

Les atouts de notre territoire – technicité, réactivité, créativité- seront représentés par MBDA, SIPEM, PILLIVUYT, Pôle handicap, PROTO-CENTRE, IDWEB,...

La formation : lycée Henri Brisson, IUT GE-II, ENSI B, Faculté des Sciences de Bourges.

Des animations complètent cette manifestation :

Participez à : **la construction d'un pont en spaghetti,**
aux démonstrations de voitures radio-commandées
à la construction de fusées à eau.

Le Docteur Proute vous fera rêver, Robopolis vous emmènera dans le monde des robots.

Et ... **les 1^{ères} Puces Informatiques le samedi 4 juin.**

Bourse d'échange de matériel informatique

N'hésitez pas à venir et participer dans une ambiance chaleureuse.

Inscrivez-vous pour le repas avec animation musicale le samedi 4 juin (env. 21h30) après la finale de la Coupe de France des IUT GE-II.

Tickets (15 Euros) à retirer à l'accueil avant samedi 18h

Le président de l'ASTECH
Michel Aufaivre

Pour une lecture raisonnée du PPN GEII 2005

Par Rémy Gourdon (GEII Nantes), Président de l'Assemblée des Chefs de Départements de GE&II

Résumé : Le nouveau PPN va paraître cet été, et il modifie sensiblement l'existant. Cet article en fait une première lecture, nourrie de tout le travail souterrain de son élaboration. Il a pour ambition de relier ce que nous enseignons à ce à quoi les jeunes formés dans nos départements seront confrontés plus tard. Mais « ce n'est qu'un début »...

Mots-clés : PPN, Savoirs, Savoirs Faire, Métiers

Quand en Mars dernier, le chantier de l'évolution des PPN a été officiellement lancé, beaucoup ont cru qu'il s'agirait d'un aménagement mineur de l'existant. Pour ma part, j'avais des doutes –je l'avoue – sur notre capacité à mener à bien un tel chantier : les éclats de voix et les déchirements qui avaient abouti à l'élaboration du précédent PPN dans les années 1998-2000 étaient encore très présents.

1. POURQUOI ECRIRE SUR LE PPN GEII 2005 ?

Le PPN 2005 qui va paraître est d'abord un outil de travail, que nous avons élaboré ensemble mais dans lequel beaucoup d'imperfections demeurent. Un outil de travail ? Oui, c'est une référence, un cadre à partir duquel chaque enseignant en GEII va élaborer ses cours, ses TD, ses TP. Ceci étant, nous devons nous approprier cet outil, apprendre à nous en servir, dans la mesure où nous avons voulu que ce soit autre chose qu'une liste d'items à débiter. S'en servir, c'est donc d'abord y trouver le sens global de la formation GEII. Vaste entreprise, surtout quand, le nez dans le guidon, on n'a guère le temps de philosopher.

Aussi mon ambition est-elle ici d'amorcer, et seulement cela, la réflexion sur le sens profond de la formation que nous dispensons. À cause de son ambition sans doute démesurée, à cause du temps qui (toujours) presse, ce texte n'est pas abouti, et il ne cherche pas à l'être. Il n'est que le début de quelque chose dont je souhaite que la communauté GEII s'empare pour le travailler, l'affiner parce que je suis certain que c'est à travers un tel travail que nous nous rapprocherons au plus près du meilleur service à rendre à nos étudiants et au milieu professionnel qui demain les accueillera.

2. LA FORMATION GEII : QUELLE COHERENCE ?

L'élaboration du PPN GEII est une construction de savoirs, de savoir faire et de savoir être, tous issus d'une histoire, celle de l'université et de ses formations professionnelles, et d'une

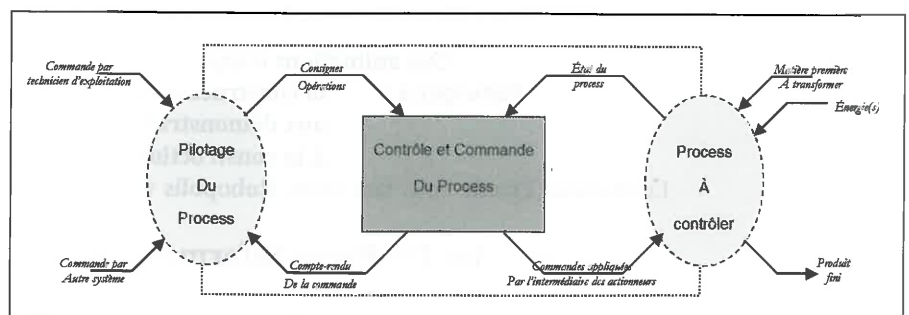
évolution, celle des technologies. Pour comprendre cette construction, il faudrait pouvoir faire la part de cette histoire et de cette évolution. Comprendre par exemple comment le numérique et l'analogique convergent inexorablement, comment l'intégration, en faisant disparaître de la surface des matériels, les transistors de notre enfance, rend caduc une approche centrée sur le composant ... Cette exploration est à faire, elle doit nous enseigner pour nos pratiques d'aujourd'hui dans la mesure où une approche strictement cumulative de la connaissance n'est plus possible. Mais je laisse ce chantier là à d'autres...

Pour avancer dans le décryptage du sens global de la formation, il me semble qu'il faut commencer par fixer un point de vue à partir duquel les différents éléments de la construction peuvent révéler leur articulation.

2.1 Une situation paradigme

Ce point de vue, c'est le paradigme capable de résumer la situation professionnelle typique du GEII. Il n'existe évidemment pas de modèle absolu, néanmoins l'architecture type d'un système automatisé, contrôlant tout ou partie d'un process, ramasse l'essentiel des activités traversées par la thématique GEII

Dans ce paradigme, les technologies du GEII assurent le contrôle et la commande d'un process et c'est ce process qui donne son sens à la mise en œuvre des technologies.



Le terme « process » doit ici être pris dans un sens très large afin de recouvrir la grande diversité des applications dans lesquelles les technologies du GEII sont mobilisées. Rappelons quelques exemples de process :

VIE DES DÉPARTEMENTS

Cas de process discrets : la fabrication (manufacture) d'un équipement ou d'un produit (par séquences élémentaires simples ou complexes). Exemple : assemblage automatisé de sous ensembles pour l'automobile, conditionnement de savons solides (transfert, découpe, contrôle, emballage)

- Cas de process continu : laminage d'acier pour produire de la tôle fine à partir de tôle épaisse, impression d'un journal dans une rotative.

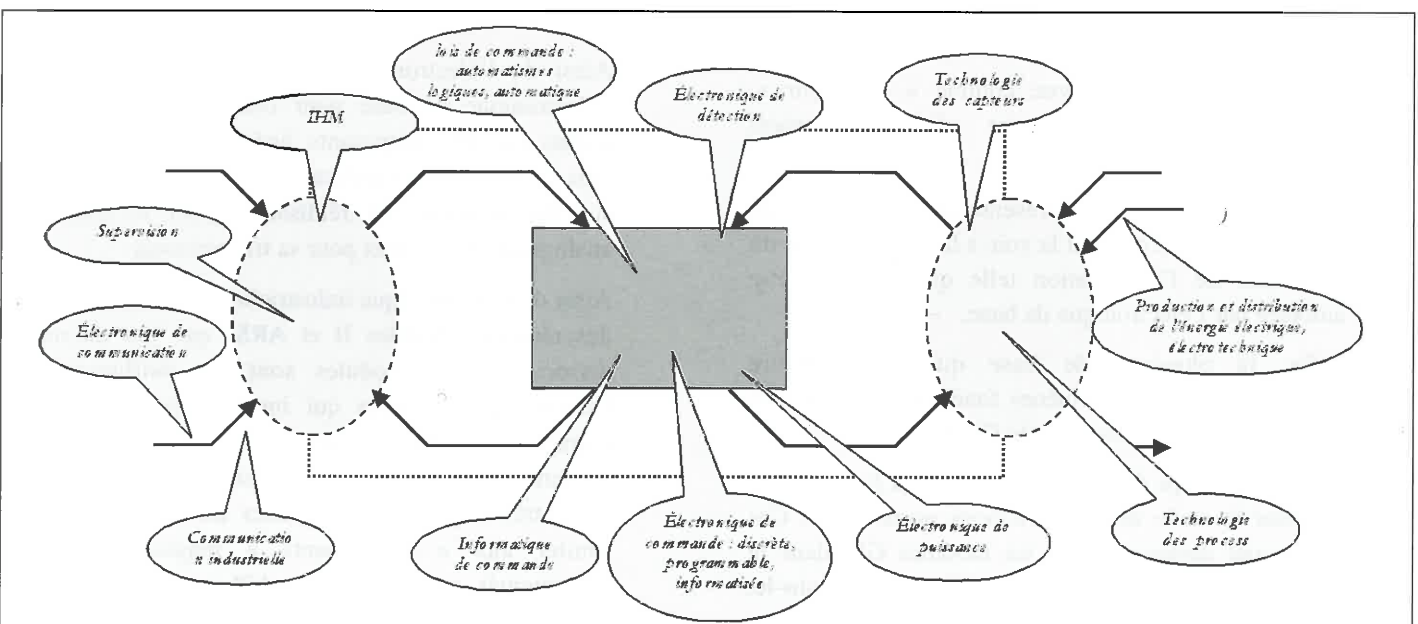
Mais aussi : dispositif de visualisation de grande dimension pour espaces publics, de contrôle d'accès à un lieu, ou de surveillance de trafic (routier, ferroviaire, aérien...) de guidage et d'aiguillage, etc.

À chacun, en fonction de son environnement local, de compléter et d'enrichir cette minuscule collection d'exemples.

2.2 Les technologies en jeu

Pour agir sur le process, à travers les actionneurs, l'électrotechnique et l'électronique de puissance sont mobilisées, tandis que l'électronique (courant faible) va permettre de mettre en forme les informations renseignant sur l'état du process. Les technologies de l'Informatique industrielle réalisent la commande dont les lois vont du simple (automatismes logiques) au complexe (automatique, traitement du signal) tandis que l'électronique et l'informatique pour la communication prennent une place chaque jour plus cruciale.

La particularité de la formation GEII est d'embrasser l'ensemble des technologies concernées chacune dans sa spécificité, avec l'ambition d'en garder le sens global qui permet au process d'être opérationnel grâce à ces technologies. Le schéma ci-dessous, qui demande à être complété, identifie sur la situation précédente quelques unes des technologies mises en évidence.



Sous-jacent à ces technologies, le mot central ici est « information » : l'acquérir et la prélever, soit dans le process, soit auprès d'un opérateur, soit dans un autre système, en vue d'en produire une nouvelle qui va servir à commander le process, ou bien à renseigner un opérateur ou un autre système. Mais réduire le GEII à du traitement d'information serait caricatural.

En effet, le support de l'information n'est pas abstrait mais très concret : l'électricité n'est pas un support parmi d'autres, mais bien **le** support informatif d'aujourd'hui (remarque en passant : ce n'est peut-être pas celui de l'avenir). En terme de point d'ancrage de notre formation, cette nature a deux conséquences. D'une part, il y a un prolongement naturel entre l'électricité support d'un signal et l'électricité comme énergie. D'où l'importance de l'électrotechnique et de l'électronique de puissance, jamais démentie dans notre secteur. D'autre part, le point d'entrée électrique fait de nous les techniciens de « l'information bas niveau », de l'information côté hard : acquisition, production, traitement, à la limite transport. Je positionne là une démarcation par rapport aux autres formations DUT : alors que Réseaux et Télécoms se préoccupent essentiellement du transport de l'information, Informatique ne s'occupe que du traitement, sans toucher au hard, tandis que Mesures Physiques s'intéresse d'abord à l'acquisition de celle-ci. A chacun son rôle, et il me semble que celui de GEII est ainsi correctement délimité, sans concurrence avec les autres qui, réciproquement, cultivent clairement d'autres plates-bandes.

2.3 Les savoirs en jeu

A partir de là, les savoirs constituant la culture générale technique du DUT GEII s'articulent en un maillage dont les extrémités seront mouvantes et appelées à évoluer largement. Dans cette articulation, il me semble intéressant de distinguer 3 natures de savoir : « ontologiques », fondamentaux et élaborés.

Les savoirs ontologiques : je désigne par ce terme barbare ces savoirs dont la personne doit être équipée pour *être* tout simplement, comme individu d'abord, et comme technicien supérieur plus précisément.

Dans une formation DUT, ils constituent la prolongation de la formation secondaire (lycée). Ce sont, en termes de matières, les mathématiques, les langues, la culture communication.

Ils remplissent une double mission : utilitaire (les mathématiques sont l'outil privilégié pour les sciences, la culture communication, pour le travail avec les autres ; les langues, pour prolonger ce travail avec les autres lorsqu'ils sont étrangers) mais aussi subliminale (les mathématiques sont alors l'outil pour apprendre à raisonner, à travailler dans l'abstrait ; la culture communication, l'outil pour apprendre à formuler sa pensée et sa conscience ; les langues, l'outil pour s'ouvrir à d'autres cultures et à d'autres manières de s'exprimer). Les deux facettes de cette double mission doivent être développées conjointement, en équilibre, sans minimiser la part subliminale en exagérant les aspects utilitaires mais sans, non plus, sacrifier l'apprentissage des outils au profit d'abstractions culturelles vagues.

Naturellement, on retrouve ces savoirs dispensés dans les modules du cœur de compétences de l'UE1 : Ma11 à Ma32 pour les mathématiques, CC1 à CC3 pour la culture communication complétés par un module dédié à la connaissance de l'entreprise (CDE4), et les modules An1 à An3 pour l'Anglais.

Les savoirs fondamentaux : ce sont les outils de base qui permettent de : *décrire* puis *raisonner* pour *décider*, dans les domaines du GEII. Ces savoirs sont centrés autour de :

- l'électricité de base vue comme support d'une information et comme énergie,
- l'électronique de base vue comme « opérateur », comme brique élémentaire d'un traitement d'information,
- l'algorithmique et la représentation numérique de l'information, qui ouvrent la voie à la généralisation du traitement de l'information telle qu'elle a pu être amorcée par l'électronique de base,
- enfin, la physique de base qui va permettre d'appréhender les phénomènes fondamentaux que l'on va trouver dans le voisinage du GEII.

Ces quatre champs de savoir, au demeurant limités, vont constituer le socle des constructions postérieures. Ces savoirs sont dispensés dans les modules GE, dans le module II1 et dans le module ENSL1 qui, notons-le, déborde largement de ces fondamentaux.

Jusqu'où vont ces savoirs fondamentaux ? La question est difficile à trancher, prenons-en deux exemples vraiment typiques du GEII.

La vue système permet d'appréhender par le haut les systèmes, leur organisation, leurs comportements (description par graphe). Nous n'avons pas, pour l'instant, isolé ce savoir dans un module, de peur d'errer dans les abstractions de la systémique. Et ça me semble aujourd'hui un bon choix que de monnayer cette approche, au compte-goutte et par technologie. Encore qu'il faut mesurer que la compétence du technicien supérieur est de plus en plus appelée, à cause de l'intégration du matériel et du logiciel, à s'exprimer à ce niveau-là.

De même le traitement du signal : on sait que cette connaissance nécessite un certain recul pour pouvoir être abordée utilement. On la place donc en milieu de cursus ; ceci étant, c'est un outil qui ne s'appuie pas directement et explicitement sur tel savoir et à partir duquel vont être développées de nombreuses applications.

Les savoirs élaborés : ce sont ces connaissances qui vont permettre d'aller vers une pratique technologique précise, qui pourra évoluer en terme de savoir faire. Ces savoirs sont pour l'essentiel le fruit d'associations : association de savoirs fondamentaux qui produisent des composants, et derrière ceux-ci, des applications.

Ainsi de l'électrotechnique et de l'électronique de puissance (modules ET) qui combinent l'électricité, l'électronique et la physique de base, de même que le traitement du signal et l'approche système (pour les fonctions de régulation et d'asservissements), pour aborder la conversion d'énergie soit statique soit par machine tournante.

Ainsi de l'électronique (modules EN) qui prolonge l'électronique de base pour comprendre les services rendus par les composants linéaires, individuellement puis en association (applications), de façon à déboucher sur des solutions de réalisation pour le traitement analogique du signal et pour sa transmission.

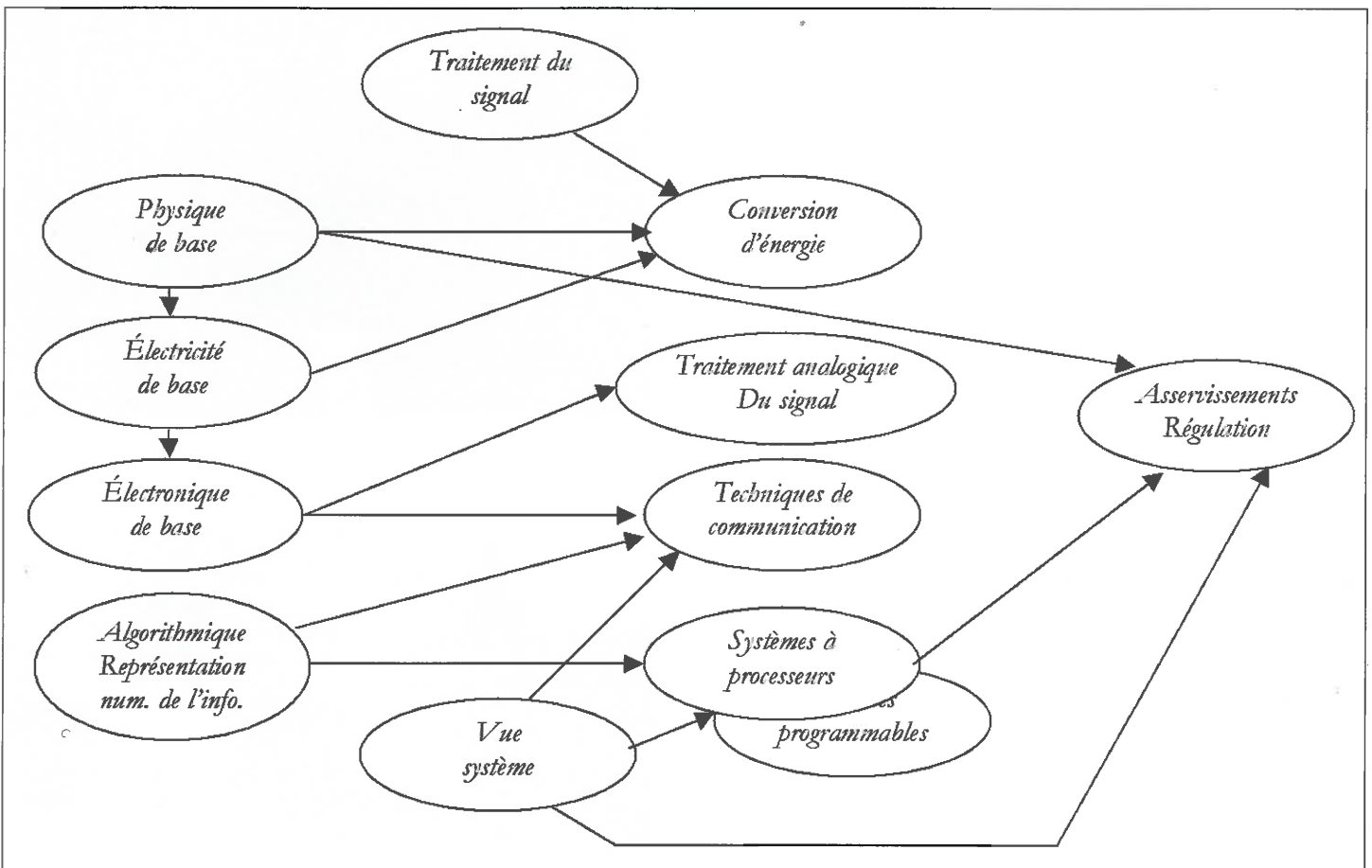
Ainsi de l'informatique industrielle, des automatismes et des réseaux (modules II et ARS) que j'ai du mal à dissocier : ces modules sont au confluent entre l'électronique de base qui implémente les fonctions numériques, l'algorithmique et la programmation, la systémique et le traitement du signal. Ils ouvrent des voies très larges dans lesquelles on est obligé de se limiter aux « composants » majeurs (systèmes programmés, programmables, API pour n'en citer que quelques-uns), tant les applications sont ouvertes...

VIE DES DÉPARTEMENTS

Ainsi de l'automatique (module AU) : science de la synthèse, elle met en musique l'ensemble en ayant spécifiquement l'œil sur le process dans sa complétude. Notons cependant que ce rôle d'aboutissement ne saurait être la raison ultime de la formation GEII parce que, la complexité aidant, la réalité du travail du technicien GEII repousse, pour la grande majorité des cas, cet aboutissement bien loin des besoins professionnels.

Dans l'idéal, construire une architecture des savoirs GEII, ce serait être capable de mettre à plat tous ces savoirs et leurs interactions, en terme de pré-requis mais aussi en terme de complémentarité (comment deux savoirs associés ensemble permettent d'accéder à un nouveau savoir par exemple l'association information numérique – traitement analogique dans un CNA donnant accès aux problèmes de quantification et du bruit conséquent). Je m'y suis essayé à travers le schéma ci-dessous, qui dit un peu cette architecture (sans les savoirs que j'ai appelé ontologiques), mais il me semble que je n'en suis ici qu'aux balbutiements, à vous de compléter, contredire, argumenter, etc.

Ce premier schéma ne conviendra à personne, parce que trop réducteur, mais prenez-le comme il est : un premier jet, à améliorer...



3. FORMATION ET METIERS DANS LE GEII

3.1 Une nouvelle donne

En 40 ans, le contenu technologique du modèle précédent a considérablement évolué. Du fait même, le champ de connaissances à couvrir s'est agrandi en proportion. Dans le même temps, le statut du technicien supérieur s'est relativisé, au profit du statut d'ingénieur, a priori plus apte à couvrir l'étendue des connaissances.

Il faut à ce stade prendre acte de la différenciation qui s'opère entre grandes entreprises dont le métier est le process de grande ampleur (par exemple : construction d'un véhicule) et les petites et moyennes entreprises centrées soit sur des process de faible envergure, soit sur des parties de process. Autant le grand process nécessite la spécialisation, autant le petit demande la vue d'ensemble. Cette dichotomie joue, quelque soit le stade de la vie du process ; conception, réalisation, exploitation et maintenance. En même temps, les titulaires de DUT, plus fréquemment employés dans les PME, vont donc être amenés à un rôle plutôt dévolu à un ingénieur dans une grande entreprise.

À partir de là, nous devons réaliser la formation de DUT GEII en nous efforçant de poursuivre les axes suivants :

- Les étudiants doivent acquérir la connaissance de l'ensemble des technologies impliquées dans le contrôle et la commande de process.
- Ils doivent être prêts à assumer les trois fonctions principales (conception, réalisation, exploitation et maintenance) pour des process simples. On espère qu'ils seront à même de se spécialiser dans l'une de ces fonctions lorsque leur situation professionnelle l'exigera.
- Ils doivent être capables d'évoluer entre les technologies et les fonctions car le GEII est traversé par le changement.

Le challenge que nous avons à relever est donc d'assurer à la fois :

- une formation technologique opérationnelle,
- en même temps qu'une culture générale qui ouvre la voie à des évolutions futures.

Notre mission n'est donc pas, moins que jamais, l'adaptation à un poste de travail ; en ce sens, l'expression des compétences en termes de gestes professionnels sera nécessairement limitée. Il s'agit par contre de viser le pragmatisme que demandent les technologies ; en ce sens, on ne peut pas se contenter d'une vision strictement académique des connaissances.

3.2 Gérer savoirs, savoir-faire et métiers

Dans cette optique, nous avons tenté, et c'est vrai que c'est loin d'être parfait, de rattacher chaque savoir à une compétence pratique, opératoire. Ce rattachement dit que, derrière la connaissance, il y a (ou, au moins, il devrait y avoir) un savoir-faire qu'on peut mettre en relation avec le paradigme de départ. La connaissance doit servir à quelque chose ; le paradigme évoqué précédemment doit être le cadre de vérification de la connaissance. Si une connaissance transmise n'a pas de rôle à jouer dans le paradigme, il faut réellement s'interroger sur sa pertinence dans la formation.

Peut-on aller au delà, et camper notre PPN dans un référentiel de métiers ? Cela me semble difficile en l'état actuel des choses, et je ne suis pas sûr que cela soit souhaitable, tant ces métiers sont volatiles. Il nous importe, par contre, d'en suivre l'évolution, pour y reconnaître les savoir-faire durables, et les nouveaux qu'il nous faudra intégrer dans nos pratiques.

4. EN GUISE DE CONCLUSION TRES PROVISoire...

C'est un chantier difficile, périlleux qu'il faut conduire dans le temps. En particulier pour améliorer ce PPN.

Ceci étant, cette construction n'est pas une fin en soi ; elle permettra mais rien de plus de donner de la cohérence au parcours de formation, d'autant plus que celui-ci sera amendable par l'étudiant à qui il faudra fournir des clés de compréhension et de discernement pour exploiter au mieux un jeu de propositions. Par contre, je crois que l'avancée en cohérence aidera à améliorer la transposition opérationnelle des savoirs acquis.



LYON
"Le funiculaire"



LYON "Place Bellecour"

Présentation par l'éditeur

La collection *TECHNOSUP* dirigée par Claude Chèze est une sélection d'ouvrages dans toutes les disciplines, pour les filières technologiques des enseignements supérieurs.

Niveau **A Approche** (éléments, résumés ou travaux dirigés) **Initiation, mise à niveau**

Niveau **B Bases** (cours avec exercices et problèmes résolus) **IUP - IUT - BTS**

Niveau **C Compléments** (approfondissement, spécialisation) **Eco/es d'ingénieurs, Maîtrise**

L'ouvrage (niveau B) :

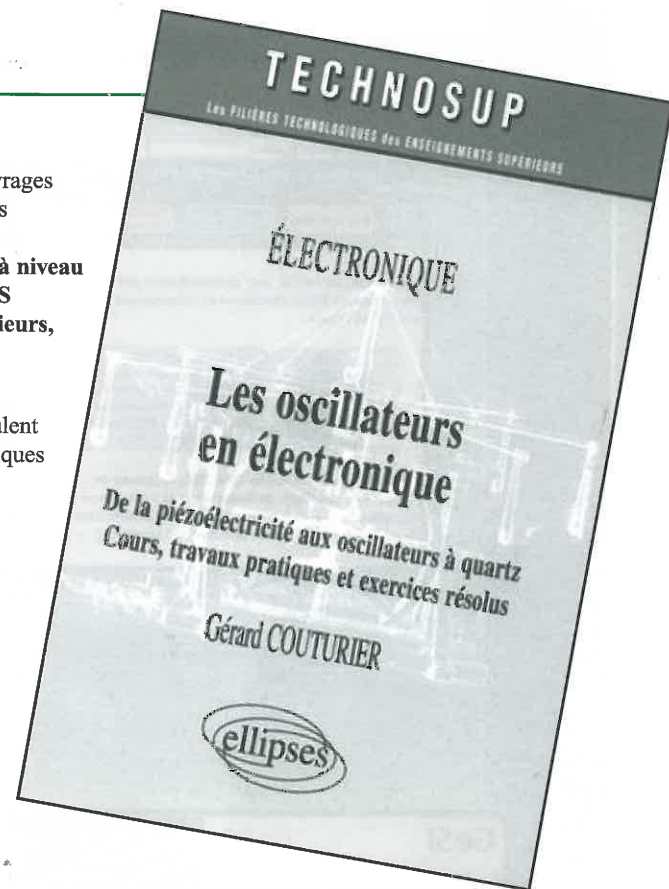
Pour tous les étudiants en EEA (IUT, BTS, licence) et pour tous ceux qui veulent comprendre le fonctionnement des oscillateurs et des résonateurs piézoélectriques ou connaître leurs applications, l'ouvrage propose une approche pédagogique originale, mettant essentiellement en avant les aspects physiques. Cette approche très démonstrative y est aussi rendue rigoureuse par un usage de l'outil mathématique à la fois judicieux et économe.

Partant des structures les plus simples, il en développe les conditions d'oscillation, la stabilité, la non-linéarité, le démarrage, le bruit de fond. Il analyse ensuite la piézoélectricité. Puis il progresse en présentant deux oscillateurs classiques (Pierce et Colpitts) et il termine avec le microscope de force atomique.

Dans chaque chapitre sont présentés les aspects théoriques, puis des expériences clefs en main et une série d'exercices.

Au sommaire

- *Généralités sur les oscillateurs*
 - *Rappels sur les circuits R-L-C*
 - *Etude d'un oscillateur modèle*
 - *Expériences*
 - *Exercices*
- *Piézoélectricité et résonateurs piézoélectriques*
 - *Piézoélectricité statique*
 - *Impédance d'un résonateur piézoélectrique*
 - *Caractéristiques des résonateurs piézoélectriques*
 - *Expériences*
 - *Exercices*
 - *Annexe II. 1*
 - *Annexe II. 2*
 - *Annexe II. 3*
- *Oscillateurs Pierce et Colpitts*
 - *Oscillateur Pierce*
 - *Oscillateur Colpitts*
 - *Exercices*
- *Oscillateurs à fréquence variable*
 - *Modulation de fréquence*
 - *Synthèse de fréquence par boucle à verrouillage de phase*
 - *Expériences*
 - *Exercices*
- *Microscope à force atomique*
 - *Un peu d'histoire : la microscopie à effet tunnel*
 - *Microscopie à force atomique*



L'ouvrage (niveau B)

Pour tous les étudiants en EEA (IUT, BTS, licence) et pour tous ceux qui veulent comprendre le fonctionnement des oscillateurs et des résonateurs piézoélectriques ou connaître leurs applications, l'ouvrage propose une approche pédagogique originale, mettant essentiellement en avant les aspects physiques. Cette approche très démonstrative y est aussi rendue rigoureuse par un usage de l'outil mathématique à la fois judicieux et économe.

Partant des structures les plus simples, il en développe les conditions d'oscillation, la stabilité, la non-linéarité, le démarrage, le bruit de fond... Il analyse ensuite la piézoélectricité. Puis il progresse en présentant deux oscillateurs classiques (Pierce et Colpitts) et il termine avec le microscope de force atomique.

Dans chaque chapitre sont présentés les aspects théoriques, puis des expériences clefs en main et une série d'exercices.

L'auteur

Gérard Couturier est Professeur des universités à l'IUT A de l'université Bordeaux I, et chercheur au CPMOH (Centre de Physique Moléculaire Optique et Hertzienne) dans le groupe de nanophysique par sonde locale de force.

Illustration de couverture : Dessin de Léonard de Vinci.

GeSI
Association des départements GEII

Informations Communauté Ressources pédagogiques

Liens | Contact | Outils | Informations légales | FAQ

Bienvenue ! sur le site web de l'association des départements Génie Electrique et Informatique Industrielle des IUT en France.

Actualités
Colloque GEII 2003
Le colloque des IUT GEII se déroulera à l'IUT de Villeurbanne, pour plus d'informations sur le programme et les commissions cliquez ici !

Au cours de cette année 2004-2005, le bureau de l'Assemblée des Chefs de Départements s'est donné un objectif : améliorer la communication sur la formation GEII. Ce nouveau site en est un des premiers résultats !

in BuJe

GeSI
Association des départements GEII

Informations Communauté Ressources pédagogiques

Colloques | Revue du GeSi | Manifestations | Groupes de travail

Communauté

Cette rubrique est destinée à aider le travail collaboratif qui anime l'ensemble des départements GEII. Dans ce travail, vous aurez accès à des informations sur le colloque pédagogique organisé chaque année, sur la revue "GeSi", sur des manifestations auxquelles les départements participent. Des groupes de travail sont accessibles aux personnes identifiées.

- **Colloques**
Informations sur le colloque de cette année et archives des commissions précédentes.
- **Le GeSi, revue des départements Génie Electrique et Informatique Industrielle**
En ligne : la présentation des articles publiés dans les derniers numéros du GeSi ainsi qu'une retrospective des articles déjà parus.
- **Manifestations**
Les départements GEII répartis sur l'ensemble du territoire national (sans oublier Guyane, en Guayane !) organisent des manifestations d'ampleur nationale, dont vous trouverez ci-dessous une description succincte.
- **Groupes de travail (accès réservé)**
Le travail collaboratif est une réalité entre les collègues des départements GEII ! Différents groupes de travail existent : certains sont permanents comme l'Assemblée des Chefs de Département (ACD), d'autres plus ponctuels, par exemple ceux mis en place pour préparer une commission lors d'un colloque. Des groupes de travail thématiques (par exemple : formation à la prévention des Risques Electriques, Culture et Communication en GEII, Réseaux Locaux Industriels) poursuivent un travail collectif amorce lors d'un colloque.

in BuJe

GeSI
Association des départements GEII

Informations Communauté Ressources pédagogiques

Métiers, débouchés | Contenu de la formation | Modalités d'accès | Carte de France des IUT GEII

Informations

- **Métiers, débouchés**
A quels métiers prépare la formation GEII ? Dans quels secteurs travaillent les titulaires d'un DUT GEII ?
- **Contenu de la formation**
Quels sont les unités d'enseignement proposées en GEII ? Quel est le contenu de cette formation GEII ?
- **Modalités d'accès**
Comment préparer le DUT GEII quand on est bachelier ? Comment préparer le DUT GEII quand on a choisi une autre voie ?
- **Carte de France des IUT GEII**
Quel est le département GEII le plus proche de chez vous ?

in BuJe

GeSI
Association des départements GEII

Informations Communauté Ressources pédagogiques

Ressources brutes | Forum technique | Annuaire de compétences

Ressources pédagogiques

Cette rubrique donne accès à des ressources pour la formation que des acteurs intervenant en GEII ont souhaité mettre à disposition du plus vaste public. D'autres ressources sont accessibles aux personnes référencées.

- **Ressources brutes**
Cours et travaux pratiques mis à disposition par les enseignants et les permanents.
- **Forum technique**
Discussions sur des problèmes techniques ou des projets par exemple...
- **Annuaire de compétences**
Trouvez des membres de la communauté par leurs compétences ou par d'autres critères.

in BuJe