

N° 48
Mai 97

- APRÈS LE COLLOQUE DE ROUEN :
 - La compatibilité électromagnétique : les perspectives
 - Les conclusions de la Commission ECTS
 - Aperçus de l'électronique nouvelle

LE COLLOQUE PÉDAGOGIQUE NATIONAL :

Brive-la-Gaillarde, 12 et 13 juin 1997

- Les pédagogies nouvelles : apprentissage et alternance, l'organisation modulaire du DUT, bases et méthodes de l'électronique.
- Culture et communication : l'approche professionnelle.

E D I T O

Le colloque pédagogique des départements GEii, rendez-vous annuel des collègues toujours plus nombreux, s'installe à Brive les 12 et 13 Juin prochains. Il marquera le 10ème anniversaire de notre département qui fut créé à la rentrée 86 sur un site délocalisé. Depuis lors le Brive a accueilli un département GEA et compte près de 300 étudiants. C'est donc un « petit » site universitaire qui accueillera le colloque cette année. Nous espérons être à la hauteur des « grands » prédécesseurs et nous nous activons pour que l'accueil du « riant portail du midi » comble les participants.

Vous aurez l'occasion de découvrir une ville située aux confins du Périgord, du Quercy et du Limousin,

toutes régions réputées pour leur douceur de vivre et dont on retrouve l'influence à Brive. Nous espérons vous en faire profiter non seulement lors des journées du colloque mais aussi à l'occasion de la journée touristique en Dordogne au « pays de l'homme ».

Alors que les échos de réforme de la voie technologique se font persistants, nous nous interrogerons sur plusieurs aspects de notre enseignement de nos pratiques pédagogiques et de notre ouverture au monde de l'entreprise. C'est ainsi que quatre commissions travailleront sur l'apprentissage, l'organisation semestrielle de notre cursus, le contenu du programme d'électronique et les objectifs de

l'enseignement de culture et communication. L'exposé de nouvelles idées sera à n'en pas douter un facteur déterminant du dynamisme des départements GEii qui ne s'est jamais démenti par le passé. Nous vous espérons nombreux à ces commissions ainsi qu'à l'exposition de matériel que nous organisons.

En souhaitant que le colloque 97 soit aussi réussi que la Coupe d'Europe de Rugby nous vous attendons nombreux à Brive la Gaillarde

Achabatz d'entrer*

Raymond Quéré
et toute l'équipe pédagogique GEii

* Finissez d'entrer

GeSi

GÉNIE ÉLECTRIQUE
SERVICE INFORMATION

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

Directeur de la publication :
M. Gauch

Responsable
du comité de rédaction :
G. Gramacia

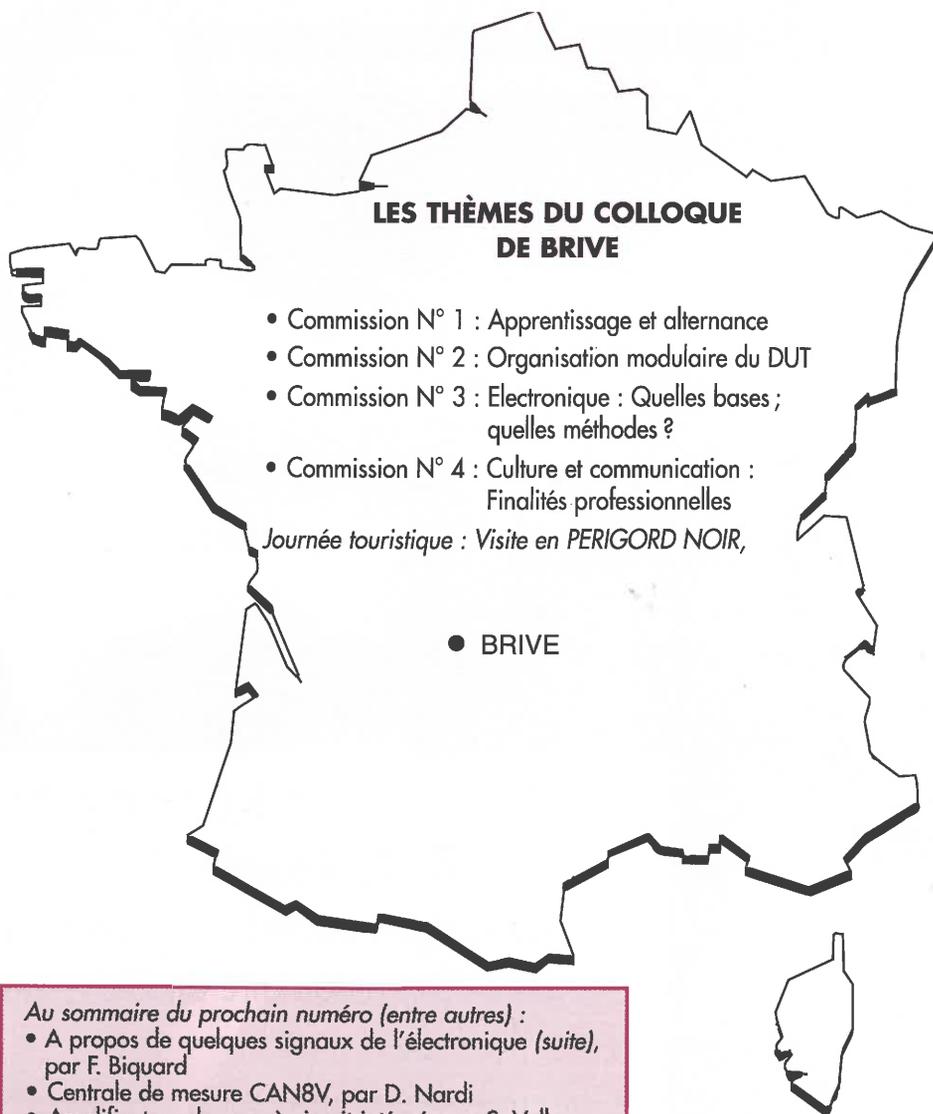
Comptabilité :
G. Couturier

Membres du Comité de Rédaction :
Mme Quetin, MM Berthon, Bliot,
Couturier, Darces, Duez, Lemerrier,
Martin, Michoulier, Pardies, Quéré,
Robert, Savary, Vergnolle

Comité de rédaction :
Département de Génie Electrique
IUT "A"
33405 Talence Cedex
Téléphone : 05 56 84 57 58
Télécopie : 05 56 84 57 83

E-mail: Gesi@elec.iuta.u_bordeaux.fr

Imprimerie :
Laplante- 33700 Mérignac
Téléphone : 05 56 97 15 05
Télécopie : 05 56 97 80 18
Dépôt légal : mai 1997
ISSN : 1156-0681



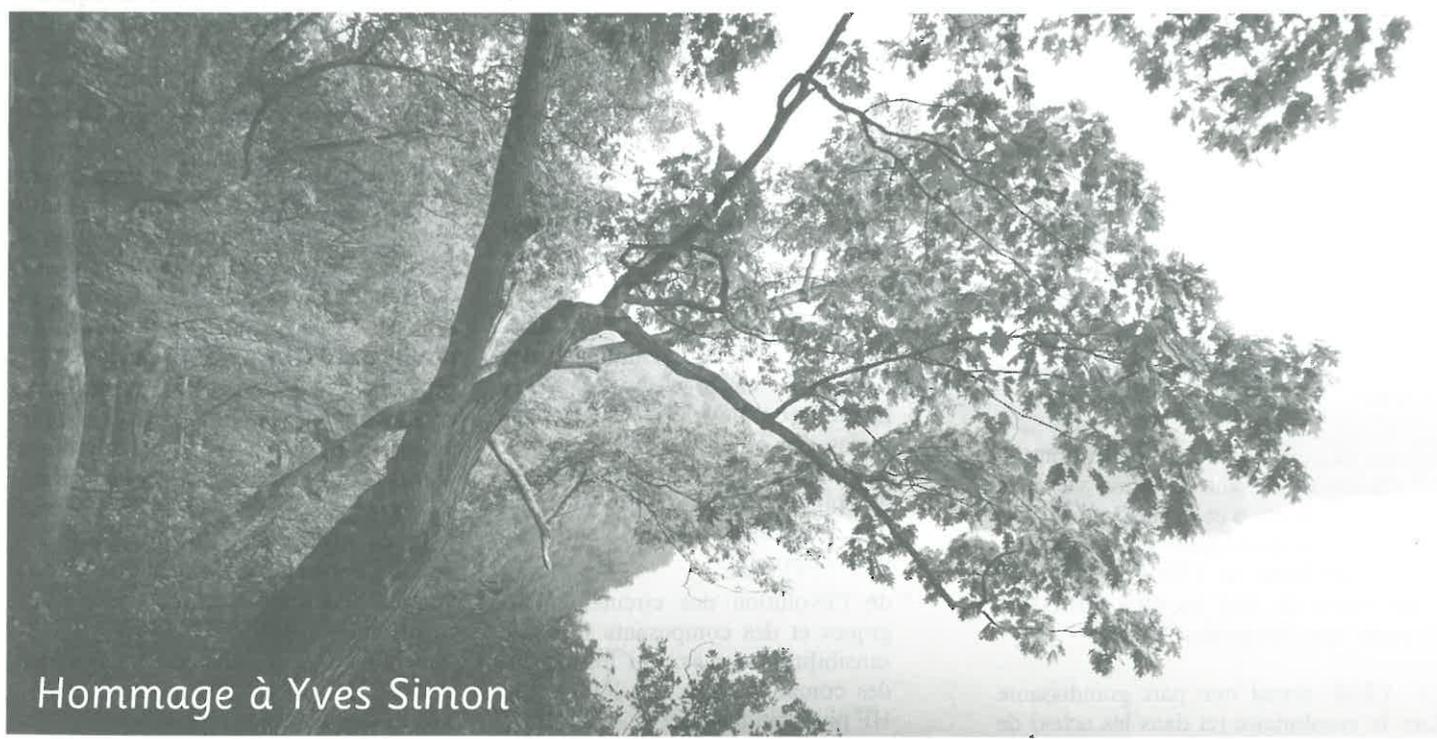
Au sommaire du prochain numéro (entre autres) :

- A propos de quelques signaux de l'électronique (suite), par F. Biquard
- Centrale de mesure CAN8V, par D. Nardi
- Amplificateur de sons à circuit intégré, par S. Valkov

S
O
M
M
A
I
R
E

AUTOUR DU COLLOQUE DE ROUEN

| | |
|--|----|
| L'IUT et la CEM | 4 |
| Compatibilité Electromagnétique : Devons-nous changer nos habitudes ? Comment s'équiper efficacement ? | 7 |
| Compte rendu du travail de la Commission ECTS (Système de Transfert de Crédits Européens) | 12 |
| A propos de quelques signaux de l'électronique... | 13 |
| Insertion professionnelle et poursuite d'études des DUT Génie Electrique et Informatique industrielle, option Electronique : l'exemple de Cachan (1996) | 21 |
| Culture générale et approche du patrimoine régional | 29 |
| Une pédagogie nouvelle : les microcontrôleurs ST62xx SGS Thomson | 33 |
| Excel et évaluation critériée | 35 |
| Analyse d'une Expérience Pédagogique en Traitement d'Images | 38 |
| La simulation de partie opérative, une nouvelle approche originale pour la formation aux systèmes automatisés | 43 |
| Le meilleur des mondes | 47 |
| GEII à Tarbes, ou les premiers pas d'un des « petits-derniers » | 50 |
| De la part d'un ex | 51 |



Hommage à Yves Simon

AUTOUR DU COLLOQUE DE ROUEN

L'IUT et la CEM

par J. CHILO et J.L. SCHANEN, IUT1 Saint-Martin d'Hères

I - INTRODUCTION

Tout système électrique ou électronique est à l'origine, au cours de son fonctionnement normal, de variations de courant et de tension. Ces variations se transmettent avec plus ou moins de facilité à l'environnement. D'autres systèmes électroniques peuvent être perturbés par ces variations.

Sous l'aspect strictement formel, un produit est dit "**Compatible d'un point de vue ElectroMagnétique**" s'il satisfait à la double contrainte :

- * tout système électrique est "**créateur**" d'émissions de signaux électromagnétiques; cependant il ne doit pas 'trop' polluer l'environnement.
- * tout système électrique est "**sensible**" aux émissions de signaux électromagnétiques; cependant il ne pas être "trop" sensible (suceptible) à la pollution électromagnétique.

La Compatibilité ElectroMagnétique (CEM) pourrait se définir comme l'écologie électromagnétique des temps modernes tant il est vrai qu'on parle de plus en plus de pollution électromagnétique (par conduction ou par rayonnement).

C'est le législateur qui fixe les seuils de pollution et de perturbation, à l'aide de normes génériques et spécifiques. Evidemment, il existe des normes différentes suivant que les applications sont industrielles, grand public, spatiales,... ainsi que suivant le pays qui doit utiliser le système.

A cause de l'explosion des applications de l'électronique, de son évolution vers des vitesses importantes et sa pénétration dans le domaine du grand public, il est évident que le problème de CEM va se poser d'une façon de plus en plus difficile à résoudre dans les années à venir.

La CEM, prend une part grandissante dans le vocabulaire (et dans les actes) de

nos industriels, de nos chercheurs... et de nos enseignants (?)... Les domaines d'application de la CEM sont très vastes et très variés; il est donc indispensable de poser le problème des besoins en formation :

- * quels thèmes enseigner,
- * à quel niveau enseigner,
- * comment l'enseigner.

II - LES BESOINS DE FORMATION

Les besoins actuels en enseignement et en formation sont principalement liés à trois facteurs :

- * l'évolution de la technologie et de la conception en électronique,
- * les problèmes liés aux interférences électromagnétiques (IEM),
- * la directive européenne (marquage CE) et les normes CEM.

Evolution de l'électronique :

La CEM doit faire partie des connaissances de base communes et nécessaires à tout électronicien. Les principaux raisons de cette nécessité résultent :

- * du large spectre des signaux analogiques utilisés dans les différentes applications électroniques, les équipements de contrôle et de régulation ainsi que les appareils de communication hautes-fréquences (HF) par voie aérienne et par réseaux.
- * de l'évolution vers les circuits digitaux haute vitesse, entraînant des signaux à très large spectre. De la même façon, l'évolution des technologies des circuits intégrés vers le submicronique est importante tant du point de vue du spectre du signal que du point de vue des marges de bruit disponible.
- * de l'évolution des circuits analogiques et des composants vers des sensibilités accrues, qui impliquent des comportements non-linéaires et HF plus critiques.

* des effets de comportement HF des composants passifs, qui entraînent des effets parasites non fonctionnels dégradant les performances dynamiques globales d'un système.

* de la densité des composants sur les circuits imprimés (CI) et la densité des broches sur les boîtiers de circuits VLSI, entraînant des problèmes d'intégrité de signal sur le CI qui se posent d'une façon de plus en plus critique; ces problèmes engendrent également des rayonnements parasites qu'il est de plus en plus difficile de maîtriser.

* des problèmes de bruit sur les distributions d'alimentations et de masse (impédance de mode commun); ces effets sont à l'origine de l'évolution obligatoire du CI vers le multicouche (4 couches et au-delà) pour des dispositifs rapides.

* de l'interconnectibilité de différents systèmes électroniques pour le contrôle de la production, les mesures automatiques, les systèmes de communication et les réseaux locaux,... qui nécessite un équilibre entre les données et le support de transmission.

Problèmes spécifiques de CEM :

A cause de l'évolution du spectre de plus en plus large des signaux électriques utilisés, de l'évolution de la technologie de l'électronique et des composants passifs ou actifs, l'environnement électromagnétique (EM) change d'année en année. Il en résulte que le bruit d'environnement EM provoqué par l'homme est naturellement croissant (pour mémoire, le bruit EM provoqué par la nature est relativement constant). Ces effets entraînent une marge de bruit plus réduite dans les systèmes pour un niveau global d'immunité donnée. Cela entraîne également que les nouveaux circuits électroniques, les équipements et les appareils électriques, doivent être conçus en tenant compte des nouvelles contraintes CEM qui sont rencontrées dans le domaine pratique.

La directive européenne.

La directive européenne EEC/336/89 définit les règles pour les niveaux d'émission et d'immunité pour la CEM. Plusieurs normes harmonisées sont déjà disponibles, sont en cours d'élaboration ou sont sur le point de l'être.

Résultant de l'aspect légal de cette directive et du sigle CE (Conformité Européenne) qui doit être apposé sur chaque appareil vendu en Europe, la CEM doit être prise en compte durant la phase de conception et la phase de développement d'un nouveau produit, d'un système ou d'un équipement. Cela signifie que la CEM devient une contrainte de base durant la conception d'un système, de la même façon que la sécurité et le coût.

III - LES NIVEAUX DE FORMATION AUX 1^{ER} ET 2^E CYCLES

Sur le plan national, les différents niveaux d'enseignement et de formation sont généralement très disparates; cependant, les formations proposées peuvent principalement être divisées en 5 niveaux.

- * **niveau Bac+2**. Le but est d'introduire le CEM pour des étudiants suivant une spécialité en Electronique. Actuellement, une moyenne de 4H d'enseignement (CM+TD+TP) semble être le maximum pratiqué au niveau IUT.
- * **niveau Bac+3**. Le but est de sensibiliser à la CEM les étudiants suivant une spécialité dans des disciplines connexes à l'électronique, telles que Automatique, Réseaux locaux... Actuellement, une moyenne de 4H d'enseignement (CM+TD+TP) semble être le maximum pratiqué au niveau IUP, ainsi que dans certaines Licences (IE ou EEA par exemple).
- * **niveau Bac+4**. Le but est de former des étudiants inscrits en maîtrise à forte connotation électronique (au sens large) en des spécialistes dans un des domaines de la CEM. Actuellement, une moyenne de 8H d'enseignement (CM+TD+TP) semble être le maximum pratiqué au niveau Maîtrise EEA.

* **formation continue**. Orienté vers le monde industriel, suivant le public visé, ce niveau peut être similaire à un des trois précédents.

* **formation spécifique**. La CEM touche des domaines très divers en relation directe (implanteurs de cartes, ensemblier,...) ou indirecte (automobile, architecture,...) avec l'électronique. Des cours à la demande sont possibles. Ils sont définis après concertation avec l'organisme de formation et le demandeur industriel. En plus des problèmes qui concernent la conception de cartes, de systèmes ou de réseaux, les aspects normatifs, de qualifications et de mesures font souvent l'objet de besoins spécifiques. Cette formation particulière est souvent assurée par des organismes privés spécialisé dans le domaine.

De l'avis des spécialistes du monde industriel, le volume horaire des enseignements 1er et 2e cycles, paraît insuffisant (il faudrait le doubler) et surtout il est trop académique (théorique) et pas assez pragmatique (expérimental).

IV - LES PRINCIPAUX THÈMES

Sans entrer dans le détail des contenus pour les niveaux DUT, IUP, Licence et Maîtrise, il apparaît que des cours spécifiques (aspect normatifs : 1H à 3H) et des cours CEM intégrés (en magnétisme, en électricité, en électronique analogique, numérique, de puissance...) représentant un volume de 10 à 30 H d'enseignement devraient être suffisants. Les thèmes suivants devraient être abordés :

- * définition et exemples de problèmes en CEM,
- * la directive européenne et les normes,
- * signaux et spectres,
- * mode commun, mode différentiel,
- * lignes de transmission et interférences,
- * blindage,
- * couplage par champ rayonné,
- * les effets électrostatiques et protection,
- * les techniques de mesure,
- * le CI et la conception de systèmes sous contraintes CEM,
- * la simulation CEM et les techniques numériques.

Pour qu'ils soient efficaces, d'une façon générale, cet enseignement devrait répondre aux critères suivants :

- * les cours doivent débiter par les fondements de l'électromagnétisme, en insistant sur les phénomènes physique et électrique de base, appliqués à la CEM,
- * les cours doivent inclure des travaux dirigés et des travaux pratiques illustrant les fondements théoriques; des exemples pratiques de mauvaise conception CEM seront également étudiés,
- * les cours doivent contenir des "guides de conception", incluant des règles de conception, des recommandations et avertissements ainsi que des exemples de solutions pour des applications concrètes.

V - BILAN DU COLLOQUE DE ROUEN

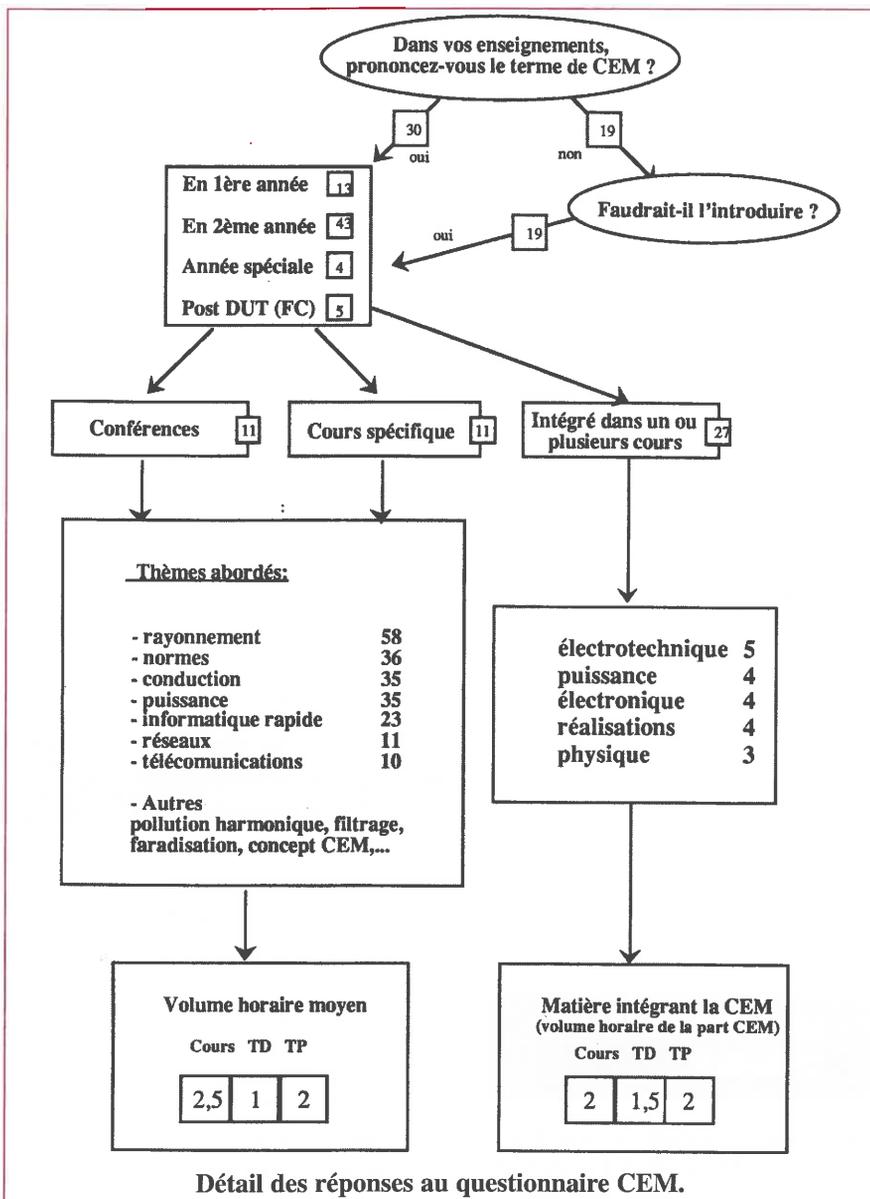
Il devenait donc temps de se préoccuper de ce qui se faisait réellement dans les 53 départements de GE&II et de ce qui pourrait (devrait ?) se faire en termes d'enseignement de la CEM. Et où mieux qu'au Colloque Pédagogique pour poser le problème? Dans ce but, nous avons envoyé en Mai un questionnaire à tous les IUT de France. Ceci avait un double objectif :

- * faire l'état des lieux de l'enseignement effectif de la CEM,
- * recenser les souhaits et les interrogations de chacun.

Le taux massif de réponses (49/52) montre que ce problème préoccupe beaucoup d'enseignants. Ceux-ci sont unanimes pour introduire la CEM dans les enseignements, mais s'interrogent :

- * que supprimer pour dégager les heures nécessaires ?
- * quels aspects aborder en priorité ?

Le bilan du questionnaire apporte déjà quelques réponses. Selon les options, les centres d'intérêt varient, mais arrivent quand même en tête les problèmes de rayonnement, de normes et de conduction. Quant à la manière d'intégrer la CEM, il semble qu'elle doive s'insérer dans les enseignements existants (électronique, électrotechnique, électronique de puissance, physique, travaux de réalisation ...).



Le Colloque de Rouen n'a pas démenti les résultats de ce questionnaire :

- * forte participation des enseignants aux exposés,
- * beaucoup d'intervenants universitaires précisant les thèmes abordés,
- * exposés pertinents de spécialistes industriels (AEMC, Cegelec, HP Mesure, Jeumont Schneider).

Rappeler la totalité des interventions n'est pas l'objet de cet article (nous renvoyons le lecteur aux actes CEM du Colloque, à vous procurer chez tous les bons chefs de département), mais la qualité des exposés fut unanimement reconnue.

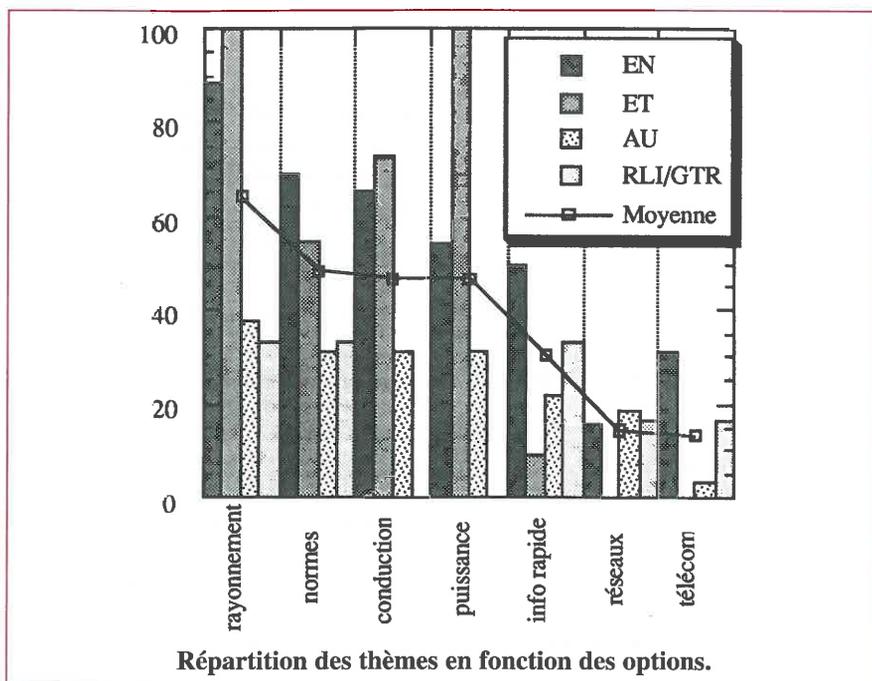
Les principales conclusions que la commission CEM du Colloque a tiré sont :

- * le thème CEM est d'actualité et il convient de s'en préoccuper,
- * la CEM est une science pluridisciplinaire,
- * il faut dépasser la simple sensibilisation des étudiants,
- * la CEM doit être de préférence intégrée dans les cours existants,
- * ne pas négliger l'aspect pratique (en TP ou en TR),
- * l'aspect normatif est important (conférences de spécialistes),
- * il apparaît un besoin certain de formation de la part des enseignants.

Sur ce dernier point, une école d'été visant à former des enseignants en CEM paraît être la solution la plus attractive et certainement la plus efficace. Dans un premier temps un « club d'enseignants en CEM » a été créé. Il a pour objectif d'échanger les documents de Cours, TD ou TP, de manière à créer une bibliothèque de données "enseignement CEM".

Pour cette année universitaire, ces documents seront centralisés à l'IUT de Grenoble. Nous avons déjà reçus des documents de la part de nos collègues et une réunion technique du club est prévue en Novembre 1996 à Paris. Nous ne manquerons pas de vous donner des informations concernant sur le travail réalisé par ce Club ainsi que l'état d'avancement des réflexions sur l'école d'été dont nous avons parlé.

Contact : J. Chilo & J.L. Schanen
IUT1, BP56,
38402 St-Martin d'Hères Cedex.



AUTOUR DU COLLOQUE DE ROUEN

Compatibilité ElectroMagnétique Devons-nous changer nos habitudes ? Comment s'équiper efficacement ?

par Jacques CUVILLIER - IUT de Nantes

1. INTRODUCTION

La limitation des perturbations dans ces équipements pédagogiques a un double objectif :

- répondre aux exigences de la protection de l'environnement électromagnétique en organisant les montages de manière à réduire efficacement les perturbations émises ;
- répondre aux exigences pédagogiques qui imposent à l'heure actuelle de susciter une véritable culture technologique de la protection de l'environnement électromagnétique, en cultivant de manière systématique les attitudes et les réflexes utiles dans ce but.

Ces exigences, qui se doublent des impératifs pécuniaires interdisant de consacrer au poste expérimental un matériel trop spécialisé, trop important ou trop onéreux, nous amènent à rechercher des solutions adéquates bien adaptées au contexte de l'enseignement.

La constitution des montages destinés en particulier à l'expérimentation des convertisseurs de l'électronique de puissance peut faire usage de différents équipements :

- des montages conçus spécifiquement à des fins pédagogiques, pour l'illustration de principes fondamentaux. Dans ce cas, force est de constater que jusqu'à présent, les aspects pratiques et les impératifs de simplicité ont pris le pas sur toute autre considération, et que la CEM n'était pas une préoccupation.
- du matériel industriel aux caractéristiques éprouvées. Dans ces conditions, la conformité des appareils utilisés vis-à-vis des normes de CEM garantit en principe un niveau acceptable de perturbations émises, aussi bien que de sensibilité aux perturbations externes. Toutefois, l'accès aux différents signaux du montage à des fins d'observation nécessite des aménagements de la filerie susceptibles de compromettre ces caractéristiques.
- du matériel pédagogique dont la mise au point poussée - en vue de sa commercialisation - permet d'atteindre les objectifs pédagogiques dans les moindres délais. Ce matériel est en général assorti de documents pédagogiques de bonne qualité, ce qui allège d'autant les travaux de préparation.

Passons en revue ces trois façons de procéder, en faisant ressortir les aspects qui concernent la CEM.

2. LES EQUIPEMENTS PEDAGOGIQUES TRADITIONNELS

La conception des montages destinés aux travaux pratiques a, semble-t-il, été surtout guidée jusqu'ici par le souci de faciliter l'interconnexion des divers éléments et de rendre le plan de câblage aussi « lisible » que possible.

Dans la majorité des cas, on souhaite se réserver la possibilité de consacrer le matériel disponible à des utilisations les plus diverses. Ceci conduit à le présenter sous forme de modules indépendants, dont les supports matériels d'encombrement généreux facilitent un positionnement stable sur les tables de manipulation.

L'interconnexion de ces éléments s'est fait traditionnellement par des cordons standards équipés de fiches de 4 mm. eux aussi de dimensions généreuses, ce qui donne un moyen rustique - mais bien pratique - pour parvenir rapidement à matérialiser un schéma.

Dans ce contexte, peu importe en général le tracé que suivent ces cordons, et bien rares sont les documents destinés aux étudiants qui mentionnent les dispositions à adopter en matière de stratégie de câblage.

3. PERTURBATIONS EMISES PAR LES EQUIPEMENTS CLASSIQUES DE TRAVAUX PRATIQUES

On conçoit qu'un tel dispositif donne l'occasion de réaliser des sources de perturbations parmi les modèles du genre.

Considérons la *figure 1a*, donnant le schéma de principe d'un montage expérimental, un hacheur, qui permet d'étudier l'effet d'un découpage sur les tensions observées aux points A et B. A l'aide de cet exemple, on peut montrer l'importance que vont avoir les choix concernant la disposition des éléments dans le schéma, puis celle de la position physique de ces éléments sur la table de manipulation.

3.1 DISPOSITION DES ELEMENTS DANS LE SCHEMA DE PRINCIPE

Par rapport à un point de référence « à la terre », c'est bien souvent le cas du OV de l'alimentation, on cherchera à réduire autant que possible les portions de circuit qui, présentant des dv/dt importants, sont les plus à même de rayonner. Dans le cas de notre schéma, il s'agit manifestement du signal de découpage présent au point A.

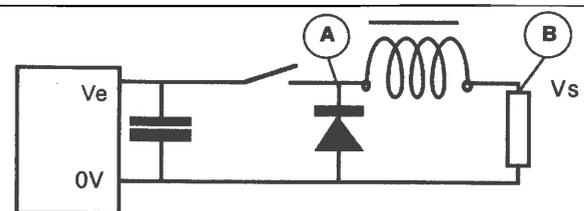


Fig Figure 1a

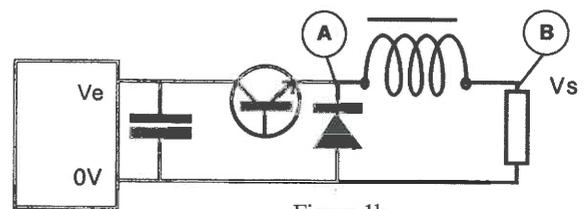


Fig Figure 1b

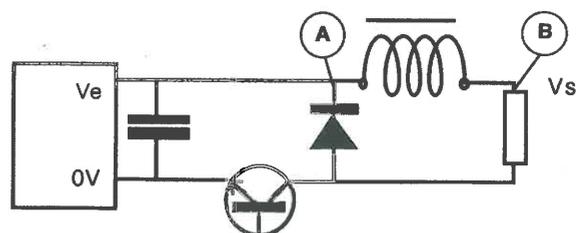
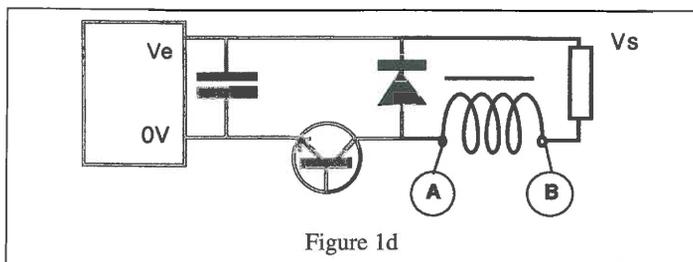


Figure 1c

Si on utilise un transistor NPN comme commutateur, on arrive au schéma de la *figure 1b* qu'il ne serait pas du tout judicieux d'adopter tel quel. En effet, on trouverait le signal de découpage entre la filerie de l'alimentation et celle du générateur fournissant les signaux de commande entre base et émetteur du transistor. Avec un matériel classique, et le OV de l'alimentation à la terre, on serait alors dans un cas de rayonnement maximum.

On décide donc de placer l'émetteur du transistor au OV, comme indiqué *figure 1c*. Nouveau problème : c'est maintenant toute la filerie de la charge qui est porteuse du signal de découpage.



Pour éviter ceci, il faut finalement adopter la disposition de la *figure 1d* où le signal de découpage n'est plus présent que sur la portion réduite attachée au point A.

3.2 DISPOSITION PHYSIQUE DES ELEMENTS SUR LA TABLE DE MANIPULATION

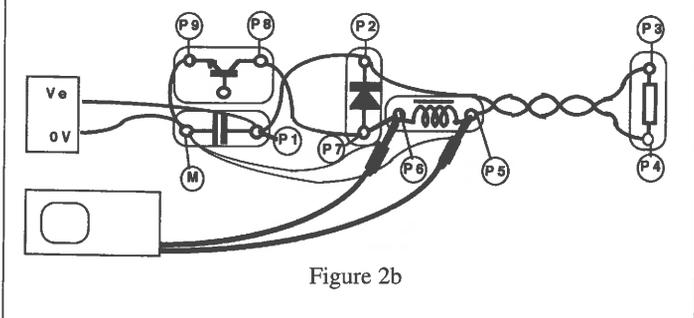
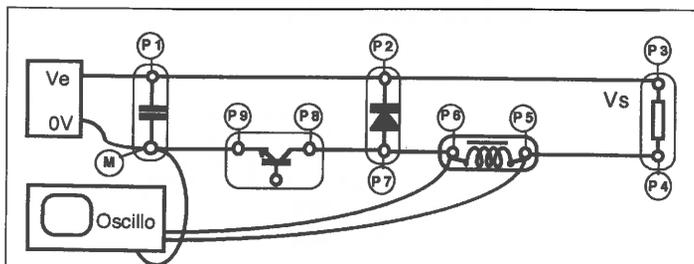
Comparons les *figures 2a et 2b* qui illustrent deux manières différentes de réaliser ce montage.

3.2.1 OBSERVATIONS PRELIMINAIRES

La disposition illustrée *figure 2a* semble plutôt sympathique. Elle présente en effet les avantages suivants :

- disposition claire rappelant celle du schéma de principe ;
- peu de croisements de fils, ce qui facilite la vérification du câblage ;
- avec le condensateur proche ou même à l'intérieur de l'alimentation, dont la masse est directement reliée à celle de l'oscilloscope, la table de manipulation n'est pas encombrée.

Mis à part ces avantages souvent appréciés dans les lieux d'enseignement, cette disposition n'a pourtant que des défauts en matière d'émission de perturbations.



3.2.2 PERTURBATIONS RAYONNEES PAR CHAMP E

Grâce aux aménagements du schéma, il est vrai que la partie la plus à même de rayonner se limite maintenant au segment P6-P8 qui n'est pas très long dans le cas de ce montage. Par contre, le cordon relié à l'oscilloscope, et qui achemine le signal de découpage, se révèle être une splendide antenne. Il faut donc utiliser une sonde blindée, non pas pour éviter les altérations du signal observé - ce qui ne semble pas nécessaire compte tenu du calibre de ce signal - mais pour éviter d'émettre des perturbations par rayonnement E.

3.2.3 PERTURBATIONS RAYONNEES PAR CHAMP H

Le circuit de puissance, tel qu'il est représenté *figure 2a*, fait apparaître trois boucles :

- la boucle M-P1-M passant par l'alimentation ;
- la boucle M-P1-P2-P7-P8-P9-M ;
- la boucle P7-P2-P3-P4-P5-P6-P7 passant par la charge.

Si l'alimentation est bien stabilisée et filtrée, le courant dans le condensateur dû à l'alimentation est faible, la première boucle rayonne donc peu.

Si la bobine effectue correctement son rôle de lissage du courant, on peut dire a priori que la troisième boucle rayonne assez peu. Mais gare aux capacités parasites sur cette bobine et à la réactance série de la charge ! elles introduisent dans cette boucle, des courants sinusoïdaux de fréquence élevée dont l'amplitude sera régénérée à chaque changement d'état. Cette boucle est donc en réalité susceptible d'émettre.

Enfin, la boucle la plus critique est certainement la seconde. Elle est le siège des courants variables aux dérivées les plus élevées.

Plusieurs solutions permettent de limiter le rayonnement de ces boucles :

- confinement du montage dans une enceinte blindée (cf infra) solution sans doute peu attrayante pour peu que l'on soit attaché au principe du «montage sur table» ;
- utilisation d'une table de manipulation blindée, de sorte que les courants induits dans ce blindage s'opposent au rayonnement. La table est alors revêtue d'une feuille métallique recouverte d'un isolant. On utilise pour cela une feuille d'aluminium recouverte d'un stratifié, ou une plaque d'époxy cuivrée (genre support de circuit imprimé). Il faut reconnaître que cet équipement capable de réduire sensiblement l'émission de champ H d'un câblage «à plat» - et dans une certaine mesure, de champ E - est assez rare ;
- positionnement judicieux des éléments sur le plan de travail. Cette solution, qui a le mérite d'apporter un plus sur le plan pédagogique, est évidemment celle qui demande le moins d'investissement. L'exemple en est donné *figure 2b*. L'agencement du câblage suit une structure «torsade».

La boucle M-P1-P2-P7-P8-P9-M est disposée en «8», ce qui provoque des champs en opposition qui se compensent à une certaine distance du montage.

De même la boucle P7-P2-P3-P4-P5-P6-P7 suit une structure torsadée, avec effectivement l'usage d'une paire torsadée pour peu que la charge se situe à une certaine distance des autres éléments.

Les signaux à observer sont prélevés en P5 et P6 à l'aide de sondes blindées dont les liens de masse sont connectés en M au point d'étoilage des masses.

Bien entendu, rien n'empêche de faire usage conjointement de plusieurs de ces moyens.

3.3 INTERET DE CETTE PREMIERE APPROCHE

On aboutit ainsi à une pratique qui, sans prétendre résoudre parfaitement les problèmes, permet en tout cas une amélioration considérable des conditions courantes vis à vis des perturbations. Sur le plan pédagogique son intérêt est de rendre indissociable la démarche de mise en œuvre d'une application de celle de la protection de l'environnement électrique.

4 UTILISATION PEDAGOGIQUE DE MATERIELS INDUSTRIELS

Sans doute serait-on logique vis-à-vis de la démarche CEM en utilisant directement à des fins pédagogiques, du matériel industriel éprouvé en matière de Compatibilité Electromagnétique.

4.1 LES AMENAGEMENTS DES APPAREILS ET LA CEM

Le problème qui se pose est que ce matériel est rarement exploitable directement, et que sa mise en conformité avec les exigences pédagogiques le met hors de sa conformité au niveau CEM :

- soit parce que le matériel va fonctionner capot ouvert alors que ses conditions normales de fonctionnement imposent que celui-ci soit fermé ;
- soit parce que le prélèvement des signaux nécessaires aux observations vont modifier complètement l'intégrité de l'appareil vis-à-vis de la CEM. C'est particulièrement le cas en électronique de puissance, lorsque les signaux «sortis» ont des tensions élevées et de forts dv/dt.

Il convient alors d'interfacer les signaux au coeur même de l'appareil, et ne sortir que des signaux non «polluants» et sans danger en termes de sécurité des personnes: signaux de faible amplitude en mode commun, signaux isolés galvaniquement et en mode flottant, signaux transmis en mode différentiel etc...Il reste qu'après ces transformations, la compatibilité électromagnétique du système modifié est logiquement à réexaminer.

4.2 AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE CETTE DEUXIEME APPROCHE

L'emploi de matériel industriel est sans aucun doute intéressant :

- sur le plan pédagogique: il permet à l'étudiant d'approcher des équipements représentatifs du domaine professionnel ;
- sur le plan économique, où le fait d'utiliser un matériel de série peut parfois être avantageux ;
- sur le plan organisationnel, car temps de développement d'un poste de manipulation peut également être raccourci en utilisant des modules en ordre de marche aux caractéristiques bien définies.

Par contre, de tels équipements ont bien souvent un degré de sophistication qui masque le principe de base, de sorte que l'illustration de principes techniques n'est pas toujours évident. En d'autres termes, la constitution réelle d'équipements industriels n'est pas toujours compatible avec les objectifs pédagogiques.

Par surcroît, les règles de sécurité qui s'appliquent aux lieux de formation imposent des gammes de puissance et de tension qui ne sont pas forcément compatibles avec celles que l'on a dans les équipements industriels courants. Bien peu fonctionnent en effet dans les standards 24 ou 48 volts.

On en vient donc à la conclusion que le respect à la fois des objectifs pédagogiques, et des règles de sécurité, la volonté de s'approcher autant que possible des équipements d'usage professionnel bénéficiant d'une mise au point poussée et présentant des caractéristiques bien définies, la recherche d'efficacité dans le développement du poste de manipulation, et le souci de compatibilité électromagnétique nous orientent naturellement vers le choix d'un matériel industrialisé, spécifiquement conçu pour les usages pédagogiques.

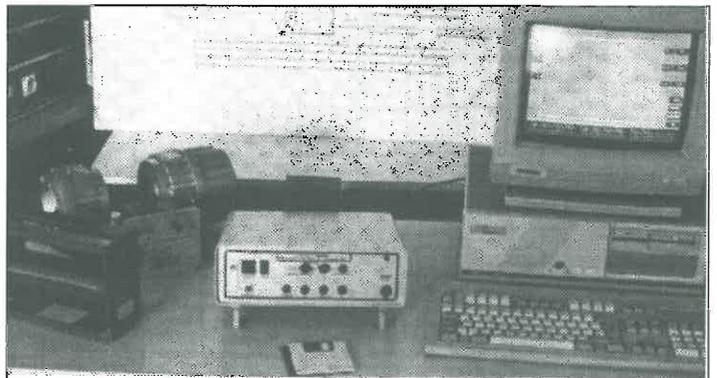
5 EQUIPEMENT DIDACTIQUE POUR L'ETUDE DE LA COMMANDE PAR MODULATION DE LARGEUR D'IMPULSION (MLI)

5.1 OBJECTIFS PEDAGOGIQUES

Les travaux de conception menés au LR2EP* ont été guidés par le souci :

- d'éviter d'approcher le problème de la C.E.M. de manière virtuelle en utilisant la seule simulation de circuits électroniques, mais au contraire, de proposer un appareillage réel dont l'agencement peut être étudié à titre de solution concrète, et dont les caractéristiques de commande et de puissance permettent de faire fonctionner un récepteur tel un moteur ;
- de restreindre au minimum l'appareillage nécessaire à la constitution du poste de travail ;
- de réduire à presque rien le temps nécessaire à l'apprentissage du mode opératoire de l'équipement ;
- de permettre la comparaison des différentes méthodes visant à réduire les perturbations conduites, en particulier dans le contexte de la norme 60555-2 relative aux harmoniques.

5.2 LE SYSTEME DE COMMANDE MLI ET LE LOGICIEL COLEGRAM



5.2.1 ELEMENTS CONSTITUTIFS

Il s'agit d'un appareil permettant de commander en Modulation de Largeur d'Impulsions (MLI), un organe de puissance basse tension (48V continu et 10A), et d'un micro-ordinateur P.C. utilisant un logiciel spécifique : COLEGRAM (COMmande Logique et Exploitation Graphique des Redresseurs A Modulation) qui fait du P.C. un outil de commande et de mesure, grâce aux fonctions oscilloscope et analyseur de spectre. Le schéma synoptique représenté *figure 3* donne le principe de base de la partie matérielle. La carte logique de commande reçoit une EPROM sur laquelle les formes d'onde sont pré-enregistrées. Le remplacement de cette mémoire permet d'expérimenter différents modes de découpage MLI.

L'appareil, essentiellement prévu pour fonctionner en liaison avec le P.C. grâce à un câble utilisant la sortie imprimante, est néanmoins autonome en ce sens que la puissance appliquée à la charge peut aussi être réglée par une roue codeuse ou un signal analogique appliquée à l'entrée de commande.

La bobine de lissage adaptée à la charge et la charge elle-même sont extérieures au boîtier de l'appareil, de même que le transformateur 48V si cette tension n'est pas directement disponible sur les tables de manipulation.

5.2 OBJECTIFS EN MATIERE DE CEM

Il s'agit essentiellement de limiter l'émission de perturbations par champ H et par champ E. A l'instar du montage examiné précédemment à titre d'exemple, les sources de perturbations sont en particulier :

- les conducteurs du circuit de puissance, et en particulier ceux qui véhiculent le signal découpé, car ce signal présente de forts dv/dt par rapport à la terre ;
- les conducteurs et composants impliqués dans la commande du transistor de découpage - par rapport à la terre on a ici sur la grille du MOS, l'addition du signal de commande et du signal présent sur la source ;
- les conducteurs destinés à amener les signaux à observer vers les appareils de mesure ;
- le cordon secteur.

5.3 CHOIX TECHNOLOGIQUES

Les dispositions prises en matière de CEM tiennent pour une part au mode de construction de l'appareil, d'autre part à l'architecture des circuits.

5.3.1 CONSTRUCTION DE L'APPAREIL

Les circuits sont décomposés en quatre unités principales : interface avec l'extérieur, carte logique de commande, circuit de puissance, alimentation. Le tout est confiné dans un boîtier métallique. Le cordon secteur est muni d'un tore de ferrite.

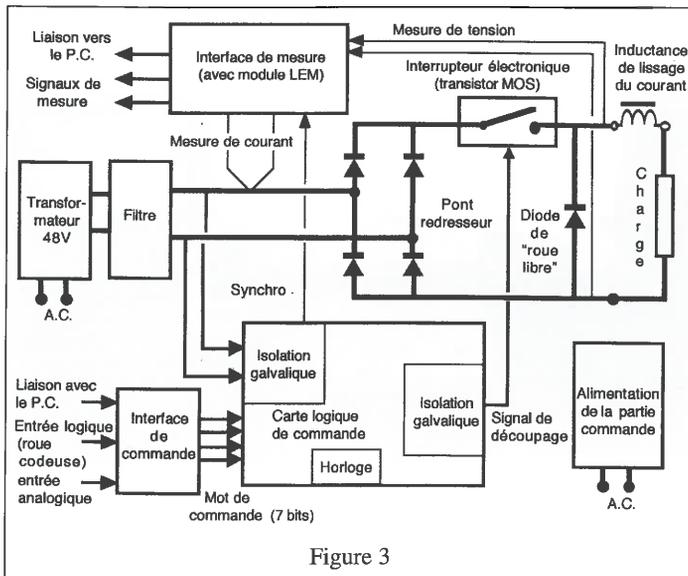


Figure 3

5.3.2 ARCHITECTURE DES CIRCUITS

5.3.2.1 Architecture d'ensemble

La figure 4, représente le circuit de puissance et les circuits d'interface qui le relie à la carte de commande logique d'une part, et aux dispositifs de mesure d'autre part. Elle illustre les dispositions qui ont été adoptées. On y remarque que l'appareil est équipé d'un double circuit de commande de MOS, ce qui permet de donner éventuellement au circuit de puissance la structure symétrique représentée figure 5:

On remarque également la présence d'un hacheur permettant d'alimenter les différents modules de manière flottante, via un anneau de ferrite. Ceci permet de résoudre les problèmes d'isolation galvanique tout en garantissant le minimum d'interférences. Les enroulements sur l'anneau de ferrite (quelques tours chacun) sont bien séparés les uns des autres. Les pistes qui y sont rattachées sont groupées par paires tracées côte à côte, et les circuits alimentés de cette manière sont de dimensions réduites et cantonnés dans des secteurs bien distincts.

Un module LEM permet de transmettre, selon la position d'un inverseur, le signal représentant la tension issue du découpage MLI, ou bien le courant en amont du redresseur. Les signaux de mesure transmis à la carte d'interface de mesure et éventuellement aux appareils de mesure externes, sont donc fortement atténués (calibre IV) et isolés galvaniquement du circuit de puissance.

La carte d'interface de mesure est située dans le coffret de l'appareil. Elle numérise les signaux avant de les transmettre au P.C. par l'intermédiaire d'un câble blindé.

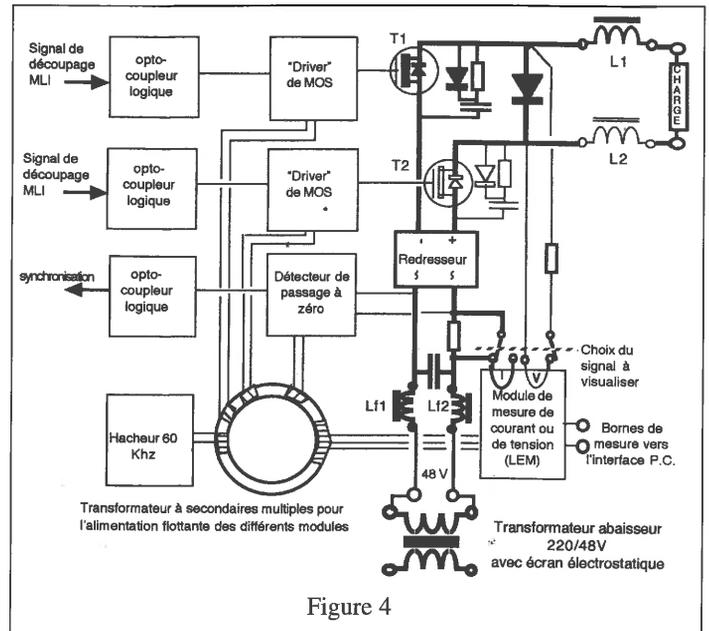


Figure 4

5.3.2.2 Agencement du circuit de puissance

Dans le cas où l'on décide d'utiliser les deux sorties synchrones de commande et deux transistors, on supporte alors un léger sur-coût et une très légère perte de rendement, mais le schéma prend une structure symétrique qui permet d'avoir sur les lignes 48V et sur les lignes dirigées vers la charge, des signaux évoluant symétriquement par rapport à la terre. On se place donc en mode différentiel, et si ces lignes sont réalisées en paires torsadées, leur rayonnement sera très faible.

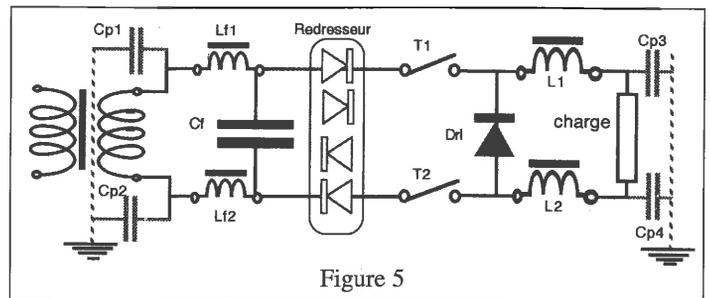


Figure 5

Pour que cette disposition ait de l'intérêt, il faut toutefois que l'on puisse satisfaire aux hypothèses suivantes :

- la symétrie électrique par rapport à la terre des bornes de la charge est respectée, ce qui revient à dire que les capacités réparties Cp3 et Cp4 sont pratiquement identiques ;
- la symétrie électrique des lignes d'alimentation 48V par rapport à la terre est assurée également, ce qui signifie que l'équipement utilise le transformateur abaisseur de manière privative ;
- enfin, les commutations des deux transistors peuvent être considérées comme synchrones. C'est le cas en réalité, non seulement du fait que le décalage des signaux de commande n'est pas décelable à l'oscilloscope, mais aussi parce que la courte impulsion provoquée par un défaut de synchronisme serait stoppée par les réactances Lf1 et Lf2.

Le fait de coupler les inductances L1 et L2 sur un même noyau, en utilisant en fait un transformateur 1/1 convenablement connecté, renforce la symétrie du montage et le rend plus tolérant aux dissymétries de la charge.

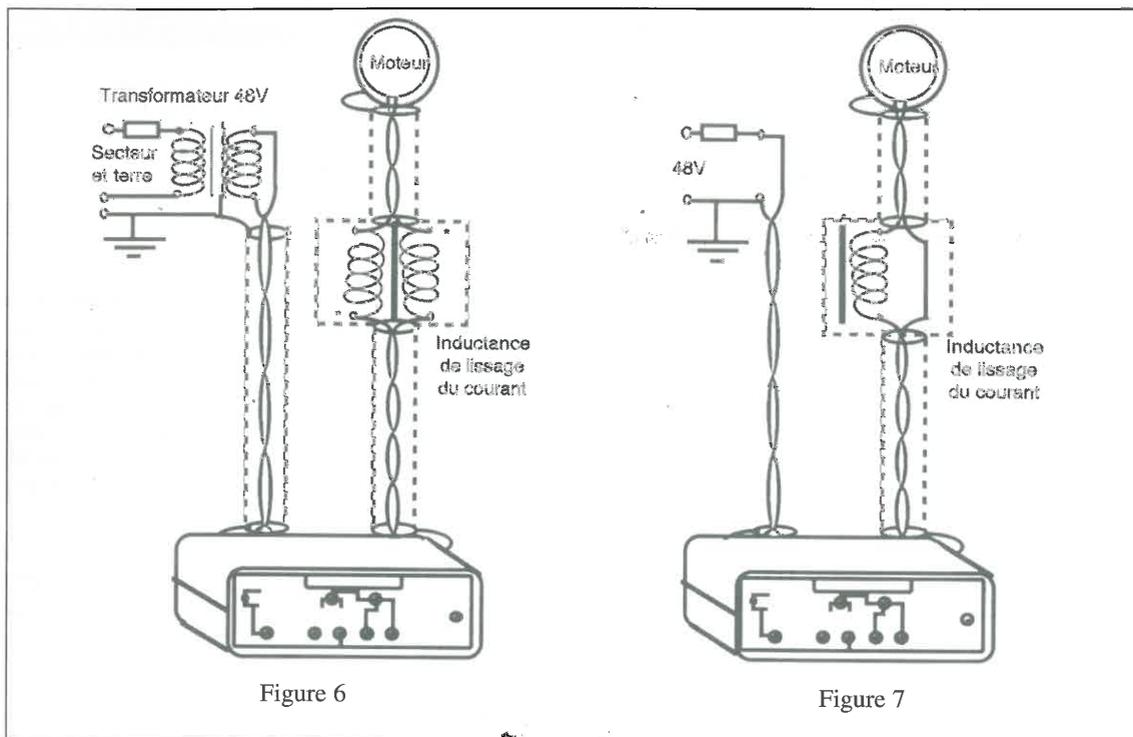


Figure 6

Figure 7

Toutefois, si les hypothèses ci-dessus ne peuvent pas être tout à fait satisfaites, il est quand même préférable de blinder les lignes, conformément à la figure 6.

Dans le cas où la symétrie ne peut être assurée en amont et en aval de l'appareil, par exemple si l'une des bornes de l'alimentation ou de la charge est mise à la terre, alors il est préférable de fonctionner en mode commun, selon le principe de départ illustré figure 3. Dans ce cas, les câbles alimentant la charge devraient être soigneusement blindés conformément à la figure 7.

6 CONCLUSION

La préoccupation CEM doit être présente dans toutes les activités techniques qui concernent la formation des techniciens et des ingénieurs. Non seulement pour répondre aux règlements européens en la matière, mais aussi comme une démarche devant prendre place systématiquement dans l'esprit de l'ingénieur ou du technicien, lorsqu'il entreprend un montage électrique ou électronique.

A défaut de pouvoir évaluer de manière acceptable sur le plan de la métrologie, les performances des réalisations d'écoles vis-à-vis de la

CEM, essentiellement à cause de l'investissement que représenterait le matériel nécessaire, la recherche et la mise en pratique de méthodes pertinentes dans la mise en œuvre des circuits, contribuent efficacement à remplir les objectifs de formation.

Cette recherche devrait aboutir d'une part à modifier sensiblement les méthodes de travail en laboratoire, pour renforcer les aspects CEM, et d'autre part à monter de nouvelles manipulations orientées spécifiquement vers la CEM.

Dans cette perspective, la mise à disposition des étudiants d'un matériel pédagogique industrialisé semble le moyen le plus sûr et le plus efficace pour intégrer rapidement les aspects CEM dans la formation :

- sur le plan de la réglementation, il satisfait d'emblée aux exigences CEM en vigueur ;
- pour ce qui est des aspects pédagogiques, le matériel et les documents qui l'accompagnent ont été mis au point dans le double but de présenter le sujet de l'étude de façon didactique et attractive, et de fournir une base de réflexion quant aux moyens pratiques de réduire les perturbations.

7 BIBLIOGRAPHIE

J. CUVILLIER, J.L. COCQUERELLE

« Didactique et C.E.M. »

C.E.M. Expo 96 Paris, 13-14 novembre 1996.

A. CHAROY

« Parasites et perturbations des électroniques »

Tomes 2 et 3 - Ed. DUNOD Tech.

T. WILLIAMS

« EMC for product designers »

B.H. Newnes 1992.

J.L. COCQUERELLE

« Génie Electrique : Du réseau au convertisseur »

Ed. TECHNIP 1996

Collection Sciences et Technologies N° 3.

F. COSTA, E. LABOURE, F. FOREST, A. PUZO, A. PONS

« Perturbations conclues dans les commandes des convertisseurs statiques, approche de leur susceptibilité électromagnétique ».

PRCR 95 Nantes, 26 janvier 1995.

* Le LR2EP. Laboratoire de Recherche en Electrotechnique et Electronique de Puissance. fait partie du groupe de recherche GE44 groupant plusieurs laboratoires de Nantes et de St. Nazaire. Il est formé de deux équipes: la première située à l'IRESTE - école d'ingénieurs à Nantes - est placée sous la responsabilité de J.L. Cocquerelle, et la seconde, située à l'IUT de Nantes, est placée sous la responsabilité de C. Bergmann. Les travaux concernant le matériel présenté ici ont été réalisés par J. Cuvillier sous l'impulsion de J.L. Cocquerelle.

AUTOUR DU COLLOQUE DE ROUEN

Compte rendu du travail de la Commission ECTS (Système de Transfert de Crédits Européens)

par M. LAUWICK - GESI du Havre

1. OBJECTIFS DE LA COMMISSION

- Diffuser l'expérience des collègues praticiens de l'ECTS.
- Etablir une équivalence entre le cycle DUT et crédits ECTS au niveau national afin de rendre l'ensemble de la filière plus lisible.
- Lancer la rédaction d'un annuaire des relations internationales des départements GEII.

2. CONFÉRENCE PLEINIÈRE. Jeudi 12.00 - R. SAGE (Annecy)

Il s'agit à la fois de rassurer et d'informer les congressistes. Le système proposé par Bruxelles ne vise pas à transformer l'organisation du D.U.T., sa mise en place n'est pas obligatoire ; de même, le but de l'ECTS n'est pas d'attribuer le DUT à des étudiants étrangers, mais bien de prendre en compte les acquis de nos étudiants à l'étranger dans le cadre d'un contrat tripartite. Ainsi, ce système facilite grandement la mobilité temporaire d'étudiants d'une université à une autre au sein de l'Union Européenne. L'ECTS est ainsi un complément logique du programme «Socrates» qui vise à institutionaliser les relations internationales, sans que les acteurs en perdent le contrôle.

L'organisation de l'ECTS repose sur trois éléments :

1. l'information sur les formations,
2. les accords mutuels entre l'université d'origine, l'université d'accueil et l'étudiant,
3. la validation des études effectuées à l'étranger.

Qui sont matérialisés par trois documents :

1. Le dossier d'information (sur l'université, les cursus mais aussi la ville, le coût de la vie, les formalités),
2. le formulaire de candidature puis le contrat d'études, signé par l'étudiant et les deux universités partenaires,
3. le relevé de notes qui tient compte de la répartition des enseignements en crédits, avec un total de 60 crédits par an ; en outre, une équivalence entre chaque système de notation est établie.

3. EXPOSÉS de SAUTEJEAU (Valenciennes) et GAUCH (Marseille), Jeudi 14.30

Deux collègues praticiens de l'ECTS livrent leurs témoignages. SAUTEJEAU insiste sur le consensus général nécessaire au sein de l'équipe enseignante et de l'administration : flexibilité et adaptation sont les maître-mots de l'ECTS. Sa pratique montre aussi que ce système facilite les échanges extra-euro-

peens. GAUCH quant à lui rappelle les principes qui sous-tendent le système : la transparence des cursus partiels (effectués à l'étranger) puis leur reconnaissance par l'université française dans un contrat. Dans cette optique, le rôle du coordinateur ECTS au niveau du Département est primordial. Il est en relation avec l'étudiant mais aussi avec les coordinateurs en place au niveau de l'IUT et de l'Université.

Dans la pratique, on voit que les échanges ont lieu en deuxième année, certains se limitent au stage. Un certain nombre d'obstacles sera levé par la rédaction très précise des fiches d'information : une par matière (comprenant un référentiel clair des contenus du cours, les noms et coordonnées des enseignants, etc.).

La méthode de découpage exposée par GAUCH prend en compte la quantité de travail à fournir par l'étudiant. Le but est d'obtenir la plus grande lisibilité de notre diplôme de l'étranger. Les découpages existants en centres d'intérêts, ou en modules capitalisables ne peuvent être réutilisés.

MICHOLIER (Grenoble 1) relève une contradiction majeure : le cursus DUT clas-

sique couvre deux ans : il totalise donc 60 points. Le même DUT par regroupement s'effectue en trois ans, et devrait donc valoir 90 points. Il est d'autre part connu que le DUT demande beaucoup de travail et les 1800 heures de cours dispensées à nos étudiants n'ont pas d'équivalent en Europe ; on doit donc attribuer plus de 60 points à chaque année du cycle DUT.

4. EXPOSÉ ET PRÉCISIONS de M. SADOURNY - Vendredi 9.30

M. SADOURNY, expert délégué par la Commission Européenne, répond à nos questions techniques et confirme l'impossibilité d'attribuer plus de 60 points à une année complète. Le débat est difficile à clore cependant car on ne peut nier les différences importantes qui existent entre le DUT et les diplômes technologiques délivrés dans le reste de l'Union Européenne.

La commission établit ensuite le découpage qu'elle propose à tous les départements GEII.

| Première année : | |
|---------------------------|----|
| Mathématiques | 10 |
| Physique | 4 |
| Culture et Communication | 4 |
| Anglais | 5 |
| Electricité, électronique | 9 |
| Electronique | 11 |
| Informatique industrielle | 10 |
| TR | 7 |
| | |
| | |
| TOTAL | 60 |

| Deuxième année : | |
|----------------------------|------------------|
| Mathématiques | 4 |
| Physique | 4 |
| Culture et Communication | 4 |
| Anglais | 6 |
| Electronique | 6 (+ 4 si major) |
| Automatismes | 6 (+ 4 si major) |
| Electronique de puissance | 6 (+ 4 si major) |
| Réseaux locaux industriels | 6 (+ 4 si major) |
| Projet (TR) | 8 |
| Stage | 8 |
| TOTAL | 60 |

Chaque département dispose d'une certaine autonomie (± 1 crédit pour suivre l'adaptation locale). On note d'autre part qu'il est relativement facile de diviser ces chiffres par deux afin de rendre compte d'une organisation par semestre.

5. MISE AU POINT FINALE. Vendredi 11.00

Chaque document ECTS devant être disponible en deux langues, il est décidé de se servir d'un travail de traduction déjà effectué par PURDUE (Cachan) pour mettre un canevas précis à la disposition de chaque département GEII qui le souhaite. La diffusion de ce document aura lieu par l'intermédiaire de

l'assemblée des Chefs de départements à la rentrée. Il restera à chaque université, IUT et département de rédiger les fiches de présentation chacun pour ce qui le concerne. GAUCH met à la disposition des collègues intéressés le travail fourni pour son département.

6. SÉANCE PLEINIÈRE. Vendredi 14.30

M. SADOURNY insiste sur le fait que pour pouvoir bénéficier des financements disponibles sous "Socrates" le fonctionnement selon l'ECTS est vivement recommandé. Le système mis en place présente un haut degré de fiabilité puisque l'ensemble de l'échange est garanti par un accord clairement établi au départ.

AUTOUR DU COLLOQUE DE ROUEN

A propos de quelques signaux de l'électronique...

par Francis BIQUARD - IUT de Marseille

Une activité essentielle de l'électronique est le traitement et la transmission de signaux électriques. La possibilité d'intégrer des opérations complexes fait que l'on dispose actuellement de circuits à Haute Valeur Mathématique Ajoutée qui permettent des traitements sophistiqués et des mesures très simples. Le propos de ces quelques réflexions est de présenter quelques signaux afin de souligner les concepts Mathématiques mis en jeu pour les décrire.

L'exposé concernera d'abord la catégorie des signaux connus (déterministes) pour ensuite aborder quelques signaux aléatoires.

LES SIGNAUX DÉTERMINISTES A PUISSANCE MOYENNE FINIE

1. LE SIGNAL CONTINU $x(t) = a$

C'est le signal le plus simple bien que son existence réelle puisse donner lieu à polémique étant donné que Volta inventa la pile Galvani en 1800 et que le courant continu a eu du mal à passer auparavant...

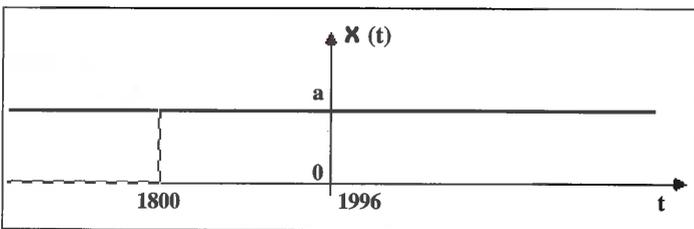


Figure 1. Le courant continu.

- La propriété essentielle de ce signal est de posséder une transformée de Fourier $X(f) = a \delta(f)$.

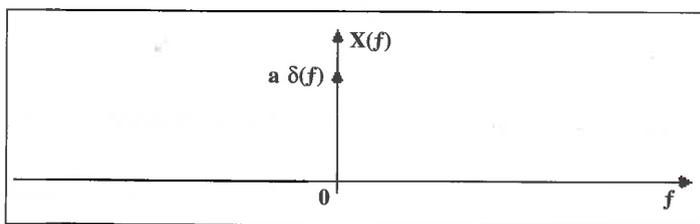


Figure 2. Transformée de Fourier d'un signal continu.

Une conséquence importante est que tout signal borné par deux horizontales possède une transformée de Fourier.

2. LE SIGNAL PÉRIODIQUE

Les signaux périodiques sont omniprésents en électronique. Depuis le signal sinusoïdal qui sert à transporter l'énergie, en passant par le signal rectangulaire (alimentations à découpage et Radar), le signal triangulaire (oscillateurs à fréquence variable) pour aboutir au signal sinusoïdal à angle d'ouverture réglable (émetteurs en classe B et C et régulation de puissance par thyristors); nous connaissons tous leur décomposition en série de Fourier. Une autre caractéristique fondamentale du signal périodique est sa fonction d'autocorrélation

$$\overline{R_{xx}}(\tau) = \frac{1}{T_c} \int_{-T_c/2}^{T_c/2} x^*(t) x(t+\tau) dt = \frac{1}{NT_c} \int_{-NT_c/2}^{NT_c/2} x^*(t) x(t+\tau) dt$$

qui mesure la ressemblance du signal retardé $x(t+\tau)$ avec le signal $x(t)$.

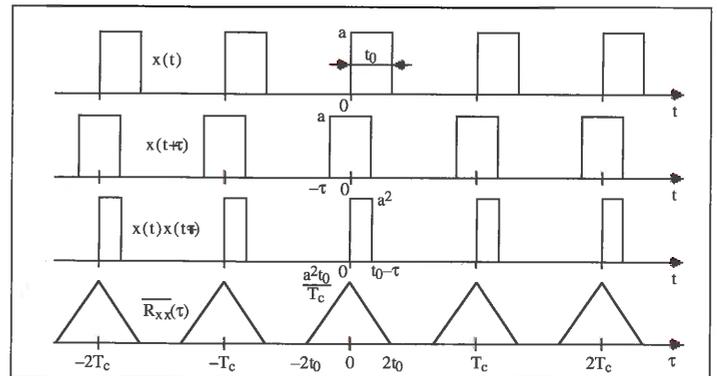


Figure 3. Autocorrélation d'un signal rectangulaire.

La figure 3 illustre le calcul de la fonction d'autocorrélation d'un signal rectangulaire d'amplitude a et de largeur t_0 . La fonction d'autocorrélation est un signal triangulaire de même période de largeur $4t_0$. La "ressemblance" est maximum lorsque le retard est nul ou égal à un nombre entier de périodes, le signal périodique et son autocorrélation ont même période. Cette propriété est utilisée pour retrouver la période d'un signal noyé dans le bruit afin de le récupérer par moyennage.

LES SIGNAUX ALÉATOIRES

Les signaux aléatoires sont constitués de l'ensemble des signaux transportant de l'information et par le bruit toujours présent dans les systèmes de transmission. On distingue

- les messages analogiques { parole, image, sortie d'un capteur,
- le bruit naturel des canaux de transmission { bruit des composants, bruit galactique, bruit à bande étroite,
- les messages numériques constitués par une suite aléatoire de symboles ;
- le bruit numérique issu des générateurs pseudo-aléatoires ;
- les modulations par un message aléatoire { modulation d'amplitude, modulation de fréquence, modulation de phase.

L'ensemble des signaux aléatoires est caractérisé par les grandeurs moyennes :

- lois de probabilité mesurées par échantillonnage ;

– les moments du premier ordre $E[\mathbf{X}(t)]$ et du deuxième ordre

$$R_{XX}(t, t+\tau) = E[\mathbf{X}^*(t)\mathbf{X}(t+\tau)] ;$$

mesurés par Analyseur de Fourier et la moyenne dans le temps si le processus n'est pas stationnaire

$$\overline{R_{XX}}(\tau) = \lim_{T \rightarrow +\infty} \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} R_{XX}(t, t+\tau) dt ;$$

– la densité spectrale mesurée à l'analyseur de spectre.

3. UN EXEMPLE DE MESSAGE ANALOGIQUE : LA PAROLE $\mathbf{X}(t)$

La parole est caractérisée par une densité de probabilité exponentielle (figure 4). C'est un processus centré $E[\mathbf{X}(t)] = 0$ de variance $E[\mathbf{X}^2(t)] = \sigma^2$.

La densité de probabilité montre que le signal reste la plupart du temps cantonné dans le domaine des faibles amplitudes. Cette propriété permet de définir une échelle de quantification non uniforme avec un grand nombre de niveaux aux amplitudes faibles. Le rapport Signal sur Bruit de quantification sur 8 bits est notablement augmenté (Lois A et μ en téléphonie).

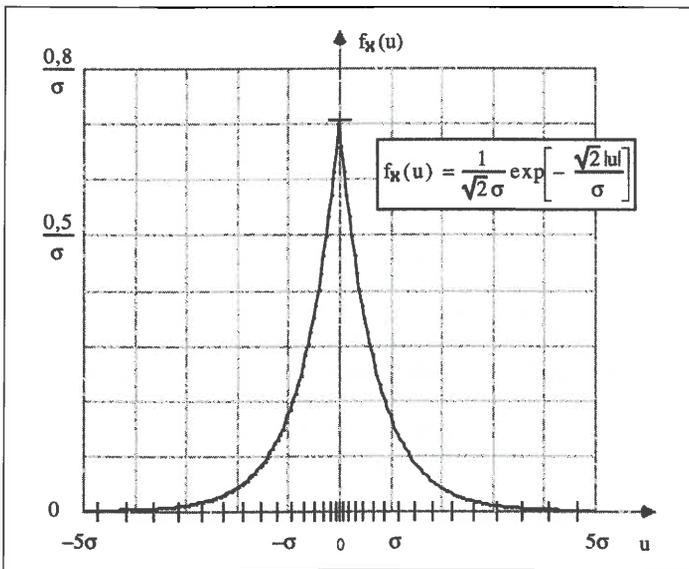


Figure 4. Densité de probabilité de la parole.

Il est caractérisé par une densité spectrale constante (figure 6).

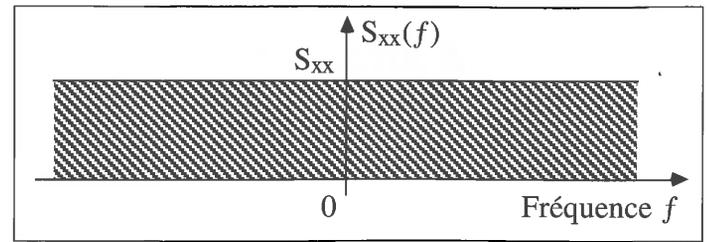


Figure 6. Densité spectrale du bruit blanc.

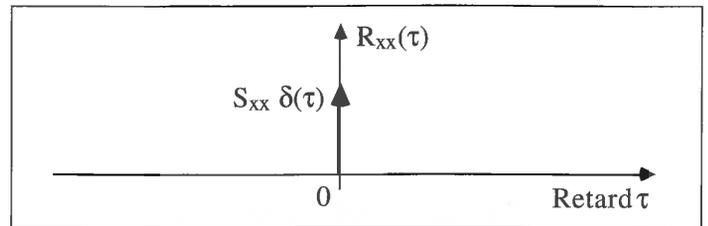


Figure 7. Autocorrélation d'un bruit blanc.

Son autocorrélation, un Dirac à l'origine des retards (figure 7), montre que deux échantillons successifs de bruit ne sont pas corrélés (il n'y a aucune relation).

5. LE BRUIT DE QUANTIFICATION

5.1. Propriétés du bruit de quantification

Le bruit de quantification $b_q(t)$ est la différence entre la valeur quantifiée $\mathbf{X}_q(t)$ d'un échantillon et sa valeur réelle $\mathbf{X}_e(t)$

$$b_q(t) = \mathbf{X}_q(t) - \mathbf{X}_e(t).$$

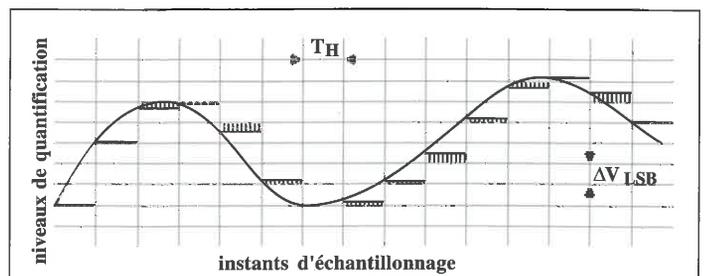


Figure 8. Définition du bruit de quantification.

4. UN EXEMPLE DE BRUIT ANALOGIQUE : LE BRUIT BLANC $\mathbf{X}(t)$

Le bruit thermique ou grenaille des composants est un exemple de signal aléatoire toujours présent avec le signal à transmettre ou à filtrer (figure 5).

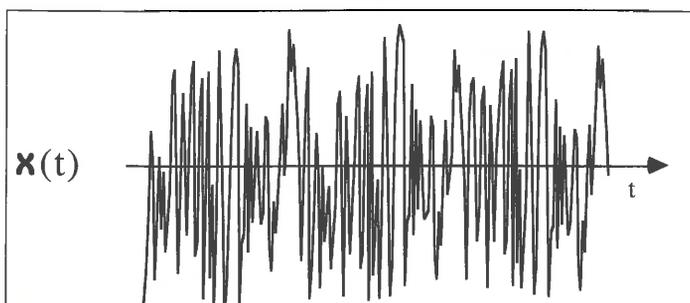


Figure 5. Un exemple de bruit blanc.

Quantifier un signal consiste à ajouter du bruit de quantification $b_q(t)$ au signal échantillonné $\mathbf{X}_e(t)$.

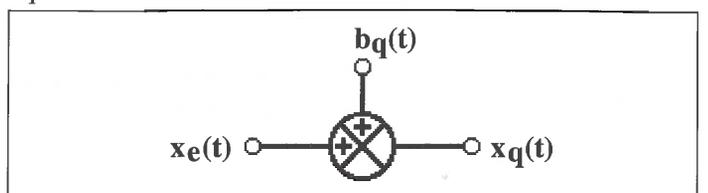


Figure 9. Représentation d'un échantillonneur.

En quantification uniforme, le bruit de quantification étant constitué par une suite d'impulsions de largeur fixe T_H égale à la période d'échantillonnage et de hauteur aléatoire h limitée à la moitié du pas de quantification

$$\frac{\Delta}{2} \leq h \leq \frac{\Delta}{2} ;$$

sa densité de probabilité est uniforme (figure 10)

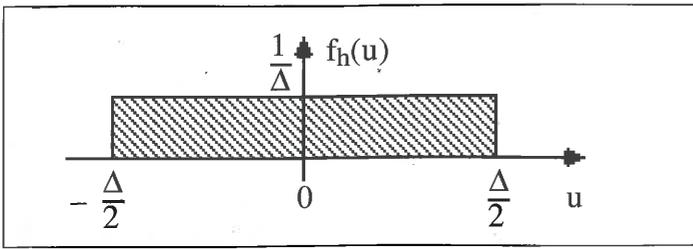


Figure 10. Densité de probabilité du bruit de quantification.

et sa puissance moyenne (sur 1 Ω) vaut

$$B_q = E[b^2] = \frac{\Delta^2}{12}$$

Par analogie avec le signal Non Retour à Zéro (NRZ) sa densité spectrale est

$$\gamma_q(f) = \frac{\Delta^2 T_H}{12} \left[\frac{\sin(\pi f T_H)}{\pi f T_H} \right]^2$$

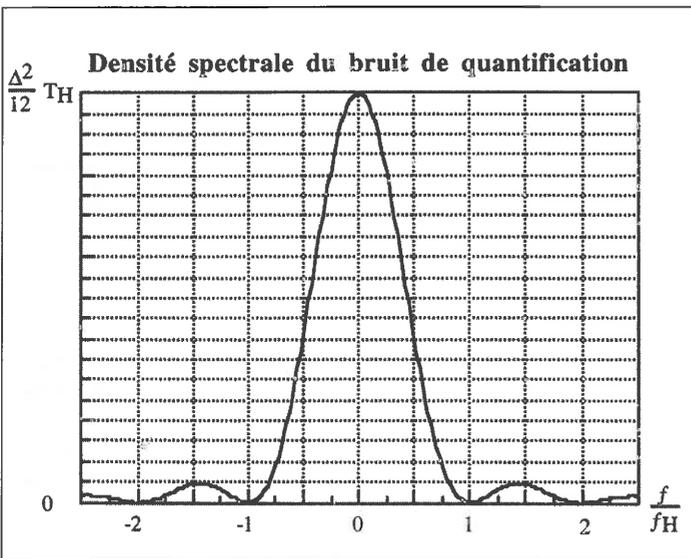


Figure 11. Densité spectrale du bruit de quantification (quantification uniforme).

Le bruit de quantification est un bruit basse fréquence, son occupation spectrale est la fréquence d'échantillonnage f_H .

5.2. Le rapport Signal sur Bruit de quantification

Un signal sinusoïdal, d'amplitude maximum A, échantillonné par un convertisseur N bits (figure 12), conduit au rapport Signal sur Bruit

$$\frac{S}{B_q} = \frac{A^2/2}{\Delta^2/12} = 1,5 \left[\frac{2A}{\Delta} \right]^2 = 1,5 2^{2N}$$

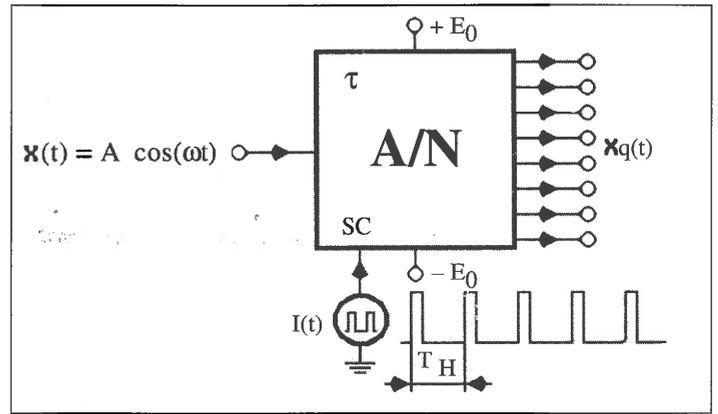


Figure 12. Echantillonnage par convertisseur Analogique Numérique.

Pour une amplitude intermédiaire a du signal, le rapport Signal sur Bruit baisse à

$$\frac{S}{B_q} = \frac{a^2/2}{\Delta^2/12} = 1,5 2^{2N} \left[\frac{a}{A} \right]^2$$

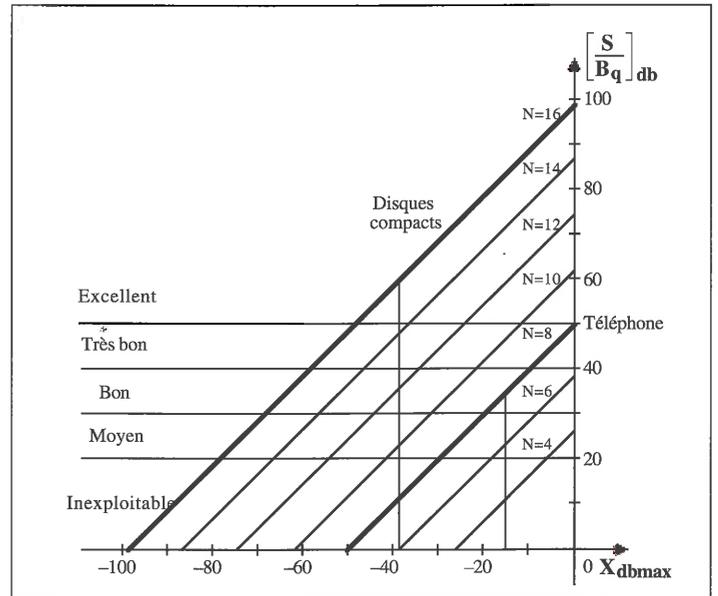


Figure 13. Rapport Signal sur Bruit en quantification uniforme.

Exprimé en décibels, on obtient (figure 13)

$$\left[\frac{S}{B_q} \right]_{db} = 1,76 + 6N - X_{dbmax}$$

dans laquelle X_{dbmax} est la puissance moyenne du signal exprimée par comparaison avec sa valeur maximum

$$X_{dbmax} = 10 \log_{10} \left[\frac{a^2}{A^2} \right]$$

Le rapport Signal sur Bruit de quantification est d'autant plus faible que l'amplitude du signal est faible et que le nombre de bits utilisés pour le coder est réduit. Un codage numérique n'est utilisable que si le rapport Signal sur Bruit de quantification est supérieur à 20 db.

– Pour les transmissions téléphoniques codées en 8 bits, la dynamique utilisable n'est que de 30 db et le niveau moyen du signal sera de -15 dbmax.

- Dans le cas du disque compact codé sous 16 bits, la dynamique utilisable est de l'ordre de 80 db et le niveau moyen du signal peut être maintenu à -39 dbmax.
- En quantification uniforme, pour les signaux codés sous un petit nombre de bits, la dynamique utilisable est très réduite. Il est donc intéressant d'envisager des codages en quantification non-uniforme ou à faible niveau on utilise un grand nombre de bits (par exemple 12) et ou à fort niveau on réduit le nombre de bits (par exemple 8) de manière à augmenter notablement la dynamique utilisable.

6. LES SIGNAUX NUMÉRIQUES

Le signal numérique est constitué par une succession de symboles de même durée cadencés par une horloge.

6.1. Densité spectrale : formule de Bennett

Un signal, cadencé par une horloge de durée T, constitué par une suite aléatoire de M symboles indépendants $g_0(t), g_1(t), \dots, g_i(t), \dots, g_{M-1}(t)$ a une densité spectrale donnée par la formule de BENNETT

$$S_{xx}(f) = \frac{1}{T} \left\{ \sum_{i=0}^{M-1} p_i |G_i(f)|^2 - \left| \sum_{i=0}^{M-1} p_i G_i(f) \right|^2 \right\} + \frac{1}{T^2} \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \left| \sum_{i=0}^{M-1} p_i G_i(f) \right|^2 \delta \left[f - \frac{k}{T} \right]$$

spectre continu *spectre de raies*

dans laquelle p_i est la probabilité de réalisation du symbole i et $G_i(f)$ est la transformée de Fourier de la fonction $g_i(t)$ de support T

$$g_i(t) \leftrightarrow G_i(f).$$

Pour un message binaire,

$$S_{xx}(f) = + \frac{1}{T} [p_0 |G_0(f)|^2 + p_1 |G_1(f)|^2] - \frac{1}{T} [p_0 G_0(f) + p_1 G_1(f)]^2 + \frac{1}{T^2} \sum_{k=-\infty}^{+\infty} [p_0 G_0(f) + p_1 G_1(f)]^2 \delta \left[f - \frac{k}{T} \right].$$

- Si le codage est symétrique $g_0(t) = -g_1(t)$
- $$p_0 G_0(f) + p_1 G_1(f) = 0$$

il n'y a pas de Dirac dans le spectre ;

- pour un codage non symétrique, il est possible d'avoir une raie à la fréquence d'horloge ou à l'un de ses harmoniques et de récupérer le "rythme" par filtrage ;
- il est toujours possible de réaliser $p_0 - p_1$ pour créer un Dirac à la fréquence d'horloge et récupérer le "rythme" par filtrage.

Le codage à valeur moyenne non nulle ; l'occupation spectrale est la fréquence d'horloge et il est impossible de récupérer le "rythme" de la transmission par filtrage.

6.3. Le codage NRZ (Non Retour à Zéro)

C'est le codage de la logique CMOS utilisé en transmission série. Sa densité spectrale (figure 15)

$$S_{xx}(f) = A^2 T \left[\frac{\sin(\pi f T)}{\pi f T} \right]^2 \quad \text{et} \quad B_{NRZ} = \frac{1}{T}$$

est semblable à celle du bruit de quantification (figure 11) et son occupation spectrale reste la fréquence d'horloge.

6.2. Le codage TTL

C'est le codage classique de la logique.

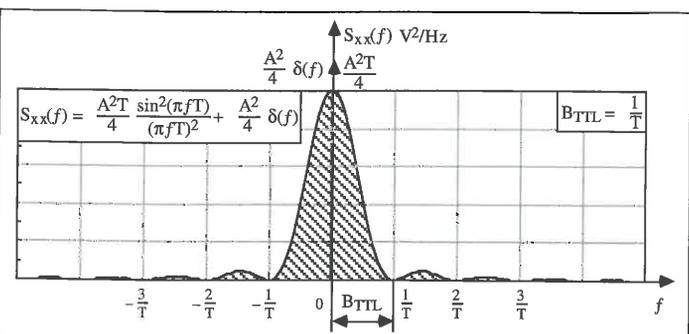
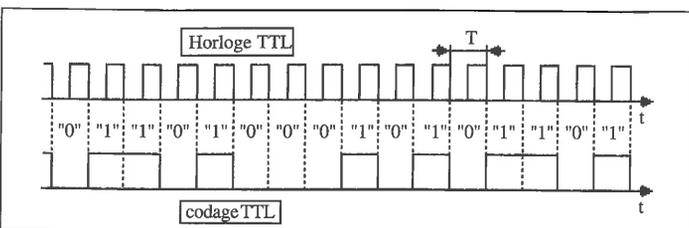
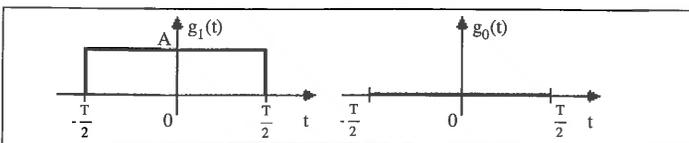


Figure 14. Densité spectrale du codage TTL.

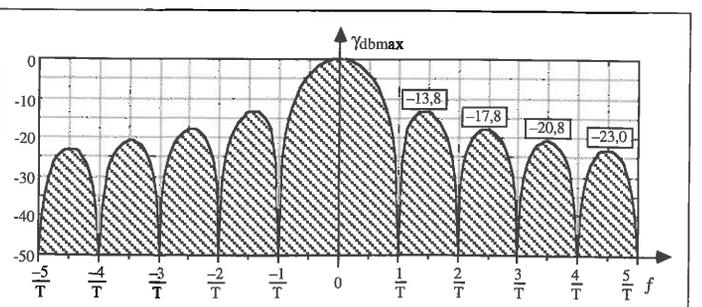
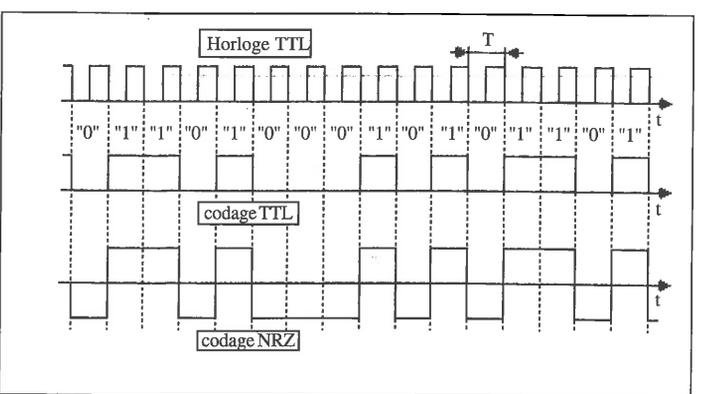
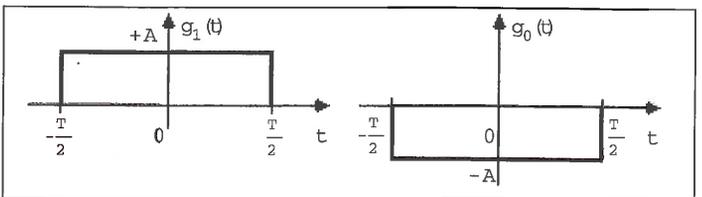


Figure 15. Densité spectrale du signal NRZ.

Il est impossible de récupérer le "rythme" de la transmission par filtrage.

6.4. Le codage RZ polaire (Retour à Zéro)

C'est le codage découlant des normes ARINC, il est utilisé dans les avions (avions et hélicoptères). Le codage est symétrique à 3 niveaux, il comprend deux impulsions polaires avec un retour à zéro pendant la moitié de la période d'horloge (figure 16). Pour des raisons de sécurité il y a transmission simultanée du signal RZ et de son complément sur deux lignes séparées. La densité spectrale est semblable à celle du signal NRZ mais son occupation spectrale est double pour un même débit. Il est impossible de récupérer le "rythme" de l'horloge par filtrage.

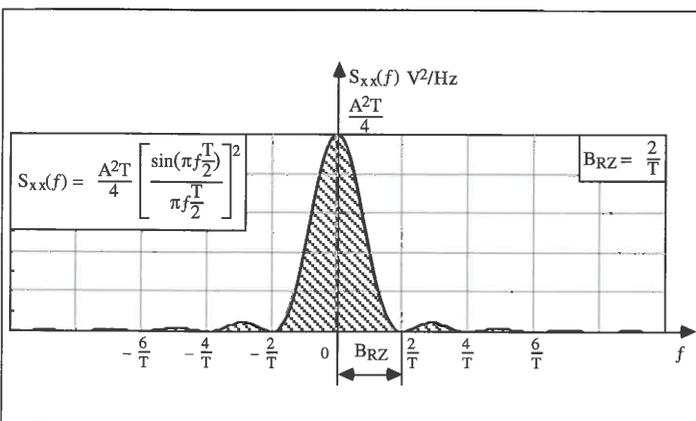
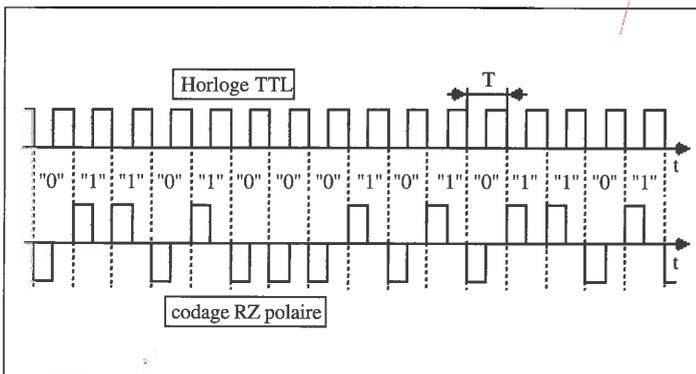
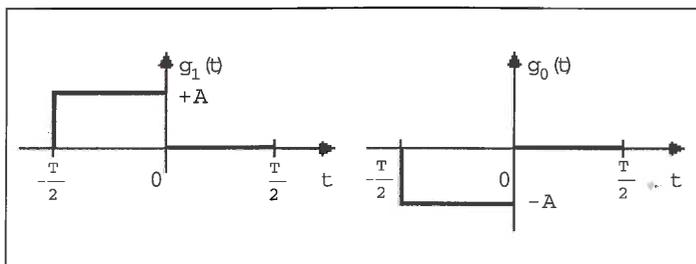


Figure 16. Densité spectrale du signal RZ polaire.

6.5. Le codage RZ binaire (Retour à Zéro)

Le symbole zéro est codé par une tension nulle. Sa densité spectrale (figure 17)

$$S_{xx}(f) = \underbrace{\frac{A^2T}{16} \left[\frac{\sin(\pi f \frac{T}{2})}{\pi f \frac{T}{2}} \right]^2}_{\text{spectre continu}} + \sum_{k=-\infty}^{k=+\infty} \underbrace{\frac{A^2}{16} \left[\frac{\sin(\pi f \frac{T}{2})}{\pi f \frac{T}{2}} \right]^2}_{\text{spectre de raies}} \delta \left[f - \frac{k}{T} \right]$$

comprend un Dirac à la fréquence d'horloge; il est donc possible de récupérer le rythme par filtrage et cette propriété est utilisée dans les systèmes de transmission numérique. L'occupation spectrale est double de celle du signal NRZ. D'une manière générale, on remarque que l'occupation spectrale du signal numérique est l'inverse de la durée de l'impulsion la plus courte.

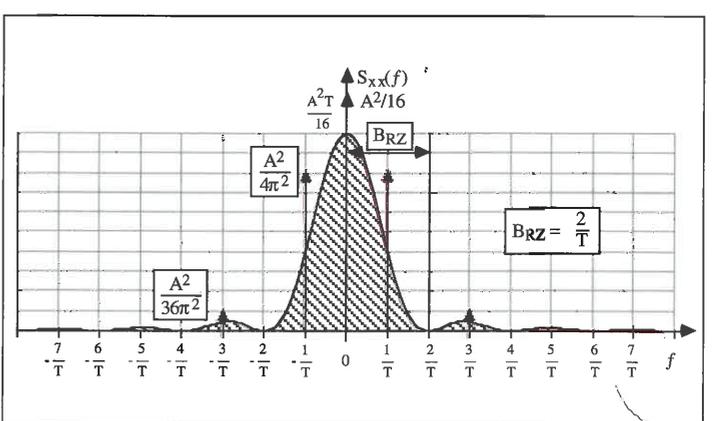
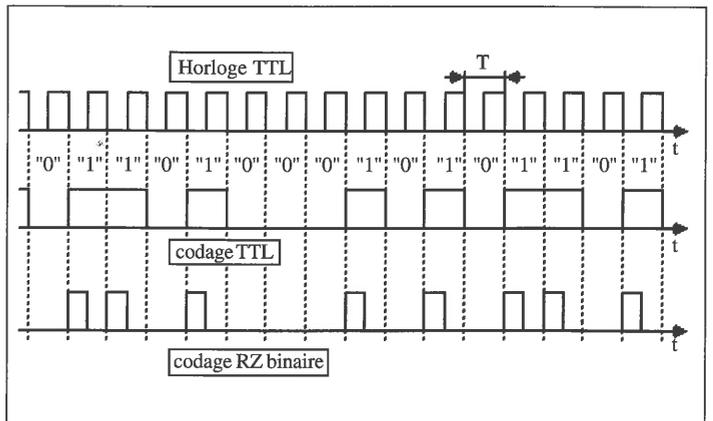
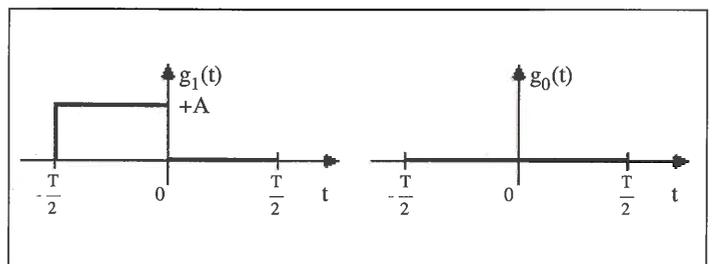


Figure 17. Densité spectrale du signal RZ binaire.

6.6. Le codage biphasé (Manchester)

Les symboles sont codés par une transition au milieu de la période d'horloge (figure 18). La densité spectrale en f^2 au voisinage de $f \approx 0$ autorise la transmission du signal dans les transformateurs et par conséquent sur le réseau téléphonique. Ce codage est utilisé dans de nombreux Modem et réseaux en bande de base.

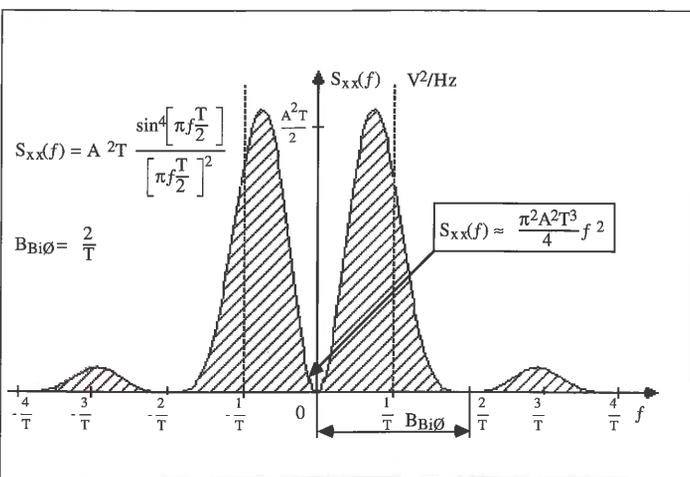
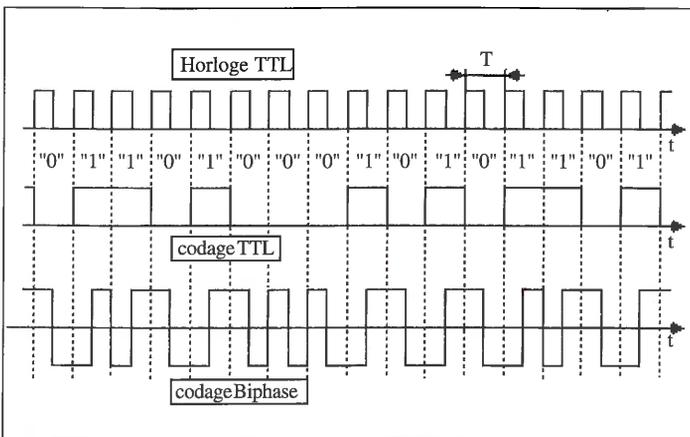
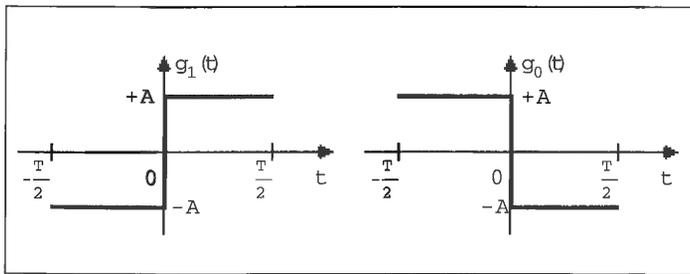


Figure 18. Densité spectrale du signal Manchester.

L'occupation spectrale est le double de celle du codage NRZ pour un même débit. Il est impossible de récupérer le rythme de l'horloge par filtrage.

7. LE CODAGE DIFFÉRENTIEL OU LE CODAGE PAR TRANSITION

7.1. Codage Biphase différentiel

Le symbole k est comparé au symbole précédent avec un OU exclusif (figure 19)

$$b_k = a_k \oplus a_{k-1};$$

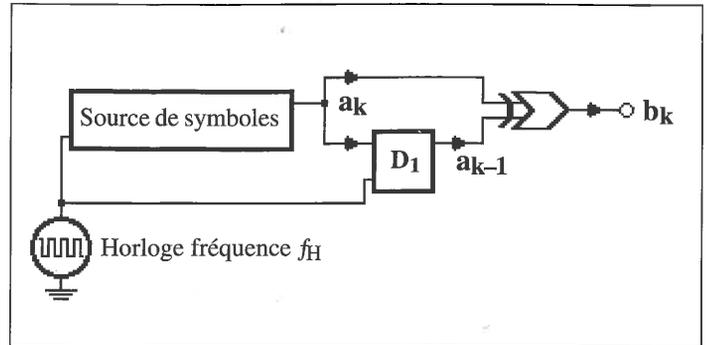


Figure 19. Codage différentiel.

Il y a changement d'état si un "1" est présent (figure 21).

Le résultat est codé en logique biphasé et conserve sa densité spectrale (figure 18)

$$\Gamma_{BiØ}(f) = A^2 T \frac{\sin^4\left[\frac{\pi f T}{2}\right]}{\left[\frac{\pi f T}{2}\right]^2}$$

L'occupation spectrale est le double de la fréquence d'horloge.

Le Décodage est obtenu facilement par la relation

$$a_k = b_k \oplus a_{k-1}$$

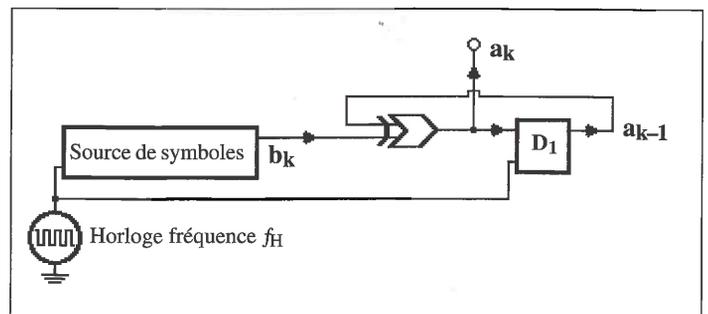


Figure 20. Décodage différentiel.

Il y a nécessité de récupération du "rythme" de la transmission; une erreur de transmission b_k entraîne deux erreurs de restitution des symboles a_k (phénomène de multiplication des erreurs). Le codage différentiel permet de s'affranchir du repérage des fils.

7.2. Le code Miller

L'occupation spectrale du codage Biphase différentiel étant le double de celle de la fréquence d'horloge, on divise celle-ci par deux en ne retenant qu'une transition sur deux.

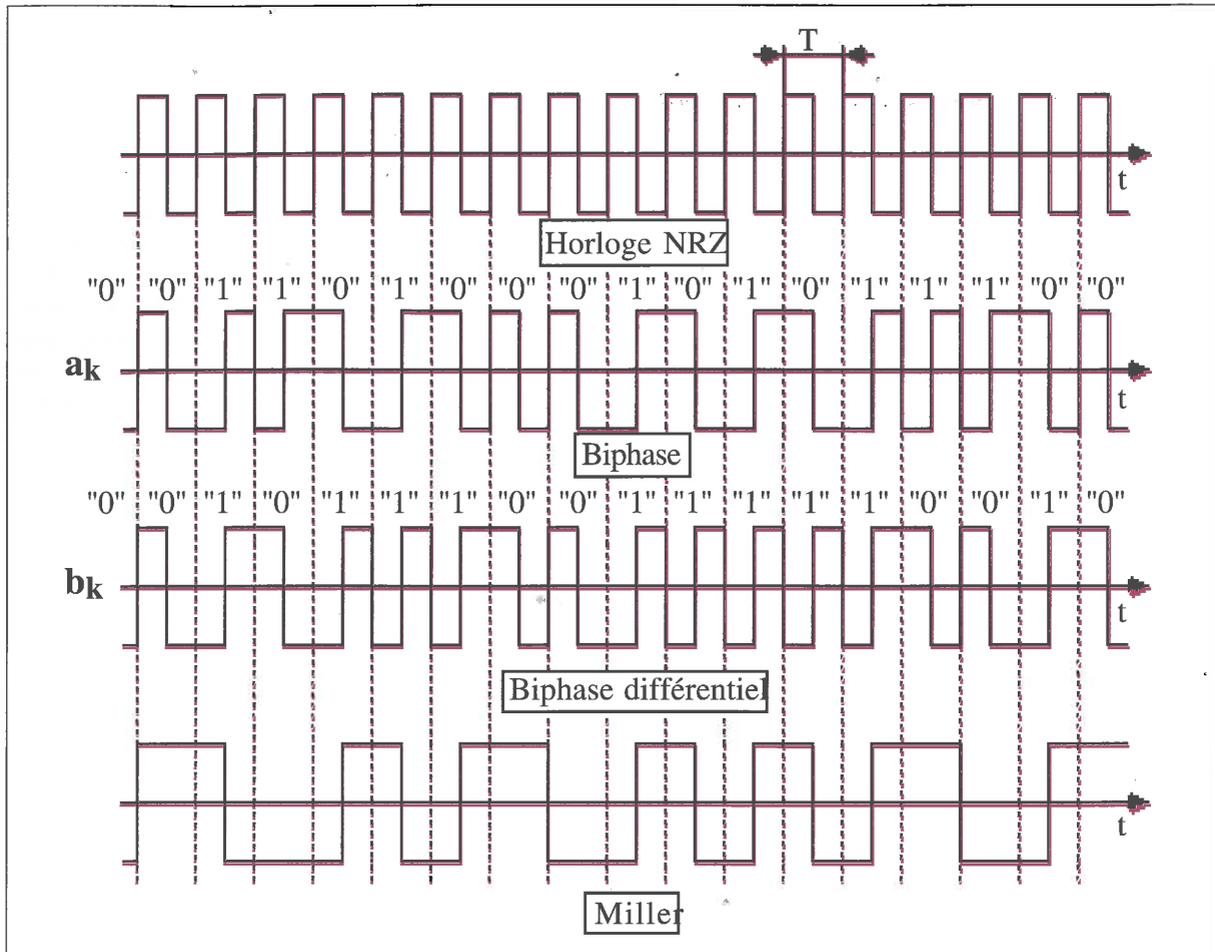


Figure 21. Codage Biphase différentiel et codage Miller.

Le décodage est facile ; si un "1" est présent, la transition est au milieu de la période d'horloge. Le codage Miller est très utilisé dans les Modem.

La densité spectrale du code Miller

$$\Gamma_{\text{Miller}}(f) = A^2T \left[\frac{1 + 4\cos(\pi fT) + 4\cos^2(\pi fT) - 4\cos^3(\pi fT)}{1 - 8\cos^2(\pi fT) + 32\cos^4(\pi fT)} \right] \frac{\sin^2\left[\frac{\pi fT}{2}\right]}{\left[\frac{\pi fT}{2}\right]^2}$$

est représentée en figure 22. L'occupation spectrale devient inférieure à la fréquence d'horloge.

Les caractéristiques de quelques Modem en bande de base sont représentées en figure 23. La portée sur ligne téléphonique est de plusieurs dizaines de kilomètre. Elle diminue avec le débit numérique (occupation spectrale). La probabilité d'erreur de 10^{-5} nécessite un rapport Signal sur Bruit de 17 db en codage Biphase et de 20 db en codage Miller.

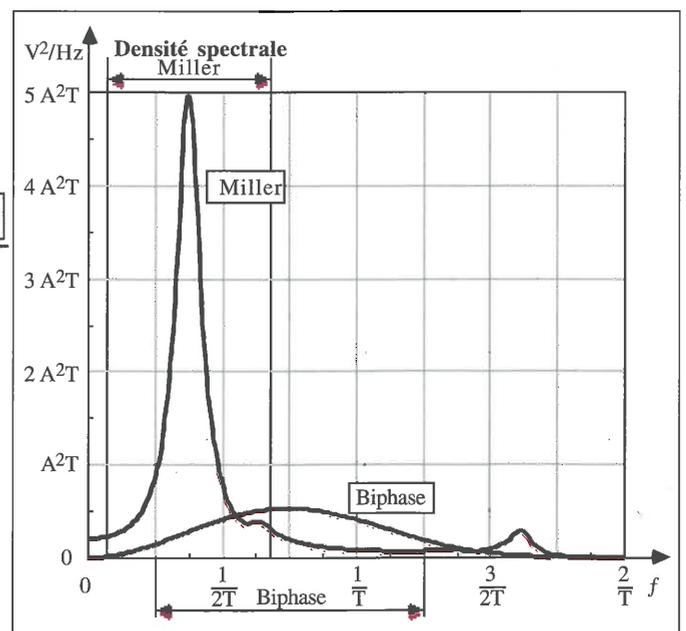


Figure 22. Densité spectrale des codes Biphase et Miller.

5) Caractéristiques de quelques Modem

| Ø câble mm | db/km | Distance de transmission en kilomètres pour P(E) = 10 ⁻⁵ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------------|---|----|---------|----|-------------|----|---------|----|-------------|----|---------|----|-------------|----|---------|----|--------------|----|---------|----|----|----|
| | | 1200 bits/s | | | | 2400 bits/s | | | | 4800 bits/s | | | | 9600 bits/s | | | | 19200 bits/s | | | | | |
| | | 600 Ω | | 300 Ω | | 600 Ω | | 300 Ω | | 600 Ω | | 300 Ω | | 600 Ω | | 300 Ω | | 600 Ω | | 300 Ω | | | |
| 0,4 0,6 0,8 1 | 2 0,85 0,56 0,43 | Miller | | Biphase | | Miller | | Biphase | | Miller | | Biphase | | Miller | | Biphase | | Miller | | Biphase | | | |
| | | 20 | 30 | 20 | 30 | 15 | 20 | 15 | 20 | 10 | 15 | 10 | 15 | 9 | 15 | 7 | 10 | 7 | 15 | 6 | 10 | | |
| | | 40 | 60 | 40 | 60 | 20 | 30 | 20 | 30 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 |
| | | 55 | 45 | 45 | 35 | 45 | 35 | 45 | 35 | 45 | 35 | 45 | 35 | 45 | 40 | 35 | 40 | 35 | 40 | 35 | 40 | 35 | 40 |

- En codage Manchester

$$\frac{S}{B} = 17 \text{ db};$$

$$P(E) = 10^{-5} \text{ pour}$$

- en codage Miller

$$\frac{S}{B} = 20 \text{ db.}$$

$$P(E) = 10^{-5} \text{ pour}$$


CETSIS
**PREMIER COLLOQUE
SUR L'ENSEIGNEMENT
DES TECHNOLOGIES ET DES SCIENCES
DE L'INFORMATION ET DES SYSTÈMES**

 Université Paris Sud Orsay - 20 et 21 novembre
1997

Ces journées, à l'initiative du club E.E.A., s'adressent à tous les enseignants post-bac et industriels relevant du domaine de l'E.E.A. dans son sens le plus général. Elles se caractériseront par la présentation d'expériences pédagogiques originales et de démonstrations. Elles permettront aussi de présenter des formations proposées dans différents pays. Des tables rondes seront organisées afin de favoriser le dialogue et les échanges. Les thèmes suivants seront essentiellement développés :

- * Nouvelles approches, nouveaux outils,
- * Importance de la pratique,
- * Techniques émergentes dans l'industrie,
- * Transferts recherche-enseignement et enseignement-industrie,
- * Préparation aux concepts de qualité et de fiabilité,
- * Évolution des enseignements.

CALENDRIER :

- Date limite de Proposition des résumés: 11 avril 1997. Envoyer en 3 exemplaires un résumé de 2 pages (format A4) ainsi qu'une fiche descriptive (disponible sur le Web ou sur demande).
- Notification aux auteurs : 13 juin 1997.
- Réception des articles acceptés (6 pages maximum sur 2 colonnes) : 1 octobre 1997 .

DROITS D'INSCRIPTION :

| | Avant le | Après le |
|-------------------------------|----------|----------|
| | 11/10/97 | 11/10/97 |
| Participant : | 950 F | 1200 F |
| Participant Etudiants, ATER : | 500 F | 750 F |

Les droits d'inscription incluent une copie des actes, les repas de midi, le banquet et les pauses café.

Des tarifs dégressifs pourront être envisagés. Une aide financière pourra être accordée à quelques jeunes enseignants. Pour toutes ces demandes, nous contacter, à l'adresse ci-dessous.

Pour tout renseignement :

Sylvie RETAILLEAU
Univ. Paris Sud, Bât. 220 - 91405 Orsay
Tél : +33 (0) 1 69 15 72 83
Fax : +33 (0) 1 69 15 40 20
E-mail : cetsis@ief.u-psud.fr
W3 Server : <http://www.ief.u-psud.fr/~CETSIS/>

Figure 23. Caractéristiques de quelques Modem.

(à suivre)

Insertion professionnelle et poursuite d'études des DUT Génie Électrique et Informatique Industrielle Option ELECTRONIQUE : L'EXEMPLE DE CACHAN (1996)

par Robert JOVY - IUT de Cachan

Former des étudiants ne consiste pas seulement à transmettre des connaissances sanctionnées par les seuls contrôles académiques. La finalité de l'I.U.T. est professionnelle. Elle doit former au savoir-faire et développer les qualités qui relèvent du savoir-être. Ces dernières vont départager les bataillons de diplômés qui arrivent sur un marché du travail en pleine mutation, où les labyrinthes remplacent les lignes droites et les parcours jalonnés des générations précédentes.

Rendre l'étudiant acteur de sa formation, l'accompagner dans l'élaboration de son projet professionnel et sa recherche d'emploi, le suivre dans son évolution implique une orientation réaliste et positive, aux antipodes d'une sélection élitiste ou darwinienne. L'égalité des chances passe par des parcours différents et personnalisés.

Le diplômé qui se satisfait d'une moyenne grisâtre et d'une attitude attentiste s'en tirera moins bien que le battant aux résultats contrastés, mais qui s'appuie sur ses points forts. Le bon praticien, mûr et autonome, rarement virtuose de l'abstraction pure, s'accomplira dans une PME ou une formation d'ingénieur par l'apprentissage. Celui qui a un bon relationnel trouvera des débouchés dans le secteur technico-commercial. Le fort en thème aura sa place en école d'ingénieurs. Ceux qui n'arrivent pas à suivre et **qui ne se réfugient pas dans la fuite** ne sont pas abandonnés et bénéficient d'une réorientation personnalisée avec appui de l'I.U.T.

*
* *

La promotion de 1996 comporte 168

diplômés, qui se répartissent ainsi :

1) CYCLE NORMAL : 108

Le DUT est préparé en deux ans, après un baccalauréat scientifique (60 %) ou technologique (40 %). 63 % poursuivent leurs études. 18 % sont au service militaire. Les autres sont en activité professionnelle, en CDD lorsqu'ils sont sursitaires. Deux sont en recherche d'emploi.

2) CYCLE SPECIAL : 20

Le DUT est préparé en un an, à l'issue d'un recrutement à bac + 2 (niveau DEUG A Spé. etc...) sanctionné ou non par un diplôme.

11 sont en poursuite d'études, 4 au service, 3 sont embauchés, 2 embauches en cours. Cette formule est méconnue des premiers cycles universitaires scientifiques. Elle permet à un étudiant qui a suivi avec ou sans succès le premier cycle de trouver une formation qui lui assure soit un emploi direct, soit une poursuite d'études par des filières qu'il ne soupçonne pas. Nous lui demandons d'avoir le sens du concret et de savoir communiquer.

3) ENSEIGNEMENT A DISTANCE : 23

Le DUT est préparé en trois ans, à temps partiel, avec polycopiés, cassettes vidéos, devoirs à la maison et sessions de regroupement.

Cette formation a été créée au départ en partenariat avec TDF, dans un esprit résumé par l'un de ses bénéficiaires, diplômé en 1996 :

/// Je suis rentré à T.D.F. il y a 12 ans en tant que gardien d'émeffeur. La préparation du DUT faisait partie des formations proposées par ma Société, occasion que j'ai saisie vu mon ignorance en

électronique. Et cela m'a permis de passer technicien supérieur d'exploitation et de maintenance. //

Loïc

Ensuite, ce cursus a été élargi à des étudiants de première formation. Les diplômés 1996 sont soit en poursuite d'études (8 %), soit au Service National, soit en activité.

L'enseignement à distance se fait en liaison étroite et mise en commun des ressources des départements de Génie Electrique des I.U.T. de Brest, Lille, Marseille, Nantes et Nancy. Depuis deux ans, les promoteurs du projet s'attellent à la mise en réseau de toutes les bases de données sur Internet, afin de permettre l'actualisation des supports de cours et le développement de l'interactivité.

4) PROMOTION SUPERIEURE DU TRAVAIL : 17

11 d'entre eux ont obtenu le DUT après **validation d'acquis professionnels** et compléments de formation. Deux textes fondent cette procédure: d'une part la loi de 1985 qui permet à des candidats d'accéder à des études supérieures en les dispensant de certains enseignements; d'autre part la loi de 1992 et son décret de 1993 qui permet de délivrer une partie du diplôme au vu de leur expérience professionnelle et/ou sur épreuves spéciales.

Ces 11 diplômés sont tous en activité professionnelle. L'obtention du diplôme ne se traduit pas par une promotion dans l'immédiat, mais permet à certains d'entre eux d'aborder une formation d'ingénieur. Elle conforte les autres dans leur poste ou facilite un changement d'entreprise ou d'activité.

Les 6 autres ont préparé le DUT en trois ans par cours du soir, puis de l'après-midi, et le samedi matin. Ceux qui n'ont pas la

nationalité française rencontrent des difficultés lors de l'embauche (deux auditeurs). Les autres sont en activité.

5) DUT PAR APPRENTISSAGE (1)

Cette formule démarre en octobre 1996 avec 7 apprentis. Elle s'adresse à des étudiants qui, pour des raisons valables, doivent interrompre un cycle d'une ou deux années d'études après le baccalauréat,

validées ou non. S'ils font preuve d'autonomie, de maturité, de caractère, ils peuvent obtenir le DUT en deux ans (1500 heures à l'I.U.T. + travail personnel + séquences en entreprise avec tuteur).

Trouver une entreprise partenaire demande obstination et un bon carnet d'adresses.

*
* *

A ces 168 DUT de 1996, il convient d'ajouter, pour le chapitre « insertion professionnelle » une trentaine de DUT de 1995 qui viennent d'être libérés des obligations militaires. Début décembre, on totalisait plus de 90 % de réponses sur l'effectif sollicité.

(1) Renseignements : Bngitte LECLERC,
tél.: 01.41.24.11.33.

L'INSERTION PROFESSIONNELLE

I. LE MARCHÉ DE L'EMPLOI

1. LES DUT DE GENIE ELECTRIQUE

Ils ne sont pas trop malmenés par la crise. En tant que bac + 2, ils sont au confluent de deux tendances contraires : dévalorisation des diplômes CAP, BEP, bac F et révision à la baisse de l'embauche des bac + 5. Ce fait est accentué dans la mesure où ce sont les petites entreprises qui embauchent.

Si l'on se réfère au rapport publié en mai 1995 par la Fédération des Industries Electriques et Electroniques (FIEE), la situation des DUT formés par les 52 départements de Génie Electrique est loin d'être dramatique. Et encore cette fédération de grands constructeurs ne peut recenser les multiples besoins de tous les utilisateurs d'électronique et d'informatique industrielle.

2. EXTRAITS DU RAPPORT DE LA FIEE (1995)

La transformation des activités et de la main d'œuvre du secteur a agi dans le sens d'un recours accru aux diplômés. De fait, la qualification des personnels employés dans ces industries est exceptionnellement élevée, la part des ingénieurs et cadres représentant 25 % des effectifs. Mais la caractéristique essentielle de l'élévation générale du niveau des qualifications est la montée du niveau III (Bac + 2).

Cependant, l'augmentation du taux de poursuite d'études des DUT a eu pour conséquence de tarir les sorties vers l'entreprise. Aussi, tout en étant prudent

en matière de flux, et en étudiant soigneusement les localisations géographiques, il conviendrait à l'avenir de privilégier l'augmentation des capacités d'accueil dans les IUT, la population des techniciens supérieurs devant continuer à augmenter dans les I. E. E.

Sur le plan technique ces diplômés sont très appréciés. Il faut conserver une formation technique large et solide. Mais la nécessité pour certains domaines d'application d'introduire des éléments de spécialisation, et de manière plus générale l'augmentation des exigences des entreprises dans les domaines non techniques (communication, organisation, langues, relations humaines) peut justifier la mise en place d'une troisième année. Ces compléments de formation permettraient sans doute d'alléger les formations continues qui sont nécessaires pour passer du niveau technicien au niveau ingénieur //.

3. SITUATION LOCALE

Il n'y a pas d'annonces dans la presse pour les débutants, mais seulement pour les techniciens supérieurs confirmés. Il faut savoir décoder : un employeur qui recherche un DUT avec un an d'expérience acceptera de rencontrer un débutant volontaire.

Ce n'est plus l'abondance des années 70-90. Cependant, depuis mai 1994, les offres parviennent régulièrement à l'I.U.T., fruits d'un réseau patiemment constitué depuis trente ans. Elles émanent des anciens élèves, de leurs employeurs, et du bouche-à-oreille. Ce réseau est très apprécié par les DUT qui trouvent à 90 % leur emploi par l'IUT. Le délai d'em-

bauche moyen est de deux à trois mois et varie selon les individus et la taille des entreprises. Certains rencontrent de réelles difficultés, d'autres sont embauchés en trois semaines.

Quelques offres proviennent des grandes entreprises. Elles se comptent à l'unité (Renault, Canal +, TF1, TDF, Matra Communication, Matra British Aerospace). Ce sont surtout les petites entreprises qui recrutent.

4. PROFIL DE L'EMPLOYEUR EN 1996

Il a créé une petite entreprise, se bat pour obtenir des commandes et survivre. Il attend une réponse rapide, car l'obtention du marché est liée à l'embauche d'un collaborateur pour démarrer l'étude. Il souhaite qu'il soit opérationnel le plus vite possible. L'idéal serait que ce débutant assure la prestation d'un professionnel confirmé. Comme ce cahier des charges est intenable, il accepte d'investir en formation, mais ne peut différer longtemps le retour sur investissement, si bien qu'il retient le plus dynamique et le plus volontaire, une fois vérifié (ou avant de vérifier) le niveau technique.

Plus souvent formé sur le terrain que par la grande école, il n'a pas le culte du diplôme d'ingénieur. D'ailleurs, vouloir classer des bac + 2, + 3, + 4, + 5 dans une microstructure relève de l'absurde. Le bac + 2, concret, correspond à ce qu'il recherche.

Ses exigences portent sur le niveau technique et surtout sur la personnalité. Les horaires d'une petite entreprise sont lourds, avec des coups de collier. Le plan

de carrière n'a aucun sens. La réussite n'a qu'un vague rapport avec le diplôme, elle est fonction de l'investissement personnel et du succès de la société. Il y a bien des risques, mais tous les espoirs sont permis si l'entreprise réussit. **On n'embauche pas sur un diplôme, mais sur des compétences et une personnalité.**

Remarque : Certains employeurs auraient-ils pu, à vingt ans, fournir les prestations qu'ils attendent des débutants ?

II. LES EMPLOIS DES DUT DEBUTANTS

On peut les classer en trois catégories principales : le laboratoire d'études, où l'on conçoit et développe prototypes et petites séries, le support technique et les activités technico-commerciales. Nettement distinctes dans une grande structure, elles se conjuguent dans une petite entreprise.

1. ETUDE ET DEVELOPPEMENT DE PROTOTYPES (40 % de l'effectif)

De 1967 à 1985 environ, ce secteur embauche 60% au moins des débutants. Il offre l'avantage de s'inscrire dans la suite logique de la formation, de permettre au diplômé de s'adapter progressivement à la vie professionnelle et d'acquérir une réelle compétence facilitant soit une progression dans ce secteur soit une évolution vers d'autres fonctions, voire un changement d'entreprise.

Téléphone mobile, télévision par satellite ou par câble, climatisation, organes de sécurité automobile (ABS, Airbag...) machine à commande numérique, caisses de grands magasins, distributeurs de billets... tous ces produits possèdent des fonctions électroniques. Le technicien d'études en électronique participe aux phases de conception qui précèdent l'industrialisation de ces équipements.

Partant du cahier des charges défini avec le client, c'est l'ingénieur qui va spécifier les différentes fonctions électroniques du produit à concevoir. La spécification précise ce qui « entre » et ce qui « sort » de chaque module à réaliser. Le technicien va alors proposer un **schéma de principe et met en œuvre les grandes fonctions**

de l'électronique : alimentation, amplification, traitements analogiques ou numériques...

Il valide son schéma à l'aide d'outils informatiques de conception assistée par ordinateur. Sur l'écran de l'ordinateur, il compose le schéma à partir de bibliothèques de composants (diodes, transistors, circuits intégrés analogiques ou numériques...). Le fonctionnement est ensuite simulé à partir des entrées définies par les spécifications. Les signaux observés en divers points du circuit permettent de contrôler la fonction étudiée. Si le fonctionnement est validé, on passe à la **réalisation du prototype.** L'ordinateur est toujours présent soit pour programmer directement un circuit intégré qui englobe toute la fonction, soit pour réaliser le placement routage automatique d'une carte électronique. **Le prototype est ensuite testé :** le technicien effectue des mesures permettant de vérifier la conformité du fonctionnement (tests fonctionnels) et des signaux caractéristiques (tests paramétriques). Ces essais peuvent aussi être réalisés à l'aide de bancs de mesures informatisés qu'il est chargé de programmer. Tout ceci fournit les éléments nécessaires au lancement de la fabrication. Le technicien d'étude devient alors l'interlocuteur privilégié de l'équipe chargée de l'industrialisation du produit (bureau des méthodes).

A chaque étape de la conception d'un produit électronique l'ordinateur est présent. Le technicien en électronique doit maîtriser parfaitement son utilisation. **Mais l'ordinateur n'est qu'un outil d'aide à la conception qui permet de valider des solutions complexes difficiles à modéliser. En aucun cas il ne remplace la créativité attendue d'un technicien de bureau d'études.**

*
* *

Les postes de ce type se raréfient en regard des trois décennies précédentes. La baisse des crédits militaires et une forte concurrence internationale entraînent les restructurations de THOMSON CSF, MATRA, DASSAULT, AEROSPATIALE : plus ou pratiquement plus d'embauche dans ces sociétés qui étaient grosses consommatrices de DUT et d'ingénieurs. Les quelques embauches

récentes sont rémunérées à 10.000 F mensuels bruts (500 F). En revanche, il y a plus d'offres du côté des PME (8 000 F par mois) et là on demande parfois à un DUT débutant plus qu'à un ingénieur confirmé.

Voici quelques exemples d'activités confiées aux débutants :

// *Mon travail consiste à modéliser des composants logiques sur stations de travail à l'aide d'un langage de description logique, afin de simuler leurs comportements avant la réalisation d'une carte prototype //*

Christophe, assistant ingénieur
à l'IPN d'Orsay

// *J'ai été embauché au sein de la division « composants ». Mon but est de développer des logiciels et des maquettes électroniques afin de tester différents composants en les bombardant de particules. Ces composants sont ensuite placés dans des satellites. Tous les tests sont réalisés dans les accélérateurs de particules. Ceci implique plusieurs déplacements en France et à l'étranger... Je vais également suivre des cours sur la radioactivité dans l'espace //*

Eric, Matra Marconi Space

// *Je travaille dans une entreprise de prestation intellectuelle (8 ingénieurs, 2 techniciens, une secrétaire comptable). La principale activité de l'entreprise est la conception d'Asic... Je travaille sur des cartes numériques : mes outils de travail sont l'Unix et le Dos. J'interviens dans toutes les phases :*

- étude (chronogrammes, simulations VI IDL, utilisation de composants programmables PAL-FPGA).
- réalisation du circuit imprimé, avec logiciel de placement/routage sous windows.
- commande par téléphone de composants actifs et passifs.
- mise au point de la carte (langage C et un peu d'assembleur) //

Maxime, Tak'Asic

2. SUPPORT TECHNIQUE (46 % de l'effectif)

Il s'agit d'installer un matériel, de le mettre en route, de former l'utilisateur et d'assurer sur le site la maintenance pré-

ventive et l'intervention d'urgence. Les domaines concernés sont l'instrumentation électronique, l'informatique appliquée aussi bien au secteur industriel qu'au secteur tertiaire, le médical.

Olivier doit assurer la maintenance technique d'un parc de 800 appareils médicaux, avec 80% du temps en déplacements et quatre nuits d'hôtel par semaine. Il installe, dépanne, rédige des rapports, doit veiller au renouvellement du stock de pièces de rechange. Dans d'autres cas, le secteur est nettement plus limité sur le plan géographique. Par exemple, Victor assure sur le site de Roissy principalement des interventions sur des systèmes de haute technologie (électronique, informatique, automatismes, accélérateur électrostatique) appliqués au contrôle radioscopique du fret aérien ou routier. Il précise que son activité implique de nombreux contacts avec les sous-traitants et les fournisseurs.

3. ACTIVITES TECHNICO-COMMERCIALES

Le profil du commercial ayant de très bonnes compétences techniques est très recherché dans les domaines de l'électronique et de l'informatique industrielle où les matériels et systèmes sont de plus en plus complexes, avec une part croissante de logiciel. La culture technique demandée pour appréhender ces systèmes et les défendre devant le client n'existe pas dans des études purement commerciales.

Ce type d'activité offre de belles perspectives de carrière et des rémunérations stimulantes, en échange d'un fort investissement personnel et d'une efficacité qui se mesure au chiffre d'affaires.

Il est conseillé au DUT qui désire s'y investir de suivre une formation technico-commerciale en un an, sous forme de contrats d'apprentissage, rémunérés à hauteur de 53% du SMIC. Cette formation existe à l'I.U.T. (16 places par an) selon des modalités exposées plus loin, dans la rubrique « poursuite d'études ».

Elle se fait en partenariat avec les entreprises et est sanctionnée par un Diplôme National de Technologie Spécialisée (DNTS).

III. CONDITIONS D'EMBAUCHE

1. LES CONTRATS

46 % des nouveaux embauchés ont un contrat à durée indéterminée (CDI). 53 % à durée déterminée (CDD). Les sursitaires entrent automatiquement dans cette dernière catégorie. Les CDD peuvent être transformés en CDI si la prestation du jeune embauché et les perspectives de l'entreprise le permettent.

2. LES TYPES D'ENTREPRISES

– 43 % ont été embauchés dans les grandes entreprises. Ces dernières ont réduit les embauches, mais procèdent au recrutement au coup par coup. On citera TDF, Canal +, Elf Antar, Matra British Aerospace, Matra Marconi Space, Nortel Matra Cellular, Renault.

– 57 % ont été embauchés dans des PME ou TPE.

3. LES SALAIRES

En salaires mensuels bruts, le minimum est de 7 500 F, le maximum de 12 900 F.

Une moyenne arithmétique n'a pas grand sens. Il convient d'éviter les généralisations hâtives. En règle générale, les grandes entreprises proposent des salaires qui tournent autour de 10 000 F, avec treizième mois, intéressement et avantages divers liés aux comités d'entreprise. Celles qui relèvent de la Convention Collective de la Métallurgie appliquent les accords en vigueur : niveau IV-1 coeff. 255 à l'embauche, salaire défini au centime près et à la minute près (ex. : 10 555 F pour un horaire mensuel de 166 h 83 sur la base d'un horaire de 38 h 50).

Dans une PME, tout se négocie. Les salaires tournent plutôt autour de 8 000 F, avec révision ultérieure selon l'efficacité du débutant et la santé financière de l'entreprise (8 500 au bout de 2 mois, 9 000 au bout de trois, etc...).

IV. LES ECUEILS

1. LES TESTS TECHNIQUES

La rencontre entre un professionnel pressé et un débutant dont les neurones sont en jachère après un an d'interruption réserve des surprises désagréables pour le second surtout si l'émotivité s'en mêle.

On ne saurait trop conseiller aux DUT qui rentrent de l'armée de réviser les bases de l'électronique, le langage C, avant de se présenter en entretien. L'employeur ne demande pas des connaissances approximatives sur des problèmes complexes, mais des réponses claires, rapides sur des bases simples bien maîtrisées, (Transistor à émetteur commun, bascule RS, passe-bas 1er ordre, PLL par exemple)

2. LES ENTRETIENS

Dès la première année une cinquantaine d'heures sont consacrées à la préparation des démarches, un tutorat est mis en place ainsi qu'un soutien pour pallier les défaillances. Sur les deux années, les enseignants sollicitent en permanence la participation active des étudiants. Les occasions d'entretiens formels et informels sont multiples. Dans la majorité des cas, les étudiants réussissent ces entretiens, que ce soit lors d'une embauche ou d'une poursuite d'études, mais subsisteront toujours quelques timides, les indécis et, tous ceux qui ont du mal à s'exprimer. On peut les accompagner dans la rédaction d'une lettre et d'un C.V., mais il est impossible de passer les entretiens à leur place, tandis que ceux qui ont, comme ont dit, « la pêche », se font recruter assez rapidement.

Avoir un projet professionnel, savoir et vouloir ce que l'on cherche, savoir où et comment le trouver ne s'improvise pas. Il faut une information, des pistes, une réflexion et une maturation préalables. Ceci écrit, il n'y a pas de recettes pour réussir un entretien. On n'a jamais vu une personnalité émerger d'un discours stéréotypé.

3. LE SERVICE NATIONAL

Sa suppression facilitera l'embauche et surtout l'organisation des stages de fin d'études. Les PME qui prévoient une embauche à court terme peuvent tester en trois mois de stage un futur collaborateur, avant de le recruter.

Un an d'interruption n'arrange rien. Pire, certains diplômés ne pourront, être appelés que le 1er février 1997, alors qu'ils souhaitaient être incorporés soit en août soit en octobre 1996. Que faire en attendant, si ce n'est trouver un CDD, un travail intérimaire, voire un « petit boulot » ?.

LA POURSUITE DES ETUDES

I. LA FINALITE PROFESSIONNELLE DES I.U.T.

Les I.U.T. ont vocation professionnelle: assurer un débouché lisible au bout de deux ans. Cet objectif demeure, ce qui se traduit par d'importants investissements en matériel financés en partie par des ressources propres, et un poids important accordé aux enseignements pratiques, aux projets et au stage, ainsi qu'aux comportements qui s'y rattachent.

Dès 1966, la poursuite d'études était prévue, mais à titre exceptionnel et ne devait concerner que 10 à 15 % de l'effectif.

Les premières promotions viennent à l'I.U.T. pour obtenir un débouché rapide et n'envisagent pas d'études longues. Elles n'en pâtiront pas, comme le montre l'enquête de 1992. Le contexte économique était favorable, la diplomite moins aiguë.

II. AUGMENTATION DU TAUX DE POURSUITE D'ETUDES

Le taux de poursuite d'études va augmenter: 25 % en 1976, 40 % dans les années 80, 70 % dans les années 90 et la possibilité de poursuite d'études deviendra la principale motivation des candidats.

Ce phénomène a des causes diverses.

1. LA GESTION DES CARRIERES DANS LES GRANDES ENTREPRISES

Les diplômés qui investissent les PME, les activités technico-commerciales, où l'efficacité se mesure aux résultats, ne souffriront pas de l'absence du diplôme d'ingénieur. Il n'en n'est pas de même pour les DUT qui travaillent dans les laboratoires d'études des grandes entreprises. Ce sont les secteurs qui recrutent la majorité d'entre eux (de l'ordre de 60 %).

En ce qui concerne les études pures, l'embauche prioritaire d'ingénieurs se justifie, car ces secteurs nécessitent le maniement d'outils théoriques puissants. Cette attitude est moins fondée pour d'autres domaines plus technologiques, mais les

études de postes ne sont pas toujours faites finement, et l'embauche généralisée de bac + 5 pour des postes qui pourraient être tenus par les bac + 2 devient la solution de facilité.

La conséquence ne se fait pas attendre: l'embauche massive de jeunes ingénieurs pris directement en position de cadre sans avoir à faire leurs preuves bloque la promotion des techniciens supérieurs confirmés qui conseillent vigoureusement à leurs futurs collègues de poursuivre leurs études (enquêtes de 1987 et 1992).

2. L'AUGMENTATION DU NOMBRE D'ETUDIANTS

C'est une bonne chose pour la collectivité et la personne. Une formation poussée est une assurance pour les conversions futures et elle diminue les risques de chômage. En contrepartie, le diplôme se banalise et on va assister à un relâchement du lien entre son obtention et l'assurance d'un emploi doublé d'un statut.

La décennie 1980-1990 se traduit par la volonté de conduire 80 % d'une classe d'âge au niveau du baccalauréat. Pouvoirs publics et employeurs réclament à cor et à cri le doublement des formations d'ingénieur, dont le nombre augmente de 23 % de 1991 à 1995. Du coup, le DUT qui était le dernier diplôme avant celui d'ingénieur, devient le premier niveau au-dessus du baccalauréat.

3. UN PROBLEME CULTUREL

Nous cumulons le culte du diplôme initial, celui des filières fondées sur l'abstraction et l'illusion du diplôme pour la vie. Les étrangers sont surpris de constater qu'un jeune diplômé bac + 5 est embauché d'emblée comme cadre sans avoir fait preuve de ses capacités à encadrer. On qualifie encore, dans la vie professionnelle, un quinquagénaire par le diplôme qu'il a décroché un quart de siècle auparavant.

La formulation de la commission du Titre d'Ingénieur mérite le détour :

Un ingénieur est

« Une personne ayant suivi une formation supérieure longue, scientifique et technologique, comportant un enseignement

théorique et pratique sanctionnée par un diplôme ».

Tandis qu'un technicien est défini comme

« Un personnel technique formé en deux ans dans le cadre de l'enseignement supérieur ».

Comment s'étonner que les DUT se ruent vers les poursuites d'études, si c'est le seul moyen de sortir du « personnel » pour devenir une « personne » ? On ne peut incriminer les jeunes et leurs parents d'assurer tout d'abord une formation qualifiante et monnayable, puis de la continuer par une formation longue si celle-ci ouvre de meilleures perspectives, un plus grand prestige social et un meilleur salaire. Qui plus est, le profil « DUT + diplôme d'Ingénieur » retient davantage le recruteur que le profil « classes préparatoires + diplôme d'Ingénieur », sauf évidemment lorsqu'il s'agit de très grandes écoles hors de portée des DUT.

III. LES REMISES EN QUESTION

La crise sert de révélateur.

1) A avoir trop de bac + 5, les entreprises vont se transformer en armées mexicaines. La gestion de leurs carrières devient difficile et ils se sentent déqualifiés par le sous emploi sur des postes pour lesquels ils ne sont pas préparés et dont ils ne s'acquittent pas toujours très bien. Obtenir un diplôme de cadre sur des critères scolaires n'implique pas la capacité d'encadrer une équipe. Beaucoup de futurs ingénieurs connaissent mal la situation, et se voient volontiers comme chefs de projets ou cadres supérieurs. Ils tombent de haut lorsqu'ils se retrouvent utilisés comme « super techniciens » qui devront faire leurs preuves sur des qualités personnelles et non sur le diplôme pour accéder à de réelles responsabilités.

2) Les grandes entreprises d'électronique ont considérablement freiné, pour ne pas dire arrêté, le recrutement. Lorsqu'elles le reprendront, rien ne dit que ce sera au bénéfice exclusif des bac + 5. Selon les responsables des Ressources Humaines, les bac + 2 reprendront leur place, assortie, cette fois-ci, de perspectives de carrière.

3) Dans le secteur concerné, les classifi-

cations qui séparent cadres et non cadres datent de 1975. A cette époque, on pouvait distinguer les fonctions du technicien supérieur de celles de l'ingénieur. Mais les métiers ont évolué. La simulation a remplacé les études de faisabilité. Dans ce créneau, on a besoin de quelques ingénieurs de haut niveau utilisant de puissants outils mathématiques et informatiques. Le gros des cadres sera de plus en plus constitué d'hommes de terrain, plus réalisateurs que purs concepteurs, et de technico-commerciaux. De ce fait, l'expérience acquise, l'efficacité prouvée tendront à se substituer au seul diplôme pour accéder à cette position de cadre qu'il faudra redéfinir.

4) Dans la lettre de l'Etudiant du 29 janvier 1996, Dominique de CALAN, délégué général adjoint de l'Union des Industries Métallurgiques et Minières (UIMM) secteur qui comporte deux millions de salariés, dont la plupart des diplômés de génie électrique, tient les propos suivants :

« Le seul critère de classification possible devra s'appuyer sur les compétences exigées pour exercer un emploi. Comment confier l'encadrement d'une équipe à quelqu'un sur la seule base de réussite à un examen passé à 20 ans ? Pour un poste à responsabilités, il faudra évaluer les connaissances du candidat, ainsi que ses capacités à encadrer, ses aptitudes relationnelles et sa capacité à générer de la valeur ajoutée. Cela n'a rien à voir avec un diplôme... Tout le monde semble d'accord, mais personne ne veut l'admettre : les médias parce que ça choque leurs lecteurs, les entreprises parce que ça va remettre beaucoup de choses en cause dans l'encadrement ».

5) Les gisements d'emplois se situent actuellement du côté des petites entreprises. Leurs créateurs sont rarement des diplômés de grandes écoles : sur la cinquantaine d'anciens élèves qui ont créé leur entreprise, seuls quatre ont poursuivi leurs études. Ils n'ont pas le culte du diplôme. D'ailleurs, comment une petite structure d'une dizaine de personnes peut-elle classer ses collaborateurs selon qu'ils sont bac + 2, bac + 3, bac + 4, bac + 5 ? La rémunération et la progression salariale sont liées à la santé de l'entreprise et à l'efficacité de ses employés. A l'embauche, la différence de salaire entre un

DUT et un ingénieur sera de l'ordre de 1 000 F. mensuels. Au bout d'un an, le second sera dépassé par le premier s'il est plus efficace. Impensable dans une grande entreprise.

IV. CONTINUER OU NE PAS CONTINUER ?

1) 250.000 bac + 5 par an pour 60 à 80.000 places de cadres, fonction publique et secteur privé confondus. Il y a de quoi s'interroger. Mais, heureusement, les bac + 5 électroniciens représentent 7 à 8000 diplômés par an. Ils doivent trouver l'emploi qui correspond à leurs aspirations.

2) La FIEE (Fédération des Industries Electriques et Electroniques), qui regroupe les constructeurs de matériels analyse ainsi la situation dans son rapport de mai 1995 :

« Les I.E.E. constituent encore l'un des grands secteurs d'accueil des ingénieurs, et en particulier dans la fonction recherche-développement. En outre, de plus en plus de diplômés de l'enseignement supérieur possédant une compétence dans le domaine, et en particulier dans celui des technologies de l'information et de la communication sont recherchés par un nombre plus important d'entreprises, dans un éventail toujours plus large d'activités.

En ce qui concerne l'évolution souhaitable des flux d'ingénieurs diplômés dans les spécialités électrotechnique, électronique et informatique, la profession considère qu'une progression modérée, de l'ordre de 3 % à 4 % par an, et régulière, permettrait de répondre à l'évolution des besoins de l'industrie et des services. Au plan qualitatif, les industriels souhaitent que les profils d'ingénieurs formés soient diversifiés ils sont donc attachés à la diversité des systèmes de formation, des recrutements à l'entrée des écoles, et à l'habilitation au cas par cas telle qu'elle est pratiquée par la Commission des Titres d'Ingénieurs ».

3) Un DUT qui désire travailler de suite peut préparer un diplôme d'ingénieur. Trois filières principales s'offrent à lui. La plus ancienne est celle du Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM) : compter six ans, dont la majeure partie en

cours du soir et du week-end. La seconde est la filière Fontanet (1974) qui permet à un DUT ayant trois ans d'expérience professionnelle de reprendre à temps complet une formation d'ingénieur. La plus récente (1989) est la filière Decomps qui permet à un DUT ayant au moins cinq ans d'expérience confirmée de reprendre en alternance une formation diplômante. Cette dernière filière est sans doute la mieux adaptée aux DUT. Depuis 1990 existe à l'I.U.T. de Cachan une formation de ce type, menée en partenariat avec l'I.U.T. de Ville d'Avray et un centre de formation interentreprises. Elle s'intitule NFI-TEAN (Nouvelle Formation d'Ingénieur en Techniques Electroniques Analogiques et Numériques).

Maintien du salaire et coût de la formation sont pris en charge par les entreprises dans le cadre du plan de formation, ou par divers organismes paritaires. Ce type de formation s'adresse à des adultes motivés qui doivent concilier vie professionnelle, vie familiale, travail personnel pris en partie sur les loisirs.

Par rapport aux 7 000 ingénieurs électroniciens diplômés chaque année, la formation continue en produit au mieux 500. **Mieux connue et reconnue, plus valorisée et intégrée à la vie professionnelle, elle inciterait davantage de bac + 2 à entrer de suite dans la vie active.**

4) Conclusion pratique : un DUT qui veut poursuivre ses études a intérêt, dans l'état actuel des choses, à le faire. La Profession peut absorber les ingénieurs électroniciens-informaticiens. Encore faut-il que son désir s'inscrive dans un projet professionnel cohérent, en fonction de ses aptitudes et des débouchés, avec toutes les précautions qu'il convient de prendre au milieu des mutations et incertitudes économiques. Il doit savoir que le diplôme ne sera plus le seul garant de sa carrière.

Dès la première année jusqu'au sortir de l'IUT, les étudiants sont dans la définition de ce projet : une cinquantaine d'heures de formation générale, un tutorat, de nombreux entretiens individuels souvent informels aboutissent à la constitution d'un dossier construit et rédigé pour que les choix soient fondés et les chances évaluées.

V. LA POURSUITE DES ETUDES

EN 1996**1. STATISTIQUES**

– Pour le cycle normal : **63 % de l'effectif**, répartis ainsi : **38 %** en école d'ingénieur (19 % public, 13 % privé, 6 % apprentissage), **10 %** en second cycle universitaire, **8 %** en Grande Bretagne, **3 %** dans les filières technico-commerciales, **2 %** en IUP, **2 %** en spécialisations diverses.

– Pour l'année spéciale : **55 %**

– Pour l'enseignement à distance : **8 %**

2. FILIERES SANCTIONNEES PAR UN DIPLOME D'INGENIEUR

On y est admis, dans la plupart des cas, sur dossier et entretien. Quelques écoles publiques et surtout privées ont organisé un concours commun sous l'égide de l'ENSEA. Ce concours comporte trois volets : épreuves écrites (QCM de Math, Electronique, Anglais), examen du dossier, épreuves orales (électronique et entretien).

L'esprit de l'I.U.T., orienté vers le savoir faire professionnel, le travail en équipe et le comportement, est peu compatible avec la préparation d'un concours, avec la part de bachotage qu'elle implique. Les BTS qui suivent les classes de Mathématiques Spéciales TS créées à leur intention s'inscrivent mieux dans cette optique et la plupart des DUT s'oriente plutôt vers les admissions sur dossier et entretien.

Ces écoles d'ingénieur sont de nature différente. Sommairement, on en distinguera quatre :

a) Des filières **très sélectives**, du type ENSI, qui recrutent essentiellement à partir des classes préparatoires et des meilleurs DEUG. Ils admettent des DUT à dose homéopathique. L'accès est réservé aux deux ou trois premiers de la promotion, nantis d'une excellente note de mathématiques. Cet élitisme affiché aboutit, en octobre 1996, à ce que certaines ENSI n'ont pu pourvoir leur contingent de DUT.

b) Des filières publiques **plus accessibles aux DUT**, qui constituent 30 à 70 % des effectifs. Ce sont les écoles universitaires d'ingénieur, du type IRESTE, ENSSAT,

FIUPSO, EUDIL...

c) **Des écoles privées** qui recrutent sur dossier et entretien : l'ISEN, l'EFREI s'inscrivent en tête des choix. Compter 25 à 35 KF par an.

d) **Les formations par l'apprentissage** méritent l'attention. La notion d'apprentissage, courante Outre-Rhin, où un dirigeant de haut niveau sur trois en est issu, est souvent méprisée en France. On songe à l'apprenti coiffeur, mais on ne pense pas à l'interne en médecine formé, lui aussi par l'apprentissage. Cette formule convient à un DUT mûr et autonome, qui trouvera une formation où le savoir alterne avec le savoir-faire en situation réelle, avec une rémunération qui va, selon l'âge et l'année, de 41 à 78 % du SMIC.

Le recrutement se fait sur dossier, tests techniques, psychotechniques, culture générale et entretien. Au terme de son parcours, l'étudiant aura son DUT, son diplôme d'ingénieur, et trois ans d'expérience, ce qui valorise son curriculum vitae par rapport à celui du débutant intégral.

Le plus difficile est de trouver une entreprise qui accepte de s'engager par contrat.

« suit avec intérêt les expériences de formation supérieure par la voie de l'apprentissage. La profession pense toutefois que ces filières doivent rester en nombre limité, et ne se justifient que pour pallier des lacunes concernant des qualifications pour lesquelles une participation forte de l'entreprise est indispensable ».

Plus brutalement dit, les recruteurs des grandes entreprises trouvent suffisamment d'ingénieurs sur le marché pour souscrire à cette formule. Evidemment, il y a toujours des exceptions. Les PME sont plus coopérantes, dans la mesure où un DUT assez rapidement opérationnel, même employé à mi-temps, est peu coûteux par le biais des diverses exonérations que le statut d'apprenti lui apporte. Il faut veiller aux effets pervers de la tentation qui consisterait à utiliser à moindre coût les compétences d'un bac + 2, sans lui apporter une réelle valeur ajoutée en termes de formation plus qualifiante.

La formation par l'apprentissage est une formation personnalisée qui demande le double tutorat de l'école et de l'entreprise.

Il ne faut pas se faire d'illusions, elle ne sera jamais une formation de masse. En 1996, la région Ile de France, toutes écoles confondues, représente une centaine de places pour les bac + 2, avec cinq fois plus de candidats

3. LES SECONDS CYCLES UNIVERSITAIRES

Il s'agit des licences et maîtrises d'ingénierie électrique ou EEA (électronique, électrotechnique, automatique) de Paris VI, Paris XI essentiellement, qui permettent soit une admission sur titre en seconde année d'école d'ingénieur, soit l'accès en IUFM (au niveau de la licence), soit la poursuite vers un troisième cycle. Il convient de se renseigner sur les débouchés et de mûrir son projet avant de s'y engager.

Certaines maîtrises professionnalisées sont demandées, comme l'audiovisuel à Valenciennes. Attention, le nombre de places est limité et la demande en croissance.

4. POURSUITE D'ETUDES EN GRANDE-BRETAGNE

En raison d'accords passés avec sept universités – Sheffield, Cardiff, Leicester, Liverpool, Manchester, Nottingham, Huddersfield – cette formule originale permet, avec le DUT d'entrer en dernière année du 1er cycle d'études universitaires britannique et d'obtenir le diplôme de « Bachelor of engineering » (B.Eng.) ou Bachelor of Science (B.Sc.).

En poursuivant une formation technique, l'étudiant découvre une pédagogie différente fondée sur l'autonomie, une culture et civilisation autres, et revient avec une très bonne connaissance de l'anglais, ce qui constitue un atout de premier ordre lors d'une embauche, notamment dans les relations technico-commerciales.

En fonction de ses résultats à l'examen de fin de B.Eng. ou de B.Sc. l'étudiant peut se voir offrir la possibilité de continuer un an afin d'obtenir le diplôme de « Master of Science » (M.Sc), diplôme dont l'équivalence est reconnue en France avec la maîtrise. (Plusieurs anciens de Cachan font même actuellement un doctorat en Grande-Bretagne).

Bien que les objectifs visés par ces pour-

suites d'études en Grande-Bretagne ne comprennent pas une entrée différée en école d'ingénieur, celle-ci reste envisageable. Il faut bien sûr tenir compte du *numerus clausus*, de la difficulté de classer des étudiants de promotions différentes, de la limite d'âge de 22 ans imposée par certaines écoles, des problèmes de sursis, de P.M. ou de P.M.S.

5. FILIERES TECHNICO-COMMERCIALES

Deux DUT ont choisi des Ecoles de Commerces qui forment en deux ans des cadres technico-commerciaux à partir des DUT de secteur secondaire.

Il existe depuis 1982 à l'I.U.T. une formation de cadres technico-commerciaux en instrumentation électronique et informatique industrielle conduite de 1982 à 1989 en partenariat avec Hewlett-Packard. Actuellement, elle se fait en un an sous

forme de contrats d'apprentissage qui assurent une rémunération correspondant à 53 % du SMIC. Leurs détenteurs doivent être dégagés des obligations militaires ; il est assez fréquent que le contrat d'apprentissage débouche sur une embauche, et que l'entreprise entende ainsi bénéficier du retour sur investissement. Cette formation est sanctionnée par le DNTS (diplôme national de technologie spécialisée) depuis le 31 juillet 1995.

De septembre à mars, les apprentis sont à l'I.U.T. deux ou trois jours par semaine, le reste du temps en entreprise. D'avril à septembre, ils sont en entreprise.

Les enseignements portent sur des compléments en informatique (PC et logiciels en bureautique. Unix et applications sous Unix - Réseaux et téléinformatique), en instrumentation (BF, hyperfréquences et optique, instrumentation programmable), de l'économie, du droit, de l'organisation

commerciale, de la communication (français et anglais), et des projets tutorés

6. LES PREMIERES IMPRESSIONS DES DIPLOMES EN ECOLE D'INGENIEURS

Elles sont bonnes dans l'ensemble : locaux bien équipés, enseignement de qualité. L'ambiance est tantôt chaleureuse avec « des professeurs passionnés et passionnants », tantôt jugée bien scolaire.

Souvent, une formation spécifique accueille les DUT, à grand renfort de Mathématiques et de Physique. On est plutôt à l'aise en mathématiques, mais on souffre beaucoup, vraiment beaucoup, en physique. Attention à l'électromagnétisme. L'électronique, tant analogique que numérique, constitue une révision et un élargissement du programme de l'I.U.T. Aucun problème de ce côté.

CONCLUSION

1. Les temps sont difficiles et les employeurs exigeants. Mais la sinistrose n'est pas de mise et il y a de bons emplois. Les activités de laboratoire d'études se raréfient, mais ne disparaissent pas ; 40 % des débutants les ont trouvées. Les activités de terrain : support technique et technico-commercial sont de loin les plus proposées et 46 % des débutants les ont choisies.

Les débutants se retrouvent dans les PME (57 %), mais les grandes entreprises continuent une embauche au coup par coup (43 %). La moitié des embauches se fait en CDI, l'autre moitié en CDD. Les salaires vont de 7 500 F bruts à 12 900 F, avec deux moyennes : 8 000 F pour les PME, 10 000 F pour les grandes sociétés (± 500 F).

Partout, on souhaite de six mois à un an d'expérience, mais on accepte un débutant, s'il est de bon niveau technique et surtout s'il est ouvert, combatif, volontaire. Le comportement, la motivation, le contact font la différence.

Les délais d'embauche vont de trois semaines dans une PME à deux ou trois mois dans une grande structure. Un mauvais niveau technique, et surtout la timidité, le manque de dynamisme, un rela-

tionnel défectueux ne pardonnent pas. Le QE (quotient émotionnel ou relationnel) est au moins aussi important que le QI (quotient intellectuel).

2. Les poursuites d'études concernent 63 % du cycle normal, dont 38 % de l'effectif des 108 D.U.T. en filière d'ingénieur. La profession peut absorber les 7 000 ingénieurs et les 7 000 DUT diplômés chaque année en génie électrique.

3. Attention : l'évolution des métiers et des structures rend caduque cette croyance que le diplôme assure à tout jamais un emploi, un statut, une carrière. En guise de conclusion, on peut citer le propos de Claude Thélot, Directeur de l'Evaluation et de la Prospective au Ministère de l'Education Nationale (Projet 14, rue d'Assas 75006 PARIS Réf. 244/1995 p. 21 et 22).

« Je crois surtout que l'articulation entre emploi et diplôme va devenir de plus en plus lâche dans les vingt ans à venir comme déjà aujourd'hui, les « comportements » y seront plus importants que les « compétences »...

... Les vingt ans à venir sont marqués par l'incertitude. Seuls les jeunes qui seront autonomes sauront y faire face.

Autre comportement important : savoir

travailler avec tout le monde. Je ne dis pas « travailler en équipe » car je crois que cette expression, avec son côté un peu boyscout, est trop limitée. Lorsque vous travaillez avec des supérieurs hiérarchiques, avec des subalternes, avec des clients, avec des fournisseurs, l'ambiance n'est pas nécessairement celle d'une équipe chaleureuse et sympathique. Il faut savoir que l'essentiel de la vie professionnelle se passe avec des gens qui ne sont pas forcément en accord avec vous.

Une question redoutable est ainsi posée au système éducatif : comment former des jeunes qui soient à la fois autonomes et capables de collaborer avec les autres ? ».

4. Finalité professionnelle et poursuite d'études sont des objectifs presque antinomiques tant que la formation continue ne sera pas entrée dans les moeurs. La finalité professionnelle demande de mettre l'accent sur le savoir-faire (réalisations, projets, stage) et le comportement (pratique des langues française et anglaise, autonomie). La poursuite d'études implique le primat du savoir théorique (mathématiques, physique, électronique). Remplir ce double cahier des charges en deux ans à partir de jeunes bacheliers demande réflexion et surtout sérieux efforts, aussi bien de la part des enseignants que des étudiants.

Culture générale et approche du patrimoine régional

par Jean PUEYO - Enseignant de culture et communication au département GE II 1 de Grenoble

Sur le fronton d'une ancienne centrale électrique de Briançon est inscrite cette phrase "il n'y a de progrès humain que si les efforts continus des générations s'additionnent, si notre passé et l'avenir sont reliés par une même passion." ¹

L'enseignement de culture et communication a notamment pour objectif d'assurer une formation intellectuelle et humaine qui permette à nos étudiants de s'ouvrir au monde extérieur. Nous nous proposons d'élargir le champ de leur curiosité en leur apprenant par exemple à se situer dans le temps et dans l'espace. C'est ainsi que les connaissances techniques acquises durant la scolarisation peuvent être replacées dans un cadre culturel plus vaste qui est celui de l'histoire des sciences et des techniques². Cette histoire s'inscrit dans nos paysages (le Nord minier, la Lorraine sidérurgique) avec ce qu'il est convenu d'appeler aujourd'hui le PATRIMOINE INDUSTRIEL³. Or, ce patrimoine tombe parfois en déshérence car la culture technologique n'a jamais été très bien considérée dans notre pays. C'est ce qui explique qu'en 1993, sur 33.000 édifices protégés, il n'y avait qu'une centaine de "monuments industriels". Mais on connaît actuellement une réaction chez des ingénieurs, des techniciens, des historiens, des ethnologues pour sauver ces témoignages d'un passé souvent récent⁴. Ainsi le musée du Creusot, dans le château de la Verrerie, a-t-il permis de faire revivre la puissante dynastie des maîtres de forges⁵.

Or le Dauphiné possède et conserve de nombreux vestiges intéressants concernant l'épopée industrielle et plus particulièrement le développement de la houille blanche dans nos vallées alpines. Parler de la houille blanche, c'est penser immédiatement à la figure emblématique d'Aristide Bergès (1833-1904). Cet ingénieur centralien, qui a construit en 1869 à Lancey une conduite forcée de 200 m de dénivelée, avait aussi des idées philanthropiques : "je voulais dès cette époque le papier à bon marché pour arriver à la

diffusion des idées dans tout le peuple"⁶. C'est d'ailleurs Amable Matussière, lui aussi papetier, qui le fera venir à Grenoble : c'est aussi l'époque des Fredet⁷, Brenier, Bouchayer.

En 1883, Bergès installera une seconde chute de 500 m : "D'après Louis Vadot, ingénieur, cette nouvelle prouesse technique marque une étape dans l'histoire de l'exploitation hydraulique de Lancey, par l'importance des problèmes que son emploi va poser : pression mise en jeu dans les conduites et les vannes, vitesse considérable des jets d'eau, usure consécutive des turbines, vitesse de rotation très importante compensée par le grand diamètre des roues, mais qui provoque parfois l'éclatement des turbines"⁸. C'est l'inventeur du modèle appelé "Grenoblois" de la haute chute.

C'est en 1892 que A. Bergès obtient, par ailleurs, la création du cours d'électricité industrielle à la Faculté des Sciences de Grenoble. Signalons que ce cours public sera assuré par un jeune maître de conférences, issu de l'Ecole Normale Supérieure, Paul Janet, et ce sera le premier donné en France ! Son succès sera tel qu'on créera quelques années plus tard l'Institut d'Electrotechnique qui deviendra en 1910 l'Institut Polytechnique.

En 1898, Bergès fera fonctionner une ligne de tramway entre Grenoble et Chapareillan. La même année, il créa la **Société Anonyme d'Eclairage Electrique de la vallée du Grésivaudan**, pour éclairer, transporter et louer la force dans la vallée de l'Isère, de Brignoud à la Tronche⁹.

Enfin ce fut un patron papetier attentif au sort des ouvriers, et qui fut à la tête de la

Mairie de Villard-Bonnot de 1896 à 1902. Ses trois fils, polytechniciens ainsi que le dernier-né Maurice qui prit la direction de Lancey, perpétuèrent la politique sociale du père. On construisit des cités ouvrières, des crèches, un service d'hygiène, des coopératives¹⁰.

Aujourd'hui la maison de Bergès est devenue le musée de la Houille Blanche¹¹. Parallèlement viennent d'être classées les deux conduites forcées mises en service par Bergès en 1869 et 1883.

La villa et le parc ont conservé, dans l'ensemble, leur état d'origine avec une décoration intérieure raffinée (incrustation de mosaïques) et un portrait de Bergès par Mucha. On peut voir, dans les annexes, une collection de turbines, de matériel papetier et une photothèque sur les aménagements hydroélectriques de Bergès ainsi que des documents concernant son action sociale (3 salles d'exposition au total).

On peut dire que la maison Bergès constitue un des hauts lieux de l'archéologie industrielle et aussi un véritable "lieu de mémoire" ou sens ou P. NORA l'entend¹². C'est aussi le point de départ d'un circuit de découverte du patrimoine industriel en Dauphiné¹³ intéressant pour nos étudiants.

Après la vallée du Grésivaudan (Lancey, Domène, Brignoud, Poncharra) c'est la vallée de la Romanche (Rioupéroux, Gavet, Livet) qui possède la plus grande concentration d'usines ou début du XXe siècle. Ainsi apprend-on que Livet comptait aux alentours de 1936 près de 4000 habitants avec un pourcentage de travailleurs immigrés de 49.5 % "c'est un véritable village dans la ville que Charles

Albert Keller fait construire pour héberger les ouvriers et les ingénieurs. Polonais, Espagnols, Hindous, Chinois, et surtout Italiens accourent pour trouver du travail¹⁴.

Dans cette vallée de la Romanche, qui se faufile entre les deux massifs de Belledonne et du Taillefer, s'échelonnent sur 30 km environ divers équipements qui méritent d'être visités.

– La centrale hydraulique des Clavaux, ouverte en 1898 par A. Keller, la centrale des Vernes construite en 1915, toujours par Keller, et inscrite en 1992 à l'inventaire supplémentaire des monuments historiques. C'est la première centrale qui devient site classé en France, grâce à l'action conjuguée du Musée Dauphinois, en la personne de son conservateur, M. Jean Guibal, et d'EDF, représenté par M. Gilbert Fugain, le directeur local du GRPH (groupement régional de production hydroélectrique). Rappelons, au passage, que M. Fugain est également à l'origine du **Musée HYDROLEC** d'Allemont, à une dizaine de kilomètres.

– Le complexe hydraulique de l'Eau d'Olle (le Verney et Grand-Maison) construit en 1985 avec le musée HYDROLEC déjà cité¹⁵.

La conservation du Patrimoine de l'Isère propose un **circuit découverte dans la vallée de la Romanche** qui permet de revivre l'épopée de l'hydroélectricité et des industries connues, l'électrometallurgie et l'électrochimie depuis le haut fourneau de Rioupéroux jusqu'aux turbines de Grand-Maison dans la vallée de l'Eau d'Olle.

Il ne faut pas oublier qu'en 1920 la puissance des deux centrales hydroélectriques, place la Romanche en tête des vallées industrielles, des Alpes. Ce n'est donc pas par hasard qu'à lieu à Grenoble en 1925 l'**Exposition internationale de la Houille Blanche et du tourisme** à l'initiative du sénateur Paul MISTRAL. Elle se tiendra sur les 10 ha boisés qui constitueront plus tard le parc Mistral, un vaste espace vert bien apprécié des Grenoblois.

Le parcours de découverte industrielle proposé par "le Fil d'Ariane" permet de découvrir les activités d'hier dans cette

vallée de la Romanche, empruntée aujourd'hui par des milliers de touristes et skieurs, traversant à la hâte ce fond de vallée un peu abandonné. Il permet aussi de comprendre l'évolution de cette vallée car cette épopée de la Romanche n'est pas terminée. EDF envisage en effet le remplacement des centrales "au fil de l'eau" par des usines à accumulation saisonnière comme le barrage de Chambon ou hebdomadaire ou journalière comme le barrage de Grand-Maison.

Si, dans cette découverte du patrimoine industriel régional, nous avons tout naturellement insisté sur le domaine électrique nous pouvons signaler aux collègues d'autres départements (génie mécanique, génie civil et chimie) des visites intéressantes à plus d'un titre.

Le circuit intitulé "**SAVOIR FER**" en vallée de Grésivaudan et pays d'Alleverd permet de découvrir les activités sidérurgiques de la mine aux hauts-fourneaux, de la forge à la taillanderie jusqu'aux aciers les plus modernes. D'ailleurs le Musée Dauphinois va proposer, en Octobre 96, une exposition universelle "**Les Hommes du fer dans les Alpes**" qui présentera, outre une abondante iconographie, des maquettes animées, des objets, des machines susceptibles d'intéresser nos étudiants d'IUT.

Les circuits intitulés "**l'or gris de Grenoble et du grand Grenoble**" permettent de suivre la découverte et l'utilisation du ciment moulé dans le bassin grenoblois, au milieu du XIXe siècle, avec des pionniers comme Vicat, Gueymard et Berruyer et bien sûr Perret.

Ainsi nos collègues du génie civil et leurs étudiants peuvent-ils apprécier le plus vieux monument historique français en béton, les **CASAMAURES**, villa classée en 1986. Son architecture orientaliste, en ciment moulé, dotée d'une structure porteuse de 52 colonnes de ciment préalablement moulé, date de 1855 ; elle est plutôt originale avec ses décorations mauresques (corniches, chapiteaux, arc outrepassés, moulures).

Il peuvent également redécouvrir les 3 édifices suivants : Eglise de Saint Bruno, de Notre Dame-Réconciatrice et la Tour Perret qui date de 1925.

Quant à la tour Perret, elle dresse ses 95 mètres dans le parc Mistral. Son esthé-

tique peut prêter à discussion et certains auraient souhaité sa démolition mais elle a été inscrite à l'inventaire des monuments historiques. C'est qu'après Auguste Perret, le béton qui n'est jamais du ciment auquel on ajoute du gravier, osera dire son nom. Une nouvelle page de l'histoire de la ville s'ouvre¹⁶

Nos collègues de chimie eux, pourront s'intéresser au **Musée de la VISCOSE**¹⁷ ouvert en 1992, et seul musée en France consacré à la soie artificielle.

Nous pourrions également citer pour mémoire le **Musée Matheysin**, situé à la Mure, dans la maison Carral qui retrace l'histoire économique, sociale et humaine du plateau matheysin ainsi que le Musée souterrain de la Mure, la **Mine Image** à la Motte d'Aveillans où le site des quatre galeries reconstitue l'univers de la mine et ce que fut la vie des «gueules noires» pendant près de deux siècles" (visites commentées par d'anciens mineurs du plateau).

Tout au long de notre modeste enquête sur le patrimoine industriel¹⁸ nous avons pu constater personnellement le rôle important joué par le Musée Dauphinois dans la conservation du patrimoine de l'Isère.

Il anime déjà un réseau de 14 musées d'histoire, d'archéologie, de patrimoine industriel et rural et présente des expositions ainsi que des animations pédagogiques.

Installé dans un cadre prestigieux :

– les anciens couvents de visitandines de Sainte Marie d'en Haut, fondé au XVIIe siècle,

– le Musée Dauphinois, crée le 3 février 1968, et inauguré par Marlaux,

il présente sur 3000 m² d'exposition, divers aspects du patrimoine régional :

– archéologie, histoire, ethnologie régionale, patrimoine industriel, arts décoratifs régionaux.

L'origine géographique des objets dépasse le cadre du département de l'Isère pour couvrir l'ancienne province du Dauphiné avec un accent particulier mis sur les régions montagnardes. Trois ou quatre nouvelles expositions en dehors des expositions permanentes sont présentées chaque année dans les salles du Musée. Citons par exemple :

- Les colporteurs de l'Oisans
- Les Chartreux : le désert et le monde 1084-1984
- Profession guide : 2 siècles de passion montagnarde
- Les premiers princes celtes
- L'homme et les Alpes
- Cathédrales électriques

Ce titre se veut évocateur des vastes neufs, des baies vitrées en plein cintre et des hautes fenêtres caractéristiques des premières centrales. Selon la belle expression d'H. MORSEL, ces édifices sont conçus comme des temples en l'honneur de la fée Houille Blanche.

Nous avons pu visiter, avec nos étudiants, quelques unes de ces expositions qui peuvent faire l'objet d'enquêtes, de comptes-rendus ou constituer le point de départ de nouvelles recherches favorisant le travail en équipes. Mais 2 expositions permanentes semblent focaliser l'intérêt de nos visiteurs : **Gens de là Haut et la grande histoire du ski** "gens de là haut" évoque les travaux des champs, le monde des bergers, la transhumance, le rôle du feu et des veillées, les traditions religieuses représentées par de naïves sculptures en bois polychrome et des meubles du Queyras, coffres ou armoires, admirablement sculptés par d'habiles artisans mais aussi ustensiles de cuisine¹⁹.

Notons également un ensemble remarquable de maquettes de maisons paysannes appartenant à diverses régions du Dauphiné : Chartreuse, Vercors, Belledonne, Oisans, Diois, Embrunais, Devoluy, Queyras etc... dont l'architecture (en particulier les toitures) est accordée aux conditions de climat, de vie, de travail du lieu. Nous apprenons, par ailleurs qu'un groupe de handicapés, groupés dans le cadre de l'AVIPAR (association pour la valorisation et illustration du Patrimoine Architectural Régional) travaille à la fabrication de maquettes reproduisant les divers types de maisons rurales à l'échelle de 1/50e ou 1/100e, ce qui est une manière de perpétuer la mémoire du paysage traditionnel.²⁰ "La grande histoire du ski" présente le ski

à travers les âges, le ski dans les Alpes, l'ère des champions, l'aménagement touristique de la montagne. On voit une collection de raquettes, de traîneaux, de bobsleighs et divers objets utilisés par P.E VICTOR et les expéditions polaires françaises. Le point de départ a été la collection unique en France, de Gilbert Merlin, riche de 400 paires de ski qui permet de suivre l'évolution technique du matériel au cours des années.

Signalons pour terminer l'exposition la Différence, qui a lieu actuellement (Février 96 à septembre), en collaboration avec le Musée d'éthnographie de Neuchâtel et le musée de la civilisation du Québec. Car le Musée Dauphinois n'est pas uniquement un musée du patrimoine régional mais aussi un musée de société "dans lequel le patrimoine ne vaut que parce qu'il permet d'ouvrir aux questions de son temps, aux mouvements de la société contemporaine"²¹.

Nos étudiants pourront donc apprécier, dans ce lieu, la richesse et la diversité des cultures dans le temps comme dans l'espace : "art, langage, coutumes, rites, mythes, écritures, techniques" composent la richesse de l'humanité hier comme aujourd'hui, en France comme en Suisse ou au Canada.

Attachés à leur origine provinciale (Savoie, Haute-Savoie, Hautes-Alpes) ils vont retrouver là leurs racines. La démarche pédagogique n'est certes pas nouvelle puisqu'en 1948, Célestin FREINET préconisait déjà "l'étude affective des traces que le passé proche ou lointain à laissées autour de nous"²² et cet ancrage des connaissances dans le concret, le familier, "la solide réalité" du milieu.

"Les hommes des générations passées étaient certes moins instruits que ceux que vous formez, mais ils étaient plus habitués à regarder autour d'eux..." écrivait-il en 1960 (C. Freinet *l'Education du travail*, Delachaux et Niestlé, p 62.63). Les écrans de télévision ou des ordinateurs focalisent trop exclusivement l'attention des nouvelles générations et les empêchent parfois d'entrer en relation intime avec le milieu ambiant.

A nous de leur suggérer des enquêtes, plus ou moins poussées, sur tel ou tel aspect du **patrimoine local**, qui leur permettraient de poser un regard différent sur les réalités actuelles ou passées en leur offrant une connaissance intuitive, sensible, subjective de l'environnement. Ces recherches, en équipes de préférence, développent en effet certaines qualités :

- Sens de l'initiative (sujets à trouver, personnes à contacter).
- Curiosité intellectuelle (recherche des sources d'information, établissement de questionnaires).
- Communication (respect d'autrui, qualité de l'écoute, reformulation).
- Qualités d' expression (formulation des questions, adaptation aux situations d'intérieur).
- Sens de la présentation (écrite ou orale, avec des illustrations visuelles, sonores).

En conclusion nous pensons que l'étude de patrimoine au sens large du terme peut aider nos étudiants à ne pas devenir ces "orphelins de l'histoire" dont parle Jacques LE GOFF. Elle s'intègre dans une lutte contre l'accélération de l'histoire depuis les 30 dernières années. Il y a de nos jours une passion de la mémoire (collections d'objets anciens, recherches en généalogie ou en histoire locale) et cette passion se manifeste très souvent autour de l'OBJET et dans une moindre mesure autour du LIVRE²³

On ne saurait enfermer nos étudiants dans un rapport strictement utilitaire au monde et au savoir technologique.

Montrer la diversité des cultures à l'aide d'oeuvres d'art, d'objets témoins, de documents divers, c'est lui faire prendre conscience du danger que constituerait une "monoculture" : "L'humanité s'installe dans la monoculture, écrit LEVI-STRAUSS ; elle s'appête à produire la civilisation de masse, comme la betterave, Son ordinaire ne comportera plus que ce plat".²⁴

Nous n'en sommes pas encore là, fort heureusement, à une époque où l'on redécouvre "l'art nègre"²⁵ et "les arts primi-

tifs²⁶ on porte volontiers son regard vers l'AUTRE et l'AILLEURS rejoignant ainsi la démarche de Rousseau qui écri-

vait dans "l'Essai sur l'origine des langues" : "Quant on veut étudier les hommes, il faut apprendre à porter la vue

au loin ; il faut d'abord observer les différences pour découvrir les propriétés".

1 Citation d'A. DUCLUZAU, RIOUPE-ROUX haut lieu de l'histoire de l'hydraulique (Les Affiches, 7 juin 1996).

2 Signalons qu'à l'Université J. FOURIER existe un cours d'*Histoire comparée de développements scientifiques et techniques*, module d'ouverture assuré par MM. BEGUIN, SOLE et SOUTIF.

3 cf Y à ce sujet J.Y. ANDRIEU, *le patrimoine industriel* PUF, Q.S.J. 1992 et FIC-QUELMONT *guide du patrimoine industriel, scientifique et technique*, la Manufacture, Paris, 1990.

4 cf Y l'exposition 1990 Cathédrales électriques organisée au Musée Dauphinois et le livre du vieux texte écrit par JC. MENE-GOZ et J.F. LYON- CAEN, qui aborde les aspects historiques, architecturaux, juridiques de ces premières centrales. Monsieur J.C. MENEGOZ, ancien ingénieur d'EDF, et passionné par le patrimoine hydroélectrique. Il a écrit divers articles dans la presse locale (notamment Deux centrales locales qui ont éclairé Uriage, les Affiches du 27 Janvier 1995).

5 cf L'exposition d'ORSAY consacrée à la dynastie des SCHNEIDER en 1995.

6 Article d'Alpes Magazine Janv.Fev 1994.

7 Alfered FREDET, centralien, qui construit en 1870 une chute de 71 mètre au dessus de BRIGNOUD.

8 Dauphiné libéré *les conduites forcées de BERGES* 4 août 1991.

9 H. MORSEL. JF PARENT *Les industries de la région grenobloise* presses universitaires de Grenoble 1991. p 90

10 Idem, P95, cf aussi Sylvie Vincent : *Lancey ou l'œuvre sociale d'A. Bergès in patrimoine de l'Isère, pays de Domène* 1995. p. 88.89

11 Musée de la Houille Blanche, maison Bergès LANCEY 38190 VILLARD-BONNOT. Mme Laurence NESMES qui s'occupe de ce musée, nous l'a fait visiter et nous a donné de précieux renseignements. Nous l'en remercions.

12 P. NORA, *les lieux mémoire*, Gallimard 1984 (7 volumes)

13 2 associations ont conjugué leurs efforts pour concevoir et préparer ces parcours de découverte industrielle : l'A.P.H.I.D (association pour le patrimoine et l'histoire de l'industrie en Dauphiné) et *le fil d'ARIANE*, association loi 1901, qui a pour but de faire découvrir le patrimoine dauphinois sous tous ses aspects en organisant des circuits à thèmes et des visites guidées très variées et enrichissantes. Ces initiatives sont relativement récentes puisqu'elles datent de 1992.

14 Brigitte SARRAZIN, l'épopée industrielle de la Romanche, les Affiches de Grenoble, le 15 février 1996.

15 Ce musée présente des maquettes, des diaporamas et des matériels anciens et modernes. Il explique l'équipement hydroélectrique de Grand-Maison.

16 Nicole CABRET Chercheurs "d'or gris". Le Monde du 27 Nov. 1991

17 Musée de la VISCOSE, 27 rue de Tremblay 38130 ECHIROLLES

18 Nous tenons à remercier tout particulièrement Mme CHANTAL SPILLEMAECKER, conservateur du patrimoine, pour les précieux renseignements qu'elle a bien voulu nous fournir ainsi qu'Emmanuelle BOYER, du service communication, pour les documents mis à notre disposition. Nous associons à nos remerciements Nathalie LARCHET pour ses renseignements sur l'association "le fil d'Ariane"

Signalons enfin les articles de Mme SPILLE MAECKER *la villa Bergès à Lancey et Papeterie et Hydroélectricité* dans la revue PATRIMOINE en ISERE, pays de Domène 1995 p. 70.72 qui nous ont préparé à la visite du Musée de la Houille Blanche de Lancey p. 131 à 137.

19. Pour plus de renseignements ou peut lire le très beau livre, magnifiquement illustré, de Jean GUIBAL *Les objets de la vie quotidienne dans les Alpes* GLENAT 1990 publications du Musée Dauphinois

20 AVIPAR 24 rue des Martyrs 38000 Grenoble tél 76. 87. 90. 67

21 *La Différence* Recueil des textes et des notices de l'exposition du Musée Dauphinois

22 C. FREINET *le milieu local* L'EDUCATEUR du 15.12.48

23 cf le succès du Musée du compagnonnage à TOURS, de l'exposition actuelle intitulée *le compagnonnage, chemin de l'excellence au Musée des arts et traditions populaires de Paris, du Musée de l'outil et de la pensée à TROYES, de la maison de l'horlogerie et du décolletage à CLUSES*, et bien sûr de notre *Musée Dauphinois...*!

24 C. LEVI. STRAUSS, *Tristes tropiques*, presse pocket p. 37

25 cf la très belle exposition de masques africains organisée au Muséum d'Histoire naturelle de Grenoble au 1er trimestre 96

26 les projets actuels de restructuration du *Musée d'Homme* et du *Musée des arts africains et océaniques* à Paris traduisent une évolution des mentalités qui pourrait se concrétiser par l'ouverture d'un département "arts primitifs" au LOUVRE, comme cela existe au *Metropolitan Museum* de New York.

HOMMAGE A YVES SIMON

Yves SIMON, secrétaire départemental du SNESUP/FSU, est mort sur sa terre natale de Bretagne en juillet 1996 à l'âge de 58 ans. Il enseignait l'Electronique à l'IUT A de Bordeaux depuis la création du département de GEii. Militant syndical et politique ardent, il était de tous les plus justes combats.

Trésorier de l'Association GESI, il était l'une des chevilles ouvrières du journal. Tous ses amis et collègues de GESI lui dédient le présent numéro.

UNE PEDAGOGIE NOUVELLE :

Les microcontrôleurs ST62xx SGS Thomson

par M. DEGRYSE, IUT de Grenoble

L'évolution des techniques et des outils mis à la disposition des techniciens et des ingénieurs, dans le domaine de l'Informatique Industrielle est permanente : depuis les années 1970 la puissance des microprocesseurs et des systèmes informatiques ne cesse de croître.

Devant ce perpétuel changement, l'enseignement de l'Informatique Industrielle en IUT de Génie Electrique est en mutation constante.

La question se pose alors : que faut-il enseigner et comment ? Les réponses peuvent être multiples et variées.

De 1980 à 1995 le principe qui a guidé nos réflexions était de suivre l'évolution dans le sens de la puissance croissante des processeurs : nous sommes passés du Monobit au 32 bits en passant par le processeur 8 bits.

Le problème se pose aujourd'hui de savoir s'il faut continuer à suivre cette évolution : un étudiant de niveau de niveau Bac+2 peut-il aborder directement la programmation d'un processeur 32 bits ou 64 bits, CISC ou RISC ? est ce à sa portée ? est-ce indispensable ?

Après de nombreuses réflexions, l'équipe enseignante du Département 1 de Génie Electrique de l'IUT de Grenoble a opté pour les orientations suivantes :

- étudier, dans un premier temps, la programmation en langage évolué sur des machines de type PC sans se soucier de la nature du processeur.
- abandonner l'étude de l'architecture interne des processeurs 32 bits pour l'ensemble de la promotion : la réserver pour des travaux de réalisation à quelques étudiants passionnés et en avance sur leurs collègues.
- former l'ensemble des étudiants à la programmation d'un monochip 8 bits en assembleur.

Le choix du monochip s'est porté sur la famille **ST62xx de SGS-Thomson** pour un ensemble de raisons techniques qui sont évoquées ci-dessous.

Une autre raison non technique, mais tout aussi importante pour nous, est que les équipes de techniciens et d'ingénieurs qui développent ces produits sont basées à Montbonnot dans la banlieue grenobloise. Elles comportent de nombreux anciens élèves de l'IUT :

Autant faire connaître les produits de nos anciens élèves plutôt que ceux des Américains ou des Japonais !!!

LES RAISONS DU CHOIX

* LE ST6 : UNE ARCHITECTURE INTERNE SIMPLE.

Les principales caractéristiques du coeur du ST6 sont :

- une Unité Arithmétique et Logique 8 bits.
- un Accumulateur A de 8 bits.
- deux pointeurs 8 bits X et Y.
- deux registres généraux 8 bits V et W.
- un plan mémoire RAM de données de 256 octets.
- un plan mémoire ROM de programme de 4K octets.
- un compteur programme de 12 bits
- un registre code condition de 2 bits Z et C.
- une pile de 6 mots de 12 bits.
- une structure de traitement des interruptions.

Cette architecture interne, proche des composants de la famille 680x, est très simple et comporte tous les éléments de base qui constituent un système informatique 8 bits :

- le modèle de programmation est suffisamment complet.
- les deux plans mémoire RAM, ROM sont séparés : il est plus facile de justifier l'implantation de codes programme et des constantes en ROM ainsi que des variables en RAM.
- les pointeurs 8 bits permettent d'accéder à tout octet RAM et à tout octet ROM en introduisant la notion de fenêtrage et de pagination.
- le compteur programme et la pile ont une largeur de 12 bits cohérente avec la taille du plan mémoire ROM.

il est facile pour les étudiants de s'adapter à un processeur plus puissant.

* LE ST6 : un jeu d'instructions complet et simple.

Les principales caractéristiques du jeu d'instructions du ST6 sont :

- une analyse du code binaire sur 8 bits accessible aux étudiants.
- un nombre de 63 instructions divisées en 7 groupes :
 - Load and Store.
 - Arithmetic and Logic.
 - Conditionnal Branch.
 - Jump and Call.
 - Bit Manipulation
 - Control.
 - Implied.
- un ensemble de 9 modes d'adressage complet :
 - Inherent.
 - Direct.

- Short Direct.
- Indirect.
- Immediate.
- Program Counter Relative.
- Extentod.
- Bit Direct.
- Bit Test and Branch.

Le jeu d'instructions et les modes d'adressage du ST6 sont simples mais complets, facilement transposables à tous les types de processeur.

* LE ST6 : un ensemble de périphériques complet.

La famille ST6 comporte tout un ensemble de composants qui diffèrent par leurs capacités mémoires et les entrées sorties (ST621x, ST622x, ST624x, ST626x etc...)

- On trouve pèle mèle :
 - des port TOR 8 bits.
 - des timers.
 - des CAN 8 bits.
 - des contrôleurs LCD.
 - des liaisons séries SPI etc...

Nous avons fait le choix du ST6265 car SGS Thomson propose pour les travaux pratiques un «Starter kit» très complet qui se branche sur l'interface parallèle d'un ordinateur de type IBM PC sous DOS.

- A partir du PC il est possible de piloter directement les circuits périphériques. Sur ce kit on trouve :
 - un interface vers le PC.
 - des boutons poussoirs.
 - des LEDs.
 - un potentiomètre pour le CAN.
 - une thermistance.
 - un timer équipé d'un Buzzer.
 - une liaison série RS232.
 - un «clavier analogique».
 - un programmeur d'EPROM.

Les périphériques disponibles de la famille ST62xx couvrent tous les types d'entrées sorties industrielles.

Le Starter kit ST626x est très bien adapté à notre enseignement.

* LE ST6 : des outils de développement simples et conviviaux.

Avec le kit sont livrés un simulateur de bugger «simst6», un assembleur «ast6», un éditeur de liens «Ist6» et un programmeur d'EPROM.

Caractéristiques sur simulateur
 - fonctionne sous DOS avec des menus déroulants.
 - simule la RAM et la ROM dans le mémoire vive du PC.

- accède aux I/O par l'interface Centronics du PC.
- permet l'assemblage et le désassemblage symbolique de programme.
- permet la mise au point en pas à pas ou en mode run, la pause de point d'arrêt.
- etc...

Caractéristiques de l'assembleur et de l'éditeur de liens.

- assembleur une passe.
- macros instructions.
- assemblage conditionnel.
- inclusion de fichiers sources.
- créations de modules objet relogeables.
- éditions de liens multi fichiers.
- listing détaillé.
- listing des références croisées.

Une étude complète de ces outils de développement constitue une bonne formation de base à l'assembleur pour nos étudiants.

Toutes les notions étudiées sont facilement transposables à d'autres chaînes de compilation.

*** Le ST6 : mise en œuvre rapide d'un composant.**

Mise en ROM directe d'une application.

Après avoir mis au point un application à l'aide des outils de développement ci-dessus, le Starter Kit peut servir de programmeur d'EPROM.

Il est alors possible de tester une application finale en câblant un ST6 directement en «fils volants» sur une plaquette d'essai : cela fonctionne sans problème.

Si la mise au point s'avère plus délicate et plus complexe, SGS Thomson propose

toute une gamme d'émulateurs temps réels.

*** Le ST6 : une programmation en langage de haut niveau**

a) Compilateur «C»

Un compilateur «C» est en cours de commercialisation.

Un groupe de deux étudiants de la promotion 1996 de l'Année Spéciale a participé, lors d'un stage de fin d'études chez ST, à la réalisation des bibliothèques «C» de tous les périphériques de la famille «ST6».

b) Programmation sous Windows

La chaîne de compilation «C» et assembleur sous DOS est entièrement portée sur Windows.

(Ces deux produits sont commercialisés au printemps 1997.)

c) Programmation GRAPHIQUE

Certains d'entre vous peuvent penser que nous sommes de *vieux ringards* de programmer en assembleur et en «C» à partir d'un fichier texte.

Pour eux, *les modernes*, il existe un produit fantastique : le **REALIZER**.

Mieux qu'un discours, un dessin.

- un système décrit sous forme de machine à état.
- des entrées tout ou rien sous forme de contacts secs.
- des sorties tout ou rien sous forme de relais.
- un ensemble complet de fonctions logique ET OU COMPTEUR BASCULES etc...
- des bouts de fils pour relier tout ces éléments.

- un **CLIC pour compiler.**
- un **CLIC pour simuler.**

Le tour est joué : le fichier binaire est créé avec tous les vecteurs d'IT et un petit noyau automate comportant des tranches de temps de 10ms.

Ça sert à quoi que ST se décarcasse !!!!

d) La mode de la FUZZY logique

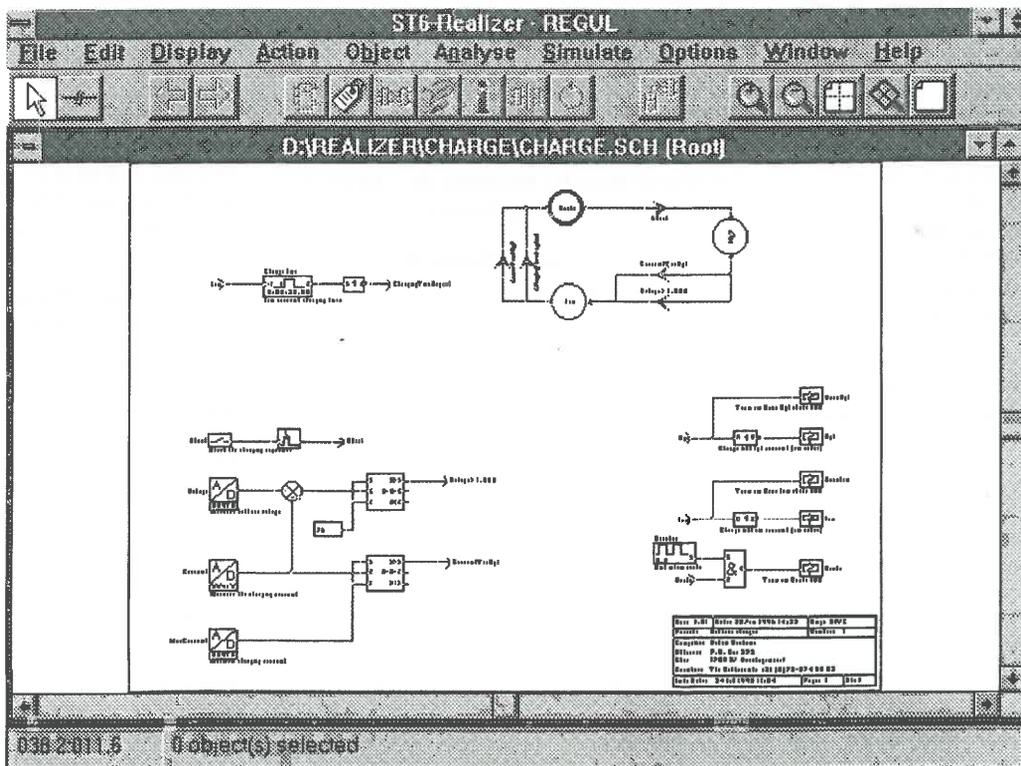
Il existe enfin un compilateur FUZZY pour les amateurs !!!!

CONCLUSIONS

- * La famille des composants ST62xx de SGS Thomson semble bien adaptée aux besoins de l'enseignement de l'Informatique Industrielle en IUT de Génie Electrique.
- * La structure des composants de cette famille est à la fois simple et complète.
- * Les outils de développement sont conviviaux et performants.
- * Les coûts d'investissement pour une école sont très raisonnables.
- * Nous pensons avoir fait un bon choix, mais l'enseignement de ces disciplines reste un «art difficile» !!!

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tout particulièrement Messieurs Marc LIOCHON et Serge PALMIERI de SGS THOMSON pour nous avoir fait découvrir ce composant, pour leurs conseils précieux et leur aide efficace dans la mise en place de cet enseignement.



EXCEL et évaluation critériée

par Yves MOUDOULAUD, G.E.I.I. de Poitiers

L'évaluation du travail des étudiants est un exercice délicat lorsqu'on est soucieux d'un minimum d'équité. Une des méthodes possibles est l'évaluation critériée. C'est probablement la méthode la moins mauvaise pour juger des rapports ou des comptes-rendus ; elle n'a qu'un seul défaut, elle est relativement laborieuse. Elle impose un choix de critères en fonctions du travail attendu ; si les objectifs ont été bien cernés et décrits aux étudiants, ce n'est pas le travail le plus difficile. Vient ensuite le poids à accorder à chacun des critères ; là encore, si on a précisé les points importants, ce n'est pas une tâche insurmontable. Le vrai labeur vient après, quand il faut appliquer.

Pour se faciliter la tâche, on triture les coefficients pour que leur somme soit un multiple de 20 tout en gardant, à peu près, les rapports de poids désirés ; finalement : on n'est jamais pleinement satisfait du résultat, mais ça vaut quand même le coup, on fait le travail une fois pour l'ensemble des dossiers identiques à examiner.

Puis, ça se gâte, en fonction du poids adopté, il faut gérer des échelles d'évaluations différentes : sur deux, sur trois... ou encore

sur zéro cinq. Ensuite, il faut additionner toutes les notes et cela pour tous les dossiers étudiés.

On peut admettre que cette méthode, objective mais plutôt pesante, ait relativement peu de succès ; corriger n'est déjà pas l'exercice le plus agréable de notre fonction, si cela devient un pensum, c'est suffisant pour décourager les meilleures volontés et comprendre, sans l'excuser, l'emploi de méthodes plus expéditives (moi-même, parfois, pressé par le temps...). Pourtant beaucoup de collègues commencent à s'inquiéter du mode de passage en seconde année et d'obtention du D.U.T. par la moyenne générale ; cela donne un poids, désormais plus important aux matières du troisième centre d'intérêt, dont les évaluations étaient souvent surestimées (travail moyen → 12 !!!).

Heureusement, l'informatique est un outil formidable. Grâce à elle, on va pouvoir évaluer chaque critère avec la même échelle (5, 10 ou 20 selon le goût personnel) ; les coefficients attribués à chacun d'eux vont être aussi fins que souhaitable, tout le reste sera automatique. En voici le principe :

Nom de l'étudiant :

| CRITERES | EVALUATION/10 | COEFFICIENT | VALEUR FINALE | BASE FINALE D'EVALUATION |
|--|---------------|-------------|---------------|--------------------------|
| Présentation | 8 | 2 | 16 | 20 |
| Organisation | 5 | 3 | 15 | 30 |
| Résumé | 7 | 1 | 7 | 10 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| Conclusion | 3 | 4 | 12 | 40 |
| TOTAL | | | 102 | 155 |
| Note finale = $\left(\frac{102 \times 20}{155} \right)$ | | | 13.16 | 20 |

Seules les trois premières colonnes sont à remplir, le reste se fait automatiquement. De plus, il sera possible de faire arrondir le résultat au 1/2 point (ou autre), calculer la moyenne et l'écart type, connaître d'un seul coup d'œil la répartition des notes, et même de se protéger contre les erreurs de saisie élémentaires (comme la double frappe).

La feuille de calcul EXCEL proposée automatise toutes les tâches fastidieuses de calculs. Elle utilise des fonctions de la version 4 ; la version 5 offre des fonctions plus pratiques pour certains calculs ainsi que plusieurs feuilles ce qui permet d'avoir dans un même fichier, tout le travail d'un groupe pour une année.

La feuille est établie pour 20 critères et 25 étudiants. Ces valeurs peuvent être diminuées ou augmentées sans difficulté.

PETITES ASTUCES :

- On peut prévoir un modèle plus grand (30 ou 40 critères et 30 étudiants, par exemple) et masquer les lignes et colonnes inutilisées ; cela permet d'obtenir la feuille de dimensions souhaitées sans en modifier ni le contenu ni la zone d'impression.
- On peut également protéger la feuille après en avoir déverrouillé les cellules modifiables ; cela évite d'effacer, par inadvertance, des formules contenues dans les cellules du modèle.
- Pour reproduire le contenu d'une cellule dans les cellules adjacentes, cliquer en bas, à droite de la cellule, lorsque le curseur de la souris se transforme en croix (+) ; étirer alors, horizontalement ou verticalement, pour recopier le contenu de la cellule de départ dans le nombre voulu de cellules.

UTILISATION

Une fois le modèle créé (fichier .XLT), il faut ouvrir un nouveau document par le menu fichier (la commande Fichier Nouveau ne permet pas le choix d'un modèle. On peut se créer avantagement une macro pour palier ce petit défaut).

L'utilisation tel quel, n'appelle pas de remarque particulière. Il suffit de :

- remplir, ou copier à partir d'un autre document, les colonnes 1, 2 et 3;
- nommer ses critères (Ligne 2);
- de leur donner un poids (Ligne 29);
- d'imprimer un exemplaire vide que l'on remplira à la main en corrigeant;
- de reporter les valeurs obtenues dans la feuille de calcul.

Si on s'aperçoit, après avoir fini de corriger, que l'on a sur, ou sous, estimé certains critères, il n'y a rien de plus facile que de modifier le poids de ces derniers, le résultat de ces modifications est instantané sur tout le groupe. Très facile, également, si on est plusieurs enseignants à travailler sur le même sujet et avec la même grille, de retoucher la base de la note finale pour harmoniser les notations. Toutefois, il faut être prudent avec ces changements à posteriori qui risquent de dénaturer l'évaluation; par contre, une simulation, avant correction, peut s'avérer très fructueuse pour affiner le poids de chaque critère. De même que des pourcentages partiels sur des ensembles logiques de critères permettent d'équilibrer les poids des différentes parties d'un dossier.

Au bas de la zone imprimable, sur les lignes 31 et 32, on peut utiliser les cellules vides pour effectuer le travail décrit au paragraphe précédent et/ou pour mettre en évidence la répartition des notes :

Exemples avec EXCEL 5

Cellule L31 C1 % réalisation : (texte)
 Cellule L32C1 (formule)
 =100*SOMME(L30C11:L30C 15)/L30C24

Cellule L31C2 % dossier : (texte)
 Cellule L32CC2 (formule)
 =100*SOMME(L30C4: L30C10)/L30C24

Cellule L31C3 3 <=notes<6 (texte)
 Cellule L32C3 (formule)
 = NB.SI(L3C25:L27C25;<6)
 NB.SI(L3C25:L27C25;< 3) etc.

Avec la version 4, l'affichage de la répartition des notes est un peu plus laborieux puisque la fonction NomBre.SI n'existe pas.

Enfin, la version 5 permet de reporter sur une feuille du classeur les résultats de plusieurs feuilles pour faire le bilan de l'année pour un groupe

Après, libre cours à l'imagination de chacun; EXCEL permet de s'amuser à l'infini avec les statistiques en tous genres et des graphiques de toutes formes: travailler en se faisant plaisir n'est pas désagréable, c'est peut-être même une peut-être même une nécessité.

EXEMPLE D'UTILISATION DE LA FEUILLE DE CALCUL

| L1 | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C24 | C25 | C26 | C27 | C28 | C29 |
|-----|--------------|----|-----|---------------|---------------|-------------|-------|-------------|------------|--------|-----|
| L2 | Prénom NOM | | C | Critères | | Conclu sion | Total | Note finale | | | |
| L3 | Jean B. | | C11 | Présen tation | Organi sation | | | | | | |
| L4 | Michel L. | | C25 | 7 | 8 | 5 | 97 | 12,5 | 12.516 | 0.5161 | 0.5 |
| L5 | Alexandre S. | | C15 | 8 | 10 | 6 | 40 | - | 5.1613 | 0.1613 | 0 |
| L26 | Daniel T. | | C11 | 5 | 4 | 2 | 62.5 | 8 | 8.0645 | 0.0645 | 0 |
| L27 | | | | | | | 0 | - | 0 | 0 | 0 |
| L28 | | | | 10 | 10 | 10 | | | | | |
| L29 | | | | 2 | 3 | 4 | | | | | |
| L30 | | | | 20 | 30 | 40 | 155 | 20 | | | |
| L31 | | | | | | | | | Moyenne | 10.25 | |
| L32 | | | | | | | | | Ecart type | 3.182 | |
| L33 | B. | | | | 15 | 24 | 84.5 | 1 | | | |
| L34 | L. | | | | 24 | 20 | 97 | 0 | | | |
| L35 | S. | | | | 16 | 24 | 40 | 1 | | | |
| L56 | T. | | | 10 | 12 | 8 | 62.5 | 0 | | | |
| L57 | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Erreur de saisie :
 - par dépassement de la base d'évaluation
 - par double frappe

Détection de défaut de frappe

Résultat non affiché car il y a erreur de saisie des données initiales.

EXCEL et évaluation criteérielle

| L1 | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C23 | | C24 | C25 | C26 | C27 | C28 |
|-----|---|----|---------|----|----------|-----|-----|-------|------|-----|-----|-----|
| | | | | | | n°1 | n°2 | | | | | |
| L2 | Prénom NOM | | Groupes | | Critères | | | Total | Note | | | |
| L3 | Utilité pour trier par ordre alphabétique | | | | | | | | | | | |
| L4 | | | | | | | | | | | | |
| L5 | | | | | | | | | | | | |
| L6 | | | | | | | | | | | | |
| L7 | | | | | | | | | | | | |
| L26 | | | | | | | | | | | | |
| L27 | | | | | | | | | | | | |
| L28 | | | | | | | | | | | | |
| L29 | | | | | | | | | | | | |
| L30 | | | | | | | | | | | | |
| L31 | | | | | | | | | | | | |
| L32 | | | | | | | | | | | | |
| L33 | | | | | | | | | | | | |
| L34 | | | | | | | | | | | | |
| L35 | | | | | | | | | | | | |
| L36 | | | | | | | | | | | | |
| L37 | | | | | | | | | | | | |
| L56 | | | | | | | | | | | | |
| L57 | | | | | | | | | | | | |

| |
|--|
| =SI (OU(LC(-1)=0;L(30)C)<>0; ";";ENT(LC(1)+LC(3)) Note arrondie au 1/2 point Affichage si total <=0 et pas d'erreur de saisie |
| =SI(LC(-1)>=0.75;1; SI(LC(-1)>=0.25;0.5;0)) Détermination de l'arrondi à 0, 0.5 ou 1 |
| =LC(-1)-ENT(LC(-1)) Partie décimale de la note |
| =LC(-2)*L30C(-1)/L30C(-2) Calcul de la note |
| =L(30)C Report du total des notes des critères pondérés |
| Base désirée de la note finale |
| =NBVAL(LC(-22):LC(-2)) - NB(LC(-22):LC(-2)) si erreur de saisie |
| =SOMME(LC(-21):LC(-1)) Total des notes des critères pondérés |

| | | | | |
|--|---------------|------------------|----|----|
| =L(-2)C*L(-1)C Base initiale d'évaluation | 10 | 10 | 10 | 10 |
| =MOYENNE (L(-28)C:L(-4)C) Calcul de la moyenne des notes affichées | 2 | 3 | 4 | 4 |
| =ECARTYPE(L(-29)C; L(-5)C) Calcul de l'écart type des notes affichées | 20 | 20 | 40 | 40 |
| | Moyenne ##### | Ecart type ##### | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| =L(-30)C Report du nom | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| =SI(L(-30)C>L28C;"": L(-30)C*L29C) Note pondérée du critère si saisie <=10 Si erreur de saisie un tiret s'affiche | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Analyse d'une Expérience Pédagogique en Traitement d'Images

par Patrick BONNIN, Edwige PISSALOUX, IUT de Villetaneuse*

1. - INTRODUCTION

Le **Traitement d'Image** ou la **Vision par Ordinateur** prend une place de plus en plus importante dans le monde industriel, ainsi que dans l'enseignement des écoles d'ingénieur, des seconds et troisièmes cycles universitaires. Nous pensons qu'il est possible de donner à nos étudiants une **initiation** à cette discipline dans le cadre de l'enseignement dispensé dans nos départements GEII. En effet, le Traitement d'Image, enseigné d'une manière « **concrète et intuitive** » est compréhensible par un étudiant de niveau BAC + 1.

Au cours de cette initiation nos étudiants développent leurs premiers opérateurs de Traitement d'Image :

- *filtres de lissage* : moyen et médian,
- *opérateurs de morphologie mathématique* : érosion, dilatation, ouverture, et fermeture,
- *opérateur de détection de gradient*: Kirsh à 4 directions,
- *opérateur d'affinage des contours*.

2. - CADRE

Pour mener à bien cette initiation, nous disposons de 8h00 (4 x 2h00) de Cours Magistral et de 3 séances de 4h00 de Travaux de Réalisation, à raison d'une par semaine. Le volume horaire réservé à cette expérience peut paraître relativement faible par rapport au travail demandé aux étudiants, ce qui implique une partie de travail personnel. Mais celui-ci reste d'ampleur tout à fait raisonnable compte tenu des éléments (environnement de programmation, utilitaires, programmes d'exemples etc...) fournis aux étudiants et de la méthode de travail préconisée.

Aucun matériel spécifique n'est nécessaire. Les ordinateurs PC, ainsi que le compilateur C et Windows 3.1 utilisés font partie du matériel standard de tous les départements. Les images à traiter sont fournies aux étudiants.

3. - OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Nos objectifs pédagogiques sont les suivants :

- donner aux étudiants une idée correcte du Traitement d'Image (cf § Introduction au TI), et de ses applications,

- leur faire sentir les difficultés liées au caractère subjectif du Traitement d'Image : mon œil le voit ... pas l'ordinateur,

- leur faire comprendre l'effet de quelques opérateurs de base,

- leur faire comprendre les principaux mécanismes algorithmiques (balayage de l'image, du voisinage... que l'on retrouve dans quasiment tous les opérateurs),

- leur faire programmer quelques algorithmes de base ; la formation de techniciens supérieurs impose à notre avis cet approfondissement : un TP « Presse Bouton » donnerait une fausse idée du TI,

- leur faire utiliser correctement le langage C dans un environnement de programmation dédié à l'image (on aborde succinctement par ce biais la notion de la « qualité logicielle »),

- leur faire comprendre le volume de calculs nécessaires à réaliser pour la moindre application en vision. Ce point constitue une excellente introduction au cours d'Informatique Industrielle sur les Architectures Parallèles.

4. - COURS

4.1 - Introduction au TI

C'est une partie très importante puisqu'elle permet de motiver les étudiants, et pour certains de leur enlever des idées fausses qu'ils ont a priori du Traitement d'Image. Ainsi, la définition (si elle existe) du traitement d'image, va être construite sur la négation de ces fausses idées.

Ainsi, le Traitement d'Images n'est pas :

- la Synthèse d'Images,
- la Retouche d'Images.

En effet, le Traitement d'Image ne crée pas l'image, au contraire, partant de l'image, **il vise à en extraire le contenu**. Dans certains cas, il permet **même la prise de décision** : par exemple pour un robot mobile et autonome guidé par la vision (donc par le traitement d'image) si un obstacle est détecté : il s'arrête. Dans de nombreuses applications, on combine analyse et synthèse (ex : dans le domaine

médical la reconstruction 3D d'organes, et dans le domaine de l'aménagement du territoire lors de la construction d'un modèle numérique de terrain).

La retouche d'Images est une petite partie du Traitement d'Image, mais elle se restreint à améliorer la qualité visuelle de l'image, et non d'en analyser le contenu. Nous verrons des algorithmes (lissages) utilisés en retouche d'image dans cette introduction.

Les exemples et domaines d'application du Traitement d'Image sont très nombreux. Certes, les deux principaux domaines sont toujours le **militaire** et le **médical**, tous deux en crise. Mais, une multitude d'applications apparaissent dans des domaines divers allant de **l'industriel** : contrôle de la qualité des produits en bout de chaîne, contrôle non destructif, manipulations automatiques jusqu'au **multi média** : la TV haute définition (Standard MPEG4), la TV en relief, le coloriage des dessins animés, des vieux films N&B, le remplacement des panneaux publicitaires dans des retransmissions sportives, le suivi optimal automatique du porteur de balle dans un jeu tel que le football américain, en passant par la **vidéo conférence** : reconnaissance des éléments pertinents d'un visage pour la modélisation adaptée à la transmission d'images, **le traitement de documents** : photocopieur intelligent, archivage, **la robotique mobile et autonome** : robot martien, avion sans pilote, sous marin sans pilote, **la conduite assistée par ordinateur** : suivi de routes, reconnaissance des panneaux, détection d'obstacles, **la régularisation de flux** par le biais de comptage et suivi d'objets : automobiles, personnes, **la surveillance de sites ou locaux stratégiques** : détection d'intrus, reconnaissance de personnes, et enfin **l'aménagement du territoire** : la reconstruction de modèles numériques de terrain (altitude en fonction de la position) permet de générer des vues synthétiques d'un paysage dans lequel on pourra inclure des éléments futurs tels que lignes à haute tension (logiciel Evelyne), barrages, routes, autoroutes etc... Le nombre d'applications est loin d'être figé. Aux étudiants d'en proposer de nouvelles lorsqu'ils seront dans leur entreprise.

* IUT de Villetaneuse - Département GEII - Av. J.B. Clément - 93430 VILLETANEUSE. email : pat@etca.fr (P. Bonnin)

4.2 - Acquisition du Signal

On rappelle très brièvement le principe de l'acquisition de l'image : la projection de la scène sur le CCD, le signal Vidéo, la Conversion Analogique / Numérique et le stockage ligne à ligne en mémoire d'ordinateur. Ceci permet de relier ce cours aux matières typiquement GEII : l'électronique et l'informatique industrielle. Cet exemple de l'acquisition de l'image, pixel par pixel sera repris dans le cours d'informatique industrielle consacré aux Architectures Parallèles, pour introduire le concept des architectures « data flow ou MISD », c'est-à-dire guidées par les données. On parle également rapidement de quelques formats non comprimés et comprimés avec ou sans perte.

4.3 - Opérateurs de Traitement d'Image

Partant de la notion de balayage de l'image, on explique l'algorithme de **seuillage**, puis les opérateurs de base de la **morphologie mathématique** (en enlevant toute notion mathématique !) sur images binaires : l'**érosion**, la **dilatation**, puis l'**ouverture**, et la **fermeture** (respectivement combinaison érosion-dilatation, et dilatation-érosion). L'effet «visuel» des opérateurs est commenté en s'appuyant sur des résultats de traitement présentés au rétroprojecteur.

Ensuite, s'appuyant sur les résultats du seuillage (points isolés etc...), nous abordons de manière très concrète la notion de **bruit dans les images**, ce qui nous mène naturellement **aux opérateurs de lissage**. Le **filtrage moyen** nous amène à poser le cadre plus général du **filtrage linéaire** donc de la **convolution** (repris pour la détection de gradients). En s'appuyant sur les résultats visuels du filtrage moyen (appelé parfois **flou moyen** dans certains logiciels de retouche d'image) qui réduit certes le bruit dans l'image, *mais altère également la qualité des contours* (information que l'on cherchera à extraire par la suite) donnant cette impression d'image floue, nous abordons ensuite la notion de **filtrage non linéaire** à travers le **filtrage médian**. Le renforcement des contours, par ce filtre est souligné, en image...

La notion de **contour** est également abordée de façon très pratique en montrant une coupe selon une ligne de l'image, et en insistant sur les **transitions du profil**, correspondant aux contours verticaux. En **monodimensionnel**, on montre que le point de contour recherché correspond à un **extrémum de la dérivée**, ce que l'on généralise en 2D avec la notion de **vec-**

teur gradient. Il est important d'insister sur le fait que l'on peut relier la **norme du gradient à l'amplitude de la transition** autour du point de contour, et à $(p / 2)$ près, **l'orientation du gradient à celle du contour**.

Il est également important d'insister sur la correspondance entre le **gradient** (domaine continu) et les **principaux masques** (Prewitt, Sobel et Kirsh4, Roberts n'ayant pas été évoqué) qui constituent une **approximation numérique** du calcul du gradient.

La différence de «philosophie» entre :

- d'une part les filtres de Prewitt et Sobel qui calculent la norme et l'orientation du gradient à partir de ses projections sur les axes O_x et O_y par une transformation rectangulaire - polaire (approximée ou non),
- et d'autre part le filtre de Kirsh à 4 directions, utilisant directement les 4 projections selon les axes O_x , O_y (même masque que Prewitt) et les deux bissectrices pour obtenir une norme approchée (égale à la valeur absolue de la projection du vecteur gradient sur l'axe le plus proche),

est justifiée d'un point de vue «calculs à effectuer», compte tenu des puissances de calculs disponibles dans les années 1970 !

5. - L'environnement de Programmation

Le rôle d'un environnement logiciel ou de programmation est très important dans une entreprise ou un laboratoire de recherche travaillant dans le domaine de l'image, comme dans d'autres domaines utilisant l'informatique. Il permet de spécifier les structures de données employées par tous, ainsi que toutes les fonctions ou macros permettant de créer, d'accéder et de manipuler ces données.

Ainsi, un logiciel regroupant les fonctionnalités «usuelles» du «Programmeur en Traitement d'Image», appelé ENVIRONNEMENT permettra :

- d'éviter la multiplication de développements algorithmiques inutiles,
- une cohérence de l'ensemble du logiciel de l'entreprise, grâce à la standardisation, pour une maintenance plus aisée par exemple.
- une lisibilité des programmes développés, évitant les combinaisons de pointeurs pour l'accès à des données complexes.

De tels environnements existent (au moins un par laboratoire par ex les OTI à l'ETCA). Certains sont commercialisés d'autres freeware comme l'environnement KHOROS développé par l'Université du Nouveau Mexique disponible sur le site ftp : ftp.khoros.unm.edu.

L'environnement que nous avons développé dès 1993 pour la première de cette expérience, s'inscrit dans cette philosophie d'«entreprise». Il est volontairement très simple (cf le code de l'opérateur de seuillage présenté dans la suite de cet article). Il n'est pas limitatif, la preuve est que je (P.B) m'en sers pour mes développements algorithmiques personnels dans le cadre de ma recherche.

Une première version très simple de cet environnement est aujourd'hui quasiment stabilisée. En effet, plusieurs contraintes sont prises en compte pour un tel développement :

1. la rigueur «philosophique» : à chaque élément utilisé en Traitement d'Image doit correspondre une structure dans l'environnement,
2. la facilité d'emploi : son emploi ne doit pas être rébarbatif, il doit au contraire aider le développeur !.
3. l'efficacité : le temps d'exécution d'un algorithme programmé avec l'environnement ne doit pas être beaucoup plus long que s'il avait été programmé sans.

Ainsi, malgré (1), au titre de la facilité de l'emploi la structure de «voisinage» a été retirée, et au titre de l'efficacité temporelle la structure de «masque» n'a jamais été utilisée. En effet, il est ridicule de faire une multiplication lorsque le coefficient est 0, 1 ou -1.

Les deux principales structures de l'environnement sont l'«image» et le «point». La structure Image doit contenir des informations générales telles que le nombre de lignes et de colonnes. De plus, plusieurs type d'images doivent impérativement être pris en considération :

- l'image en **noir & blanc**, ou mono-spectrale, codée sur un octet (unsigned char),
- l'image **couleur**, qui revient à traiter 3 images précédentes, selon les plans R, V et B,
- l'image des **différences**, pour des applications au mouvement par exemple, codée sur des entiers courts (short int),
- enfin l'image des **étiquettes**, ou chaque pixel est affecté d'un numéro : celui de

la primitive image à laquelle il appartient. Compte tenu de la taille des images traitées, nous nous limiterons à des étiquettes entières codées sur 2 octets (unsigned short int).

La structure point contient la position (x,y) du pixel dans l'image.

Les principales macros d'accès aux données sont :

NLIG(image) : nombre de lignes,

NCOL(image) : nombre de colonnes

PROF(image) : profondeur ou type de l'image

par exemple : 1 = image N&B, 3 = image couleur

POINT_X(point) : position en x du pixel point

POINT_Y(point) : idem en y

PIXEL(image, point) : intensité du pixel P(x,y) pour une image N&B

où image et point sont des pointeurs respectivement sur une structure image et une structure point.

6. - L'EXPÉRIENCE CÔTÉ PRATIQUE

6.1 - Fourniture aux étudiant

L'Énoncé du TR :

L'énoncé, long d'une quinzaine de pages, comporte deux parties principales :

- d'une part un Cours de Traitement d'Image détaillant les opérateurs à implanter,
- d'autre part un guide de l'Environnement de Programmation mentionnant notamment sa nécessité et son intérêt, détaillant les diverses structures employées, ainsi que les macros associées, et enfin incluant un mini cours de C relatif aux pointeurs structures et expliquant la conception des macros.

Une annexe (cf § Eléments à Remettre) détaille dans le cas de l'opérateur de seuillage, le travail attendu pour chacun des opérateurs demandés.

- *l'image pour tester les programmes* (c'est l'image bien connue du Bureau d'André Gagalowicz à l'INRIA, figurant dans la banque de données du GDR)

Le mini environnement de TI :

- un fichier .h contenant les structures de données et leurs macros d'accès associées,
- un fichier .c (ou .cpp) contenant les procédures de lecture et d'écriture d'images ainsi que le .h de prototypage correspondant,
- un exécutable de visualisation d'images sous Window 3.1, écrit par un étudiant N.Simon de l'InPrES de Liège (Belgique), au cours de son stage de fin d'études au département.

Un exemple : l'Opérateur de Seuillage

- seuil.c (ou cpp) c'est à dire le squelette de l'opérateur dont le rôle est de gérer la

récupération des paramètres, leur vérification («USAGE»), les entrées / sorties (lecture / écriture d'images), la création en mémoire des images et l'appel à la fonction de l'opérateur,

- seuil.c (ou .cpp) c'est-à-dire le code de l'opérateur ainsi que le .h de prototypage correspondant.

- seuil.prj c'est-à-dire le projet correctement configuré, et contenant les éléments précédents.

6.2 - Façon de procéder

La façon de procéder que nous **préconisons avec insistance** aux étudiants est très importante : elle permet d'éviter tout ennui d'ordre informatique (n'oublions pas que nos étudiants GEII maîtrisent l'outil informatique, mais ne sont pas des informaticiens...), et d'éviter de nombreux développements de codes inutiles. Ainsi, grâce à cette méthodologie, la programmation des opérateurs demandés est réalisée en un temps raisonnable ! Pour éviter tout problème de compilation lié au DOS (Merci Linux), la façon de procéder est la suivante :

- recopier tous les fichiers relatifs à l'opérateur de seuillage sous le nom de l'opérateur à créer,
- ouvrir le nouveau projet et changer les fichiers à compiler, puis recompiler : **cette opération doit s'effectuer sans aucun problème !**
- enfin procéder alors aux modifications du squelette et de l'opérateur.

De plus, l'accent ayant été mis en cours sur les principales structures algorithmiques du Traitement d'Image : le balayage vidéo de l'image, du voisinage (cf détail en langage naturel des algorithmes), il est très simple, fort instructif et très pratique de montrer aux étudiants comment réutiliser le code d'un opérateur déjà réalisé. L'exemple le plus flagrant est comment réutiliser le code de l'opérateur de l'érosion pour programmer l'opérateur de dilatation (ou réciproquement) : il suffit d'inverser tous les tests, ce qui prend au maximum 5 minutes sous éditeur...

6.3 - Déroulement du Mini-TR

Se lancer tout de suite, sans réflexion préalable, dans la programmation des opérateurs conduirait la plupart des étudiants à «une catastrophe» : perte de temps, mauvaise compréhension etc... Aussi, un plan de travail est imposé.

* *1^{re} semaine : Travaux «Papiers» : Compréhension du Sujet*

- > **Compréhension des Algorithmes** (revoir le cours)

- faire le bilan des images en entrée, en sortie, transitoires (ou de travail) si nécessaire

- comprendre le parcours des données : balayage de l'image, balayage du voisinage etc..;

- pour le pixel courant (ou en cours de traitement), détail des traitements, des calculs (on insistera notamment sur le type des données unsigned char, short, long, float etc...)

> **Écriture en langage naturel détaillé** (c'est-à-dire en français) des algorithmes. Les boucles, découlant des divers parcours des données devront être détaillées.

* Autres Semaines : *Travaux sur «Machine» : Programmation et Tests des Opérateurs*

> **Compréhension de l'Environnement de Traitement d'Image** (revoir le cours)

> **Intégration des Algorithmes** dans le squelette d'opérateurs fourni.

> **Écriture en langage C**, dans l'environnement de Traitement d'Image, des algorithmes en langage naturel détaillé.

> **Compilation, Débogage**

> **Tests sur images**

> **Commentaires sur les résultats obtenus**

Les divers algorithmes sont implantés et testés les uns après les autres. Il est nécessaire pour le moral des étudiants qu'ils aient implanté et testé au moins un opérateur pendant la seconde séance !

Certes, la majeure partie du temps du Mini TR sera consacrée à la programmation en C «standard» des opérateurs de Traitement d'Image. Mais la partie **Tests et Validation Visuelle** du bon fonctionnement des opérateurs est un élément fondamental pour la compréhension du Traitement d'Image et de ses problèmes, notamment *le côté subjectif de la Validation des Résultats* : mon œil voit ... pas l'ordinateur.

6.4 - Eléments à Remettre

Les éléments à remettre, à l'issue du Mini-TR sont :

- un compte rendu,
- les listings des opérateurs programmés,
- une disquette exempte de virus !

Le compte rendu devra retracer les diverses étapes des semaines de travail. Les travaux «papiers», c'est-à-dire notamment la compréhension des algorithmes, ainsi que l'écriture en langage naturel des opérateurs devront être détaillés.

Voici, dans le cas de l'opérateur de seuillage, ce qui est demandé aux étudiants. *Cet exemple leur est fourni en annexe de l'énoncé.*

Le programme de seuillage admet :

* **en entrée** : une image noir et blanc (en 256 niveaux de gris) (unsigned char)

* **en sortie** : une image binaire, résultant de la décision du seuil. Pour plus de commodité, cette image sera stockée en unsigned char, comme l'image d'entrée. De manière à ce que l'image résultat soit visualisable la valeur logique «0» sera codée par la valeur numérique 0, et la valeur logique «1» par 255.

Le balayage vidéo s'effectue sur toute l'image : bords inclus.

Il n'y a pas d'image intermédiaire. Il n'y a pas non plus de calcul, puisque la binarisation résulte d'un simple test.

Algorithme de Binarisation :

La valeur du pixel courant est comparée à la valeur de seuil :

- ° si elle est supérieure ou égale :
- > le résultat logique est «1»
- ° sinon
- > le résultat logique est «0»

Ecriture en Langage Naturel Détaillé :

* Pour Y= 0 à ncol - 1 : balayage de toutes les lignes de l'image (boucle externe)

* Pour X= 0 à nlig - 1 : balayage de toutes les colonnes de l'image (boucle interne)

- Si la valeur du pixel courant est supérieure ou égale à la valeur de seuil
- ° le pixel résultat est à 255
- Sinon
- ° le pixel résultat est à 0

fin de la boucle sur les colonnes
fin de la boucle sur les lignes

Transcription en C, dans l'Environnement de Traitement d'Image du Langage Naturel Détaillé

Dans ce cadre, on ne s'occupe pas des entrées / sorties (qui ont seulement été définies), pour s'occuper que de l'opérateur. Celui-ci est très simple dans le cas de la binarisation.

Le code C dans l'environnement de Traitement d'Image de l'Opérateur de Seuillage est uniquement une transcription de l'algorithme détaillé en langage naturel ci dessus.

```
void Seuillage (IMAGE *imsrc, IMAGE *imdes,
int seuil)
/* imsrc est un pointeur sur l'image à seuiller,
*imdes sur l'image résultat */
{
    POINT *point; /* pointeur sur le point courant
    */
    crea_POINT(point); /* creation de la structure */
    /* balayage video de l'image : ligne a ligne et de
    gauche a droite :
    - boucle externe : Sur POINT_Y(point) de la ligne
    gne NLIg(imsrc) -1
```

```
- boucle interne : Sur POINT_X(point) de la
colonne 0 a la colonne NCOL(imsrc) - 1 */
balayage sur toute l'image : pas d'effet de bord ici
*/
for (POINT_Y(point) = 0; POINT_Y(point) <
NLIg(imsrc); POINT_Y(point)++)
for (POINT_X(point) = 0; POINT_X(point) <
NCOL(imsrc); POINT_X(point)++)
{
    /* Traitement du Pixel Courant */
    if (PIXEL(imsrc, point) >= (unsigned
char)seuil)
        PIXEL(imdes, point) = 255;
    else
        PIXEL(imdes, point) = 0;
}
free(point);
```

Le «squelette» de l'opérateur est donné ci-dessous. Il est quasiment identique pour tous les opérateurs.

```
/******
/* Fichier : Seuil.c */
/* Auteur : P.Bonnin */
/* Date : Juillet 1993 */
/* Description: Seuillage d'une Image N&B */
/******
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
/* --- Librairies personnelles --- */
#include <ti_def.h>
#include <ti_lib.h>
#include <lseuil.h>
/* --- Programme Principal --- */
void main(int argc, char* argv[])
{
    IMAGE *imsrc,*imres; /* images source,et resultat
    */
    long taille_image;
    int Seuil;
    /* --- USAGE --- */
    if (argc != 4)
    {
        fprintf(stderr,»USAGE : Seuillage imsrc imres
        Seuil\n»,argv[0]);
        fprintf(stderr,»imsrc : image source \n»);
        fprintf(stderr,»imres : image resultat \n»);
        fprintf(stderr, «Seuil : Valeur du Seuil \n»);
        fprintf(stderr,»effectue le seuillage d'une image);
        exit(0);
    }
    crea_IMAGE(imsrc); /* creation des images */
    crea_IMAGE(imres);
    /* Lecture du Fichier contenant l'Image Source */
    charge_image(imsrc,argv[1]);
    fprintf(stderr,»image source: %s, nlig = %d, ncol =
    %d\n»,argv[1], NLIg(imsrc), NCOL(imsrc));
    /* Allocation memoire pour l'image destination */
    NLIg(imres) = NLIg(imsrc);
    NCOL(imres) = NCOL(imsrc);
    PROF(imres) = PROF(imsrc);
    taille_image = (long)NLIg(imres) *
        (long)NCOL(imres) *
        (long)PROF(imres);
    alloue_image( imres, taille_image);
    /* --- Récupération de la valeur du seuil --- */
    Seuil = atoi(argv[3]);
    /* --- Appel de l' Operateur --- */
    Seuillage(imsrc,imres,Seuil);
    /* --- Sauvegarde de l'Image --- */
    sauve_image(imres,argv[2]);
    fprintf(stderr, «Image Sauvegardée : %s \n»,
    argv[2]);
    /* --- Libération de la Mémoire --- */
    libere_image(imres);
    libere_image(imsrc);
}
```

CONCLUSION

Nous allons tenter de tirer une conclusion aussi objective que possible sur cette expérience, qui à la fin de sa quatrième édition tend à prendre une forme «stabilisée».

Compte tenu du côté programmation, les étudiants motivés par l'informatique industrielle et / ou la programmation en C le sont généralement pour le TI. D'autres étudiants, attirés par le côté «concret» (je vois et j'analyse mes résultats !) font l'effort de considérer la programmation sous un angle nouveau. Le travail demandé, pouvant paraître a priori considérable, ne l'est pas, compte tenu des éléments fournis aux étudiants et de la méthode de travail fortement conseillée. Quasiment tous les binômes ont programmé tous les opérateurs sauf l'affinage. Plus de la moitié des binômes ont programmé l'opérateur d'affinage.

Certains étudiants ont fourni un travail d'une qualité remarquable. Cette année, nous n'avons pas hésité à attribuer la note maximale soit 20 / 20 à deux dossiers : exempts de toute erreur scientifique, incluant tout le travail demandé, ainsi que des remarques fort judicieuses et une notice d'utilisation des programmes. De plus ces dossiers étaient tapés sous Word. Ils constitueraient d'excellents rapports de fin de travaux dans le cadre de contrats industriels ou de recherche.

Pour certains, l'expérience de la mini TR se poursuit en TR, dans le cadre de «L'Atelier Pédagogique de Vision Industrielle» (structure indépendante du département, financée par des contrats recherche ou industriel) qui comporte du matériel spécifique. Généralement le sujet du TR est choisi en fonction du sujet du stage de fin d'étude, qui est dans ce cas la suite logique du TR. Il s'établit au fil des années «un partenariat» avec des entreprises ou laboratoires de recherche qui nous prennent régulièrement des stagiaires pour des applications ayant trait à l'image. Profitons de ces quelques lignes pour remercier M. Laurent Debraux de la Société HOLI-DIS et M.Yves Sorel de l'INRIA Rocquencourt de la confiance qu'ils nous accordent depuis le début de cette expérience, il y a déjà 4 ans.

Nous remercions également la Direction de l'IUT : Mme Georgette Vicard, ainsi que M. Pierre Bouchet et M. Homère Nkwawo Chefs du Département GEII pour leurs encouragements.TE

RÉSULTATS DES OPÉRATEURS

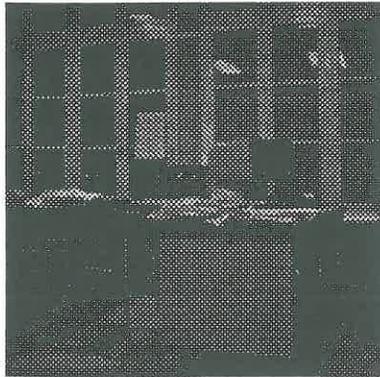
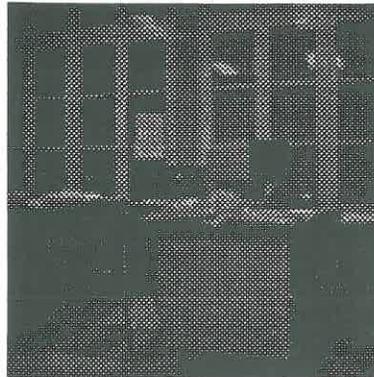
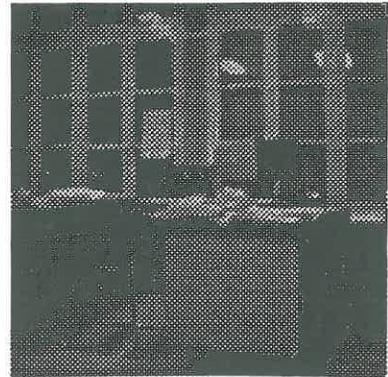


Image Originale



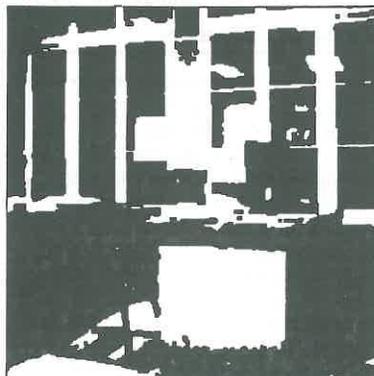
Filtre Moyen



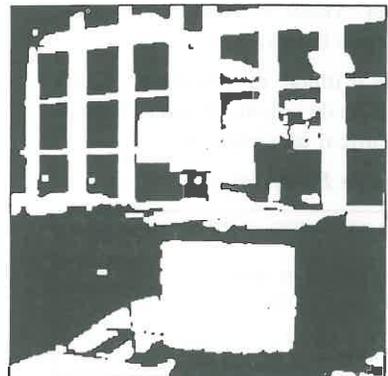
Filtre Médian



Image Seuillée



Erosion



Dilatation

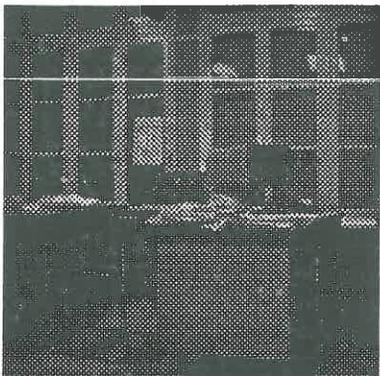
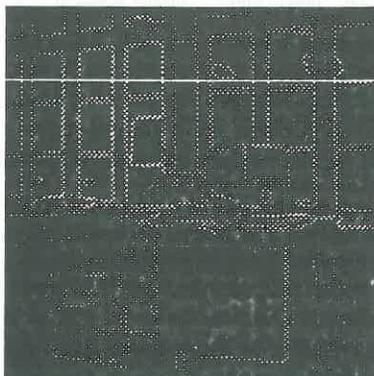
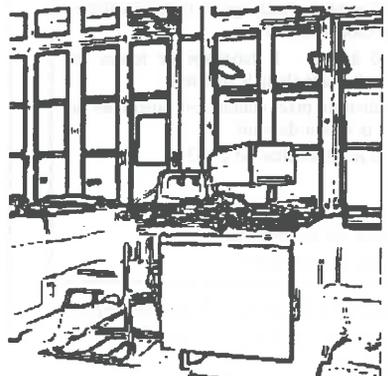


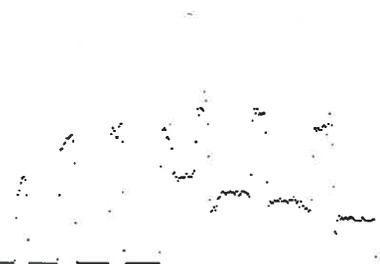
Image Source



Norme du Gradient



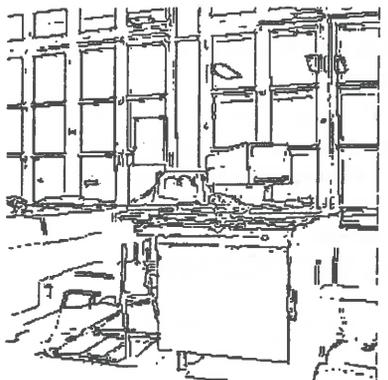
Seuil sur la Norme



Profil Horizontal Image Source
(au niveau des fenêtres)



Idem Norme du Gradient



Points de Contour après Affinage

La simulation de partie opérative, une nouvelle approche originale pour la formation aux systèmes automatisés

par Martial GRISLIN, Bernard HOURIEZ, Fabrice ROBERT, IUT GE2i Le Mont Houy, Valenciennes

La simulation de Partie Opérative (PO) est aujourd'hui une nécessité industrielle pour optimiser chacune des phases du cycle de vie d'un système piloté par Automate(s) Programmable(s) Industriel(s). Convaincu de cette réalité, le département GE2i de l'IUT de Valenciennes collabore dans ce domaine avec la société Prosyst. Prosyst a développé et commercialise un produit innovant dans le domaine : le Simulateur de MACHine SIMAC dont la version SIMACTEL intégrée dans l'atelier XTEL de Télémechanique [1]. Dans le cadre de la formation des techniciens supérieurs, et au delà de l'enseignement des concepts de la simulation de Partie Opérative, cette collaboration envisage trois aspects pratiques de l'utilisation d'un simulateur au titre de la pédagogie :

1. Former à une utilisation rationnelle de la simulation de Partie Opérative en cohérence avec les exigences d'une méthodologie de développement de Systèmes Automatisés de Production (SAP) cadrée dans le cycle en V de l'AFCIQ (démarche qualité oblige !);
2. Pallier les problèmes (surtout financier... !) de la mise en œuvre et de la maintenance de maquettes didactiques onéreuses et souvent réductrices de la complexité industrielle;
3. Etudier, et cela sans risque de casse matérielle, la bonne gestion des Modes de Marche et d'Arrêt (MMA) qui, au delà de la marche "Normal", constitue l'un des points critiques d'une application industrielles.

Dans cette perspective, le Département GE2i s'est attaché, sous le couvert d'un statut de PAST, les compétences d'un Ingénieur d'étude de la société Prosyst. Il s'est de plus équipé de 6 postes de simulation SIMAC autonomes sur PC dont deux avec l'interface AIDSIM pour l'exploitation "on line" sur les automates série 7 de Télémechanique.

En tout état de cause, cet article ne pêche en rien le « tout simulé » pour le bien être de la pédagogie, mais il propose la simulation de

Partie Opérative, d'une part en tant que réalité industrielle [2], et d'autre part en tant que moyen complémentaire pour la formation pratique des techniciens supérieurs.

Après un exposé sur les principes de la simulation de Partie Opérative, cet article présente l'expérience de formation aux systèmes automatisés par la simulation, menée à Valenciennes dans le cadre des projets de seconde année de l'option Automatismes et Systèmes.

I. LA SIMULATION DE PARTIE OPÉRATIVE

Comme son nom l'indique, un simulateur de PO est chargé de reproduire le comportement du procédé à commander, que ce soit une machine, un four, un convoyeur, etc. Les premiers simulateurs ne datent pas d'aujourd'hui. Avec les "boîtes à boutons" câblées sur les entrées/sorties de l'automate (pour exciter les entrées et émuler les sorties), on songeait déjà à valider le programme installé sur l'automate programmable. ...videmment, les tests n'étaient pas très poussés - on reconnaît ici quelques-uns de nos TP API... d'il y a une demi-douzaine d'année. Depuis, un pas décisif a été franchi avec l'apparition des premiers logiciels de simulation de PO. L'une des premières approche développées consiste à décrire le **comportement fonctionnel** de la PO et de programmer ce comportement à l'aide de langage d'automate. Le modèle de PO ainsi développé est ensuite implanté dans une machine cible (un autre API, un PC ou une station de travail) connectée sur le coupleur de cet automate. Mais est-ce vraiment la PO qui est simulée ? En fait, avec ce type de logiciel, on vérifie que le programme automate se comporte comme il a été prévu au départ, on ne vérifie pas s'il est conforme à ce qu'on en attend. De plus, la description de l'installation réelle passe par un langage de programmation qui n'est pas prévu pour décrire la partie opérative d'un système automatisé.

Le modèle logiciel doit être représentatif du comportement de l'installation. Autrement dit, il faut faire une simulation sur un modèle décrivant la **structure réelle** de la machine à commander. Par

exemple, il ne faut pas mettre de verrouillages entre les composants élémentaires du modèle pour interdire les mouvements qui seraient dangereux : si la mécanique et les actionneurs sont capables de provoquer de tels mouvements antagonistes, il doivent être autorisés. En fait, il faut garder à l'esprit que l'objectif de base de la simulation est de tester et de valider le programme. Il s'agit donc de décrire une installation telle que la verra l'automate, c'est à dire sous l'angle de ses entrées (les capteurs) et de ses sorties (les actionneurs). C'est ce que permet le logiciel SIMAC (Fig. 1).

Même sans chercher à simuler le fonctionnement intégral de l'installation, le modèle de simulation de PO peut être très complexe. Il faut en effet identifier et décrire les élé-

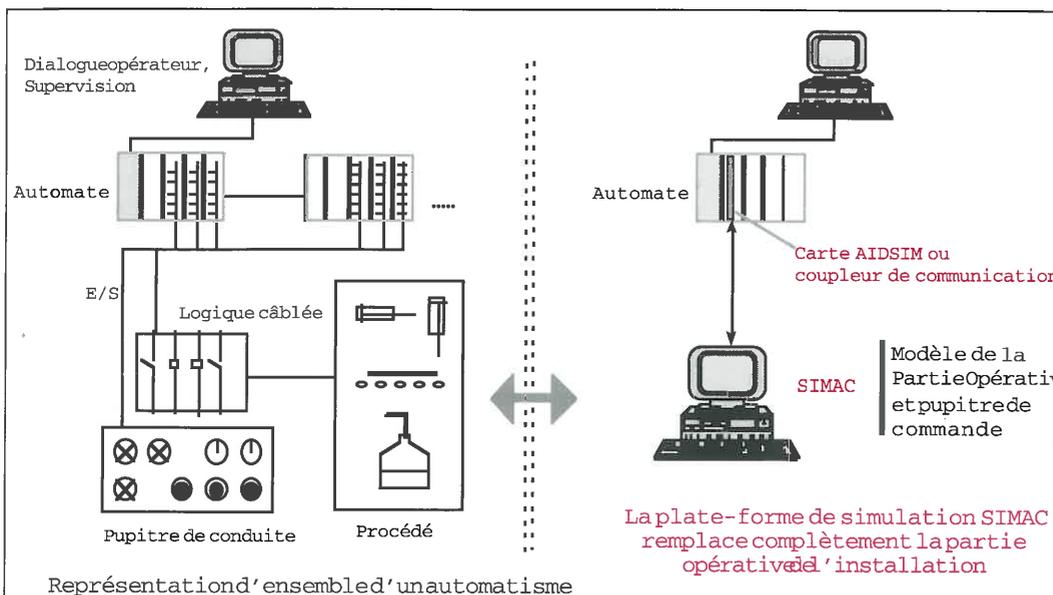


Figure 1. Principe de la simulation de partie opérative d'une installation automatisée.

ments de l'installation électrique (avec le schéma de câblage), l'installation pneumatique et hydraulique (avec ses vannes, vérins, distributeurs, etc.) et l'installation mécanique. En procédant ainsi, si une courroie ou un vérin lâche à un endroit quelconque de l'installation, si un court circuit se produit malencontreusement, on peut prévoir les conséquences qui vont en découler au niveau de l'état de tous les capteurs de l'installation. En prévoyant les dysfonctionnements possibles de l'installation pilotée par l'automate programmable, le simulateur de partie opérative permet en outre d'améliorer la qualité de la conception des programmes de commande.

Puisque l'on dispose ainsi de modèles de machine, pourquoi ne pas s'en servir pour la formation ? C'est une des idées que quelques enseignants de l'IUT de Valenciennes cherchent à concrétiser depuis quelques années. En 1995, nous avons commencé quelques projets de modélisation de machines, depuis nous développons une véritable usine virtuelle utilisable pour la formation des étudiants...

II. Formation aux systèmes automatisés par la simulation

II.1. MODALITÉ DE LA PÉDAGOGIE

C'est dans le cadre des projets du troisième centre d'intérêt que sont développés les aspects pratiques de la simulation. Le contexte est le suivant :

Le système automatisé objet de la simulation existe en réel et est constitué par le système de transitique industriel installé au sein de l'atelier GE2i. Il est le cœur du processus de conception/fabrication industrielle de circuit imprimé dont s'est équipé le Département GE2i (voir articles [3] et [4] publiés dans le GESI). Les choix effectués, dès la conception de l'atelier GE2i, ont toujours privilégié une solution axée sur un seul constructeur (en l'occurrence Télémécanique Schneider) pour des raisons d'homogénéité de parc, d'autant plus appréciable dans ce cadre didactique. Une telle confrontation de l'approche simulation à une réalité technologique permet de montrer aux étudiants l'intérêt de la simulation en soulignant sa souplesse et sa finesse de représentation sans pour cela masquer la nécessaire maîtrise de la réalité technologique.

La pédagogie s'organise en quatre phases :

Formation aux concepts et à l'utilisation de l'environnement SIMAC de simulation ; 20 heures divisés en 4 séances ; Définition du cahier des charges du projet, analyse et répartition des charges entre les différents binômes d'étudiants, et définition des ressources accessibles (PC, consoles de programmation, baies de commande de la transitique, ...);

Exploration des phases de Bureau d'étude et de développement par chaque binôme et réalisation de la documentation technique. Ce travail est supervisé par l'enseignant qui contrôle la bonne évolution des tâches de chacun au travers de réunions bilan et d'exposés intermédiaires : 92 heures de projet d'atelier (par 3 ou 4 heures), tables rondes hebdomadaires en début de séance, 2 rapports d'état d'avancement ;

Synthèse d'ensemble et évaluation des résultats de chacun : rapport final de projet (déroulement du projet, machine SIMAC et programme automate sur disquette, dossier électrique de l'installation, manuel d'utilisation), soutenance de projet.

L'objectif du projet est de réaliser et de mettre en œuvre une plateforme de simulation sur laquelle il sera possible de tester différents sous-systèmes. L'assemblage de ces sous-systèmes permettra de disposer d'une véritable usine virtuelle composée de plusieurs machines différentes.

II.2. MODALITÉ TECHNIQUES

Le circuit de transitique réel comporte pour l'essentiel 4 chariots de convoyage aérien circulant entre 8 postes de travail et 2 chariot automoteur filoguidé au sol desservant 4 positions de traitement. L'un de ces chariots est dit "intelligent" puisqu'il va charger et décharger des clayettes des différents postes de travail. L'autre dit "bête" - et indiscipliné - circule sur le circuit pour perturber le bon fonctionnement. Un automate TSX47-420 gère la bonne circulation des chariots. Deux TSX17 embarqués sur les chariots leur permettent de suivre les fils, de s'arrêter aux stations et sur les obstacles.

Pour élargir la représentativité de la démarche, la simulation inclut des sous-machines virtuelles couramment rencontrées dans les installations de fabrication industrielle en grande série de circuit imprimé :

- chargeur/déchargeur par vérin, ventouse et convoyeur ;
- tri automatique de plaques par détection et aiguillage sur convoyeur ;
- poste de perçage à chargement-déchargement automatique par plateau tournant ;
- stations de mélange de produits, bains de dégraissage... ;
- chaîne de traitement de surface robotisées ;
- unités de remplissage de bacs ou de silos ;
- unités de conditionnements de liquide et de solides ;

La vision synoptique de l'usine virtuelle est proposée en figure 2.

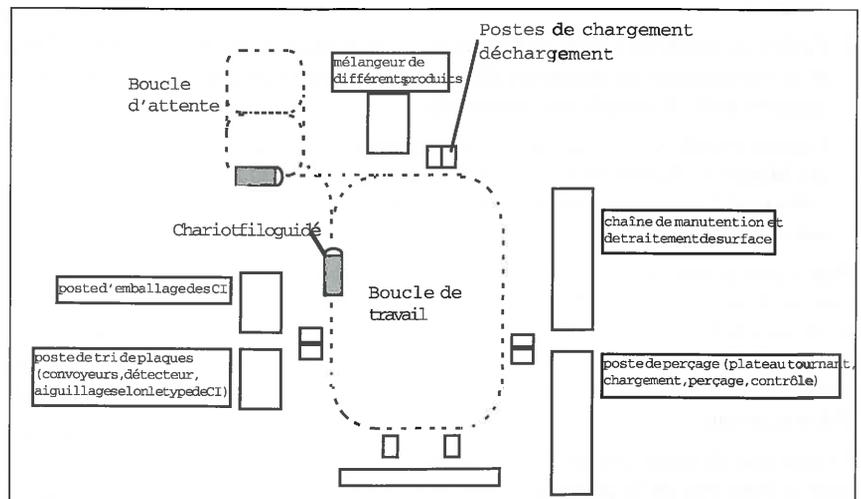


Figure 2. Usine à modéliser et contraintes matériels.

Chacun de ces sous-systèmes est confié à un binôme d'étudiants. Au delà du thème fédérateur qu'est la fabrication de circuit imprimé, le but est aussi de constituer une bibliothèque de machines virtuelles qui pourront être réutilisées à l'aide de version RunTime de SIMAC pour "habiller" des thèmes de travaux pratiques sur l'étude de la commande des Systèmes majoritairement à événements discrets.

Pour chacun de ces systèmes, chaque binôme doit analyser l'automatisation de la machine, décrire la Partie Opérative avec SIMAC, programmer le Grafset pour la simulation interne, décrire la partie commande, programmer le TSX pour la simulation avec l'API (le programme de commande doit être bien documenté pour sa portabilité sur un autre type d'automate), et réaliser le dossier technique de l'automatisme. En fait, cela consiste en la réalisation de trois modules qui composent un automatisme complet (Fig. 3).

L'ensemble de ce travail est effectué en étroite collaboration avec les autres équipes puisque les machines constituent un tout qui devra fonctionner en symbiose. Communication entre les différents postes via le système filoguidé, portabilité des différentes applications sur

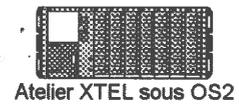
| Sous systèmes automatisés | Travail à réaliser - Compétences | Matériel - Logiciel |
|---|--|---|
| Système filoguidé Station de mélange Poste de perçage chaîne de remplissage ... | <ul style="list-style-type: none"> Description PO / SIMAC Programmation G7 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: fit-content; margin: 5px auto;">Partie Opérative</div> <ul style="list-style-type: none"> PC sur TSX Programmation automate <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: fit-content; margin: 5px auto;">Partie Commande</div> <ul style="list-style-type: none"> Dossier technique <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; width: fit-content; margin: 5px auto;">Documentation</div> |  SIMAC sous WINDOWS  Atelier XTEL sous OS2  logiciel SCHEMA |

Figure 3. Travail à réaliser = Partie Opérative + Partie Commande + documentation.

une plate forme de simulation type, choix en commun des différents postes et de l'organisation globale de tout l'automatisme.

II.3. APERÇU DES POSSIBILITÉS DE SIMAC

Le simulateur de partie opérative SIMAC offre plusieurs **fonctionnalités** [5][6] :

Description de la Partie Opérative sous la forme d'équations logiques (pas de langage de programmation) : le câblage électrique des borniers d'entrée/sortie, du relayage, ou le câblage pneumatique

et hydraulique est édité en équation booléenne (ex : $I02,3 = \text{Alim-e} * SQ1 * Km1$).

De la même manière, les grandeurs physiques de l'installation sont décrites sous la forme d'axes et de capteurs paramétrables. Ainsi, le fonctionnement de la machine est décrit avec des équations logiques de mouvements (fig. 4). Des variables logiques et numériques, sous forme d'équations booléennes et de tableaux d'affectation booléennes permettent aussi de modéliser des flux de pièces, et de représenter des grandeurs analogiques (niveau, température, pression, avance, ...);

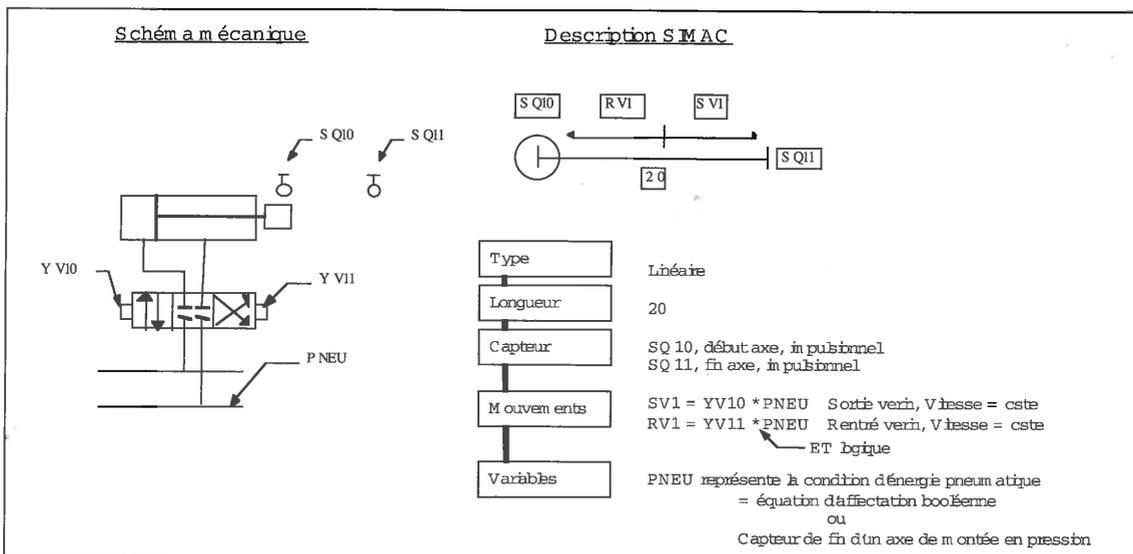


Figure 4. Exemple de description d'un vérin.

- **Simulation interne de la Partie commande au moyen d'un Grafset** (norme IEC 1131-3) : une fois la machine décrite, les étudiants testent directement leur machine en interne avec le (ou les) grafset(s) de commande qu'ils auront étudiés, sans programmation ni connexion sur l'automate;
- **Simulation connectée par communication des E/S automate** : lorsque la partie opérative décrite fonctionne correctement en interne, la machine peut être testée sur plate-forme complète en communication avec l'automate de commande - à condition que le programme correspondant soit développé. Ce mode de simulation nécessite un point de connexion réalisé, dans le cas des automates Télémécanique, avec une **carte spécialisée AIDSIM**, simulant les cartes d'E/S directement sur le bus fond de panier de l'API;
- **Visualisation de l'installation par des synoptiques animés, et commande de l'installation par des pupitres interactifs** (fig. 5) :

- lors de la simulation (en ou hors ligne), les étudiants pilotent directement la machine et constatent les évolutions sur des synoptiques;
- **Visualisation et analyse des changements d'état des différents éléments de l'installation** (actionneurs, capteurs, relais, E/S automate...) : au moyen d'une navigation dans la hiérarchie de description, il est possible d'observer et d'analyser l'enchaînement des événements depuis les capteurs/actionneurs jusqu'aux E/S automate, en passant par l'ensemble du câblage réel de la machine décrite;
- **Enregistrement de contextes de simulation types, et exécution de scénarios préenregistrés** : possibilité de se re-positionner dans des états de fonctionnement types et/ou de rejouer des procédures spécifiques;
- **Édition des traces des chronogrammes des évolutions obtenues** : chaque simulation peut être enregistrée pour analyser ensuite les

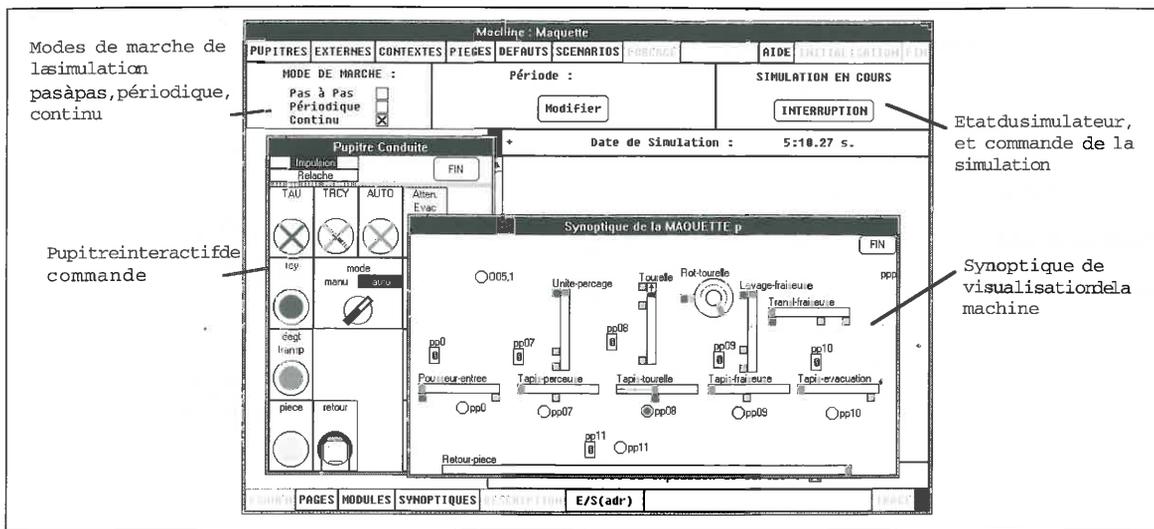


Figure 5. Exemple de pupitre interactif et de synoptiques de visualisation en mode simulation.

chronogrammes de changement d'états des variables décrites (E/S, capteurs, actionneurs, relais, ...) et vérifier les synchronismes et temps de cycle, etc.

II.4. PREMIÈRES LEÇONS DE L'UTILISATION DE SIMAC DANS UN CONTEXTE D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR TECHNIQUE

La simulation de Partie-Opérative nous permet d'appréhender différents **objectifs pédagogiques** :

- **Découverte et analyse d'une installation automatisée** par la constitution de la logique de fonctionnement de la Partie Opérative d'une installation (électrique, mécanique, pneumatique, ...), analyse et transcription des dossiers de conception : dossier électrique, pneumatique, hydraulique d'une installation, séquentiel de commande...
- **Analyse d'un projet d'automatisation d'une installation complète** (de la mécanique jusqu'aux E/S automate) par l'étude des modules élémentaires jusqu'à l'usine complète (mise à disposition de véritables maquettes virtuelles d'installations automatisées sans contraintes matérielles).
- **Apprentissage du Grafset par la simulation progressive sur une ou plusieurs machines** : l'éditeur de SIMAC permet de décrire des grafsets mécanicien et électricien en respectant la normalisation (norme IEC 1131-3). De plus, les étudiants peuvent directement visualiser les évolutions du programme et les effets sur la machine.
- **Formation aux automates programmables, ateliers logiciels et outils périphériques (niveaux 2 et 3 du CIM)** par l'apprentissage des différents modes de programmation et leur simulation progressive, mise au point du programme automate progressive et sans risque sur une ou plusieurs machines, test complet des fonctions de sécurité et dialogue opérateur (dysfonctionnements, casse de capteurs, de relais, ...), étude et développement d'applications de supervision et/ou GPAO sur la base de machines virtuelles.
- **Formation à la prise en mains des installations automatisées**, puisque l'on dispose de véritables simulateurs, il est possible de former des utilisateurs potentiels à la **conduite** des installations automatisées (différents modes de fonctionnements : normal, anormal, ...), ou à la **maintenance** (procédures de diagnostic, dépannage, ...).

Notons aussi qu'avec SIMAC, l'IUT GE2i peut aussi appréhender la formation aux outils et méthodes de simulation de Partie Opérative puisque l'on dispose du progiciel le plus utilisé en Europe, dans les principaux secteurs d'activités pour modéliser et simuler un système automatisé (homologation de SIMAC par PSA, partenariat avec ALLEN BRADLEY et SCHNEIDER pour insérer SIMAC dans leur atelier logiciel, secteur d'activité : CGE, CEGELEC, CLEMSSY, SPIE, COMAU, SOLLAC, STUL, PECHINEY, EDF-GDF, AEROSPATIALE, ...).

III. CONCLUSION

Outres les fonctionnalités et les apports pédagogiques qu'apporte la simulation de Partie Opérative, ce projet permet d'étudier un très grand nombre d'automatismes différents sans en disposer en réalité. L'étudiant va analyser d'une part la partie opérative (mécanique, électrique, pneumatique, ...) et d'autre part la partie commande (Grafset, programmation de l'automate avec choix du langage, analyse des différents modes de fonctionnement, ...), en passant par la rédaction d'un dossier technique complet de l'installation (cahier des charges, schémas électriques, plan de câblage et d'implantation, documentation du programme, ...).

De plus, l'usine virtuelle ainsi décrite va aussi nous permettre de disposer d'une représentation sur PC des machines de l'atelier, ce qui nous permettra de disposer d'un double des installations automatisées pouvant être mis à la disposition des étudiants dans le cadre des projets d'atelier et/ou des Travaux Pratiques. Notons aussi que ce développement des différents modules de machines pourra peut-être remplacer quelques-unes de nos platines de TP - difficile à maintenir. Et pourquoi pas intéresser d'autres départements GE2i, qui sont les bienvenus pour toutes visites, découverte ou formation à la simulation de Partie Opérative.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Simulez la partie opérative de vos applications... SIMACTEL vous accompagne sur X-TEL V6. Telemecanique Automatismes n°26 - Juin 1996, pp. 6-7.
- [2] La simulation de partie opérative fait recette. MESURE n°682 - Février 1996, pp. 45-50.
- [3] Du circuit imprimé multicouches à Valenciennes. V. Cayez, B. Houriez, GESI n° 38, Mai 1993, pp. 6-8.
- [4] Fabrication de circuits imprimés - La plate-forme de l'IUT de Valenciennes. B. Houriez, M. Vernet, V. Cayez, GESI n° 46, Mars 1996, pp. 16-21.
- [5] Formation sur plate-forme de simulation SIMAC - Septembre 1996, Prosyst.
- [6] SIMAC PC seul et SIMAC / TSX7 pour la formation technique - Octobre 1996, Fiches Prosyst.

CONTACTS :

Martial GRISLIN Prosyst Tél. : 03 27 42 44 06 Fax : 03 27 41 32 00
e-mail : prosyst@planet.net
19 place Froissart - 59300 Valenciennes

Fabrice ROBERT IUT GE2i Tél. : 03 27 14 12 61 Fax : 03 27 14 12 50
e-mail : geii@univ-valenciennes.fr

Bernard HOURIEZ
Le Mont Houy BP311
59304 Valenciennes Cedex



Le meilleur des mondes !

par Paul MANGIN, IUT de Nancy

Les langages utilisés par les étudiants de Génie Electrique sont plutôt le C, le PASCAL ou le QUICK BASIC fonctionnant sous DOS pour leur facilité d'accès au matériel par adressage direct des composants. Toutefois, les interfaces de communication avec l'opérateur humain sont pour le moins « tristounettes » dans cet environnement même en y ajoutant quelques couleurs.

Par opposition, des logiciels simples d'emploi sous WINDOWS comme VISUAL BASIC ou DELPHI présentent les caractéristiques inverses: interfaces de communication impeccables mais un accès au matériel complexe.

L'article ci-dessous décrit une application basée sur une technique qui permet de concilier les avantages des deux environnements pour des applications simples et qui reste accessible à des programmeurs non expérimentés dans l'environnement WINDOWS.

INTRODUCTION

Lorsqu'on veut faire fonctionner sous WINDOWS sa carte « maison », la solution « officielle » consiste à développer sa propre bibliothèque, puis à l'implémenter en DLL, ce qui n'est pas, a priori, à la portée d'un étudiant de Génie Electrique.

Une solution pour résoudre des petits problèmes consiste à développer la partie accès au matériel sous DOS, la partie interface sous WINDOWS puis à faire communiquer les deux applications.

Une première solution peut être constituée d'un fichier commun aux deux applications. L'inconvénient de cette solution est la lourdeur d'écriture nécessitant de nombreuses créations, ouvertures, fermetures et destructions de fichiers en plus de la gestion du partage entre les deux applications.

Une solution plus astucieuse est proposée par le Groupe COBB qui édite des revues dédiées aux applications informatiques et dont de nombreux articles ont été regroupés dans un ouvrage¹. Elle consiste à communiquer au travers du presse-papiers de WINDOWS, moyennant l'écriture des fonctions permettant l'accès au presse-papiers de WINDOWS depuis une application s'exécutant sous DOS.

L'application décrite ici met en oeuvre cette technique. Il s'agit d'un programme de test en sortie d'un circuit d'entrées-sorties parallèles avec l'accès aux ports programmé en TURBO C de BORLAND et l'interface graphique programmée en VISUAL BASIC de MICROSOFT.

L'APPLICATION

1. LE MATÉRIEL UTILISÉ

Le calculateur utilisé est un PC 486DX2-50 avec WINDOWS 95.

¹ Visual Basic pour les Malins - Editeur Ellipses - 1996 -

Il est équipé d'une carte complémentaire avec un circuit d'entrées-sorties parallèles INTEL PPI 8255 qui comporte trois ports de 8 bits nommés Port A, Port B et Port C.

Le circuit est accessible à l'adresse 736 (0x2E0) et comporte quatre registres :

- adresse 0 : Port A
- adresse 1 : Port B
- adresse 2 : Port C
- adresse 3 : Mot de commande

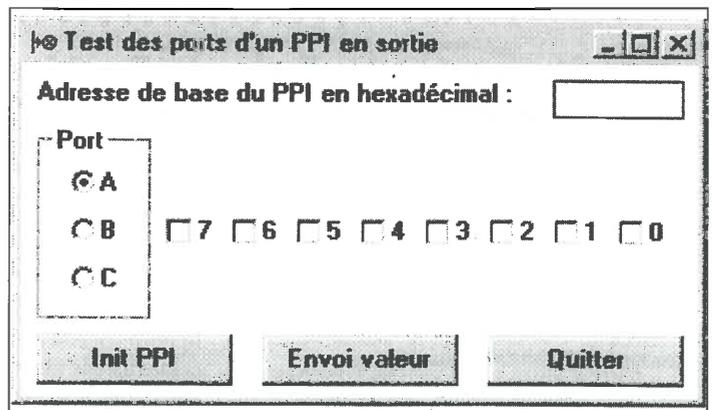
L'adresse absolue des registres est obtenue en ajoutant l'adresse du circuit (736) à l'adresse du registre dans le circuit (0, 1, 2 ou 3).

Ce circuit est ici utilisé dans son mode le plus simple : le mode 0. Il permet des entrées-sorties simples sur les trois ports de 8 bits. Pour programmer les 24 bits en sorties, la valeur à mettre dans le mot de commande est 128 (0x80).

La communication avec le programme DOS consistera pour le programme VISUAL BASIC à placer dans le presse-papiers trois valeurs : l'adresse du circuit, l'adresse du registre dans le circuit, la valeur à mettre dans ce registre. Les trois valeurs seront séparées par un espace.

2. LE PROGRAMME EN VISUAL BASIC

L'interface est la suivante :



Les contrôles se nomment :

- zone de saisie de texte pour l'adresse de base du PPI : Ad PPI
- boutons d'option de choix du port: PortA, PortB et PortC
- cases à cocher d'état des bits: groupe Bit(0) à Bit(7)
- boutons à cliquer : Init_PPI, Envoi_valeur et Quitter.

Le contenu des procédures est le suivant :

```

Sub Ad_PPI_KeyPress (KeyAscii As Integer)
    'Un appui sur entrée valide l'adresse au même titre qu'un appui sur Init_PPI
    If KeyAscii = 13 Then
        KeyAscii = 0
        Init_PPI_Click
    End If

Sub Init_PPI_Click ()
    'Effacer le contenu du presse-papiers
    Clipboard.Clear
    ' Mettre tous les ports en sortie
    Clipboard.SetText Str$(Ad_PPI.Text) + " 3" + " 144"
    'Exécuter le programme DOS (fenêtre active réduite)
    X = Shell("testc.exe.pif", 2)
End Sub

Sub Envoi_valeur_Click ()
    'Calcul de la valeur à envoyer (0 <= valeur <= 255)
    Valeur = 0
    For i = 7 To 0 Step -1
        Valeur = Valeur * 2
        If Bit(i) = 1 Then
            Valeur = Valeur + 1
        End If
    Next i
    'Construction du message à placer dans le presse-papiers
    Message = Trim*(Ad_PPI.Text)
    If PortA.Value Then Message = Message + " 0 "
    If PortB.Value Then Message = Message + " 1 "
    If PortC.Value Then Message = Message + " 2 "
    Message = Message + Trim*(Str*(Valeur))
    'Effacer le contenu du presse-papiers
    Clipboard.Clear
    'Envoyer le message
    Clipboard.SetText Message
    'Exécuter le programme DOS
    X = Shell("testc.exe.pif", 2)
End Sub

Sub quitter_Click ()
    End
End Sub

```

Des étudiantes en Tech. de Co. (Angers) se proposent de commercialiser une maquette pédagogique pour l'étude de la CEM du réseau d'énergie.

La CEM s'impose dans le monde de l'électronique par les nouvelles réglementations appliquées depuis janvier 1996. Il est donc important de donner aux étudiants de GEII des bases indispensables concernant la CEM. C'est dans ce but que Jean-Claude Guignard, enseignant à l'IUT GEII d'Angers, a créé une maquette : le correcteur de facteur de puissance.

Dans le monde de l'électronique, la Comptabilité Electromagnétique a une importance croissante. En effet, les réseaux sont de plus en plus pollués par des perturbations créées par les convertisseurs. Il devient donc indispensable de les protéger. Pour limiter ces perturbations, la directive CEM européenne impose de réduire la distorsion harmonique du courant consommé sur le réseau.

Vos étudiants, travaillant dans ce domaine, se doivent d'être formés à la CEM et aux problèmes de pollution du secteur. C'est dans ce but que Jean-Claude Guignard, enseignant à l'IUT d'Angers a créé une maquette : le CFP (Correcteur de Facteur de Puissance). Cette maquette reçoit elle-même un marquage CE.

Grâce à elle, les étudiants pourront effectuer 3 TP (d'une durée de 3 à 4 heures chacun) qui pourront être réalisés indépendamment, en tant que TP d'électrotechnique, d'électronique de puissance ou de CEM.

- Le premier TP permet de comprendre le fonctionnement et d'étudier les caractéristiques du convertisseur alternatif/continu classique, en particulier son facteur de puissance et le spectre harmonique de son courant d'entrée.
- Le second TP concerne le convertisseur continu/continu de type élévateur (Boost). Il permet d'établir sa fonction de transfert, d'étudier ses propriétés et d'analyser son fonctionnement en visualisant ses signaux.
- Le troisième TP apporte la solution au problème de la distorsion harmonique qui consiste à rendre le courant d'entrée sinusoïdal et en phase avec la tension.

L'introduction théorique et la préparation des TP sont fournies avec la maquette et peuvent être utilisées tel quel par l'enseignant. La maquette permet aussi d'imaginer d'autres

sujets de TP, par exemple concernant la tenue aux microcoupures ou l'observation du courant transitoire à la mise sous tension, etc.

Ces TP ont déjà été intégrés dans l'enseignement de l'électronique de puissance de l'IUT GEII d'Angers.

Si vous désirez apporter ces connaissances, aujourd'hui nécessaires, à vos étudiants, vous pouvez vous procurer cette maquette auprès de l'IUT d'Angers. Les maquettes sont vendues au prix unitaire de 2800 F net sauf pour la première, qui comprend les documents pédagogiques, qui est au prix de 4800 F net. La maquette sera disponible en juillet 1997.

Si vous désirez obtenir des renseignements complémentaires, contactez Marielle Bigot et Blandine Pluchet à l'adresse suivante :

Université d'Angers • Institut Universitaire de Technologie • 4, boulevard Lavoisier
BP 2018 • 49016 ANGERS CEDEX
Tél : 02.41.73.52.52 • Fax : 02.41.73.53.30
E-mail : bigot@univ-angers.fr

3. LE PROGRAMME EN TURBO.C

Il est constitué de deux parties :

- un fichier comportant les fonctions d'accès au presse-papier (CLIP.C);
- le programme proprement dit (TESTC.C) incluant le fichier précédent.

```

//Fichier CLIP.C
#include <dos.h>
#include <string.h>
struct REGPACK reg;
// Ouvre le presse-papiers
int OpenClipboard()
{
    reg.r_ax=0x1701;
    intr(0x2F,&reg);
    return reg.r_ax;
}
// Ferme le presse-papiers
int CloseClipboard()
{
    reg.r_ax;
    intr(0x2F,&reg);
    return reg.r_ax;
}
//Efface le presse-papiers
int OpenClipboard()
{
    reg.r_ax=0x1702;
    intr(0x2F,&reg);
    return reg.r_ax;
}
// Demande si chaîne disponible
int GetClipboardSize()
{
    reg.r_ax=0x1704;
    reg.r_dx=1;
    intr(0x2F,&reg);
    return reg.r_ax;
}
.

// Lit le contenu du presse-papiers
int ReadClipboard(char *t)
{
    int l;
    l=GetClipboardSize();
    if (l)
    {
        reg.r_ax=0x1705;
        reg.r_dx=1;
        reg.r_bx=FP_OFF(t);
        reg.r_es=FP_SEG(t);
        intr(0x2F,&reg);
        l=strlen(t);
    }
    return l;
}
//Ecrit dans le presse-papiers
int WriteClipboard(char *t)
{
    int l;
    l=strlen(t);
    if (l);
    {
        if (ClearClipboard());
        {
            reg.r_ax=0x1703;
            reg.r_dx=1;
            reg.r_cx=l;
            reg.r_bx=FP_OFF(t);
            reg.r_es=FP_SEG(t);
            intr(0x2F,&reg);
        }
    }
    return reg.r_ax;
}

```

```

// Fichier TESTC.EXE
#include <stdio.h>
#include <dos.h>
#include "clip.c"
void main()
{
    char buf[80];
    unsigned int ad_base, ad_reg, valeur;
    OpenClipboard(); // Ouverture du presse-papiers
    ReadClipboard (buf); // Lecture du presse-papiers
    CloseClipboard() // Fermeture du presse-papiers
    // Lecture des valeurs dans le buffer
    sscanf(buf, "%u %u %u",&ad_base,&ad_reg,&valeur);
    outportb(ad_base + ad_reg, valeur); // Ecriture du port
}

```

L'implantation définitive consiste à placer les deux fichiers exécutables dans le même répertoire et à rédiger un fichier de lancement du programme DOS (.PIF) dans lequel on réglera les paramètres :

- exécution fenêtrée ;
- fermer en quittant.

CONCLUSION

Sans constituer la panacée pour résoudre ce genre d'application, cette technique permet, moyennant la mise à disposition du fichier CLIP.C, d'aborder avec des programmeurs débutants des applications d'informatique industrielle.

GEII à TARBES ou les premiers pas d'un des " petits-derniers " (né en septembre 94)

par Danielle COUTY, IUT de Tarbes

Au début, j'y étais.....

Si je devais retenir une image du démarrage de GEII à Tarbes, ce serait notre local sans fenêtre. (le « bocal », le « gourbi » pour les intimes)

Cet ancien local de dépôt de matériel nous servira la première année de bureau de Chef de Département, bureau d'enseignants, salle des profs, salle de fabrication..... (ou comment, moi, prof de maths, j'ai vu faire des circuits imprimés dans mon bureau... !) Dans cette salle fourre-tout, suivant les moments de l'année, s'empileront le matériel arrivant, les copies, les dossiers de recrutement des étudiants, à côté de nos tasses à café et à thé.

Les 52 étudiants quant à eux, vivront leurs TD et TP dans la salle jouxtant la bibliothèque, ancienne salle de travail pour les étudiants, salle elle aussi prêtée par les autres départements de l'IUT.

Nous y installerons 26 places de TD, 26 places de TP. De cette salle pompeusement appelée labo-techno sur les emplois du temps, nous verrons et entendrons pendant la dernière partie de l'année, la sortie de nos futurs locaux : le " grand " département GEII Tarbes est pour demain, et même après demain!... septembre 96*, le bâtiment n'est toujours pas terminé.

Pour les autres salles nous sommes accueillis par les départements GEA et TC. Comme le cadre géographique est assez mal défini, (salles éparpillées) nous tenons beaucoup à nos deux salles, le « bureau » sans fenêtre et le « labo »..... car nous avons dès le début l'envie de créer notre style, notre département, même si les moyens manquent.

Nous..... nous.... oui, qui sommes-nous ? Si l'on s'en tient aux nominations, le département devrait démarrer avec deux enseignants : le chef de projet et un maître de conférences venant de sa thèse. Il devait y avoir deux postes de PRAG mais ces postes, " gelés " au dernier moment bloquent sur leur poste précédent les deux enseignants qui devaient venir. Heureusement GEII Tarbes est en train de naître dans les coeurs même si les postes et les locaux font défaut. Les deux PRAG s'engagent à fond et pour cette première année vont assurer de front leur service au lycée et le démarrage du labo à l'IUT. En compensation des postes non créés, l'IUT réussit à employer pour 10 mois un jeune chercheur en quête d'un poste de maître de conférences. Quant à moi, la " matheuse ", venant du département GMP déjà en vitesse de croisière, je me lance aussi dans l'aventure.

En attendant la création d'un poste, le secrétariat est assuré (en plus de son travail habituel) par la secrétaire de TC. Pour les techniciens, il faudra patienter (heureusement les jeunes maîtres de conférences savent tout faire, même souder !).

Que voulons-nous pour ce département naissant ? Ce que veulent sans doute tous les IUT :

- assurer une bonne formation aux étudiants ;
- faire réussir le plus grand nombre ;
- avoir un bon relais avec le tissu industriel local ;
- avoir des étudiants motivés et heureux d'être là.

Alors, comment faire pour réussir ? Certes, la lumière ne rentre pas dans notre « bocal », mais dès le début on se sent bien à GEII Tarbes. D'emblée, à l'initiative de notre chef de projet, notre première année de travail fut parsemée de rencontres hors cadre institutionnel, parfois avec les étudiants. De la cafétéria du Centre Leclerc à la crêperie de Tarbes, en passant par les pistes de ski de Saint-Lary ou la maison du « chef », notre petite troupe se balade et balade sa bonne humeur.

À l'IUT aussi on a beaucoup discuté, cherché pour rendre notre département vivant.

Qu'avons-nous essayé avec les étudiants pour que ça marche ? Au départ, nous avons fait un pari. Face à un recrutement très hétérogène, nous avons choisi de profiter des différences. Tous les différents types de bacs sont répartis à l'intérieur d'un même groupe de TP pour que l'échange entre étudiants se fasse le mieux possible.

Dans les TP on met en place des binômes tournants. A chaque séance, l'étudiant change d'associé. Au cours de l'année chacun travaillera avec tous les autres de son groupe de TP.

Dans les TD, en particulier en math, où l'écart entre les étudiants est très important, on crée des binômes fixes avec des étudiants de niveau différent (un " bon ", un " mauvais " comme le résumera un des redoublants en présentant le fonctionnement aux nouveaux arrivants). Ce groupe, choisi en début d'année après un test d'entrée, sera éventuellement modifié en cours d'année.

Pour accompagner les étudiants qui peinent en électricité ou en math, nous faisons du soutien contractuel sur la base du volontariat. Tous les 2 mois, les étudiants s'engagent selon leurs souhaits pour faire une " tranche d'électricité " ou une " tranche de math " supplémentaire.

Je ne cache pas que j'aime beaucoup ces moments privilégiés où les étudiants arrivent avec leurs questions parfois naïves mais tellement vraies sur leurs problèmes mathématiques. Et on invente ensemble des méthodes pour y faire face.

J'ai envie de dire aussi quelques mots de notre commission pédagogique. C'est toujours passionnant de créer quelque chose, de lancer des projets. Mais nous avons voulu avoir un retour rapide des étudiants sur le

fonctionnement que nous mettons en place. Tous les deux mois, une réunion regroupe 4 profs et 4 délégués qui discutent de tous les problèmes rencontrés dans le fonctionnement. Cela peut aller de l'organisation des TP à une discussion sur le stage ski-études. (certains étudiants rêvant d'un stage ski-ski !)

Bien sûr, je n'ai pas parlé du stage AIME (technologie micro-électronique) à Toulouse, du cursus aménagé (aménagement de la formation comportant un redoublement partiel de la première année et un étalement des enseignements de la deuxième année), du bilan individualisé à Noël.... enfin de tout ce cadre de travail qui fait que l'on se sent chez nous et que l'on se sent bien dans notre département.

Il est facile de comprendre, à la lecture de ces quelques lignes, que c'est grâce à notre enthousiasme que nous sommes en train d'atteindre nos objectifs malgré les (nombreux) obstacles rencontrés jusque-là.... Mais, comment faire face, dans la durée, aux difficultés structurelles que nous ne pouvons résoudre seuls ? Le sous-encadrement flagrant et l'éloignement de l'Université " mère " de Toulouse sont deux obstacles majeurs. Est-il raisonnablement possible de continuer à avancer dans le même esprit dans ce contexte-là ?

En tout cas, GEII se met en place, deux ans d'existence, deux groupes en première année, deux groupes en deuxième année, 7 enseignants titulaires, 14 enseignants vacataires, une secrétaire, un technicien et « demi » et... dans deux mois, nos locaux ! Et, dans ces locaux tout neufs, nos étudiants découvriront dans quelques mois 4 salles de TP spécialisées (Automatique, Informatique Industrielle, Electrotechnique, Electronique), 2 salles informatiques dont une en libre service, 2 salles projet avec une unité de fabrication électronique, 60 postes informatiques en réseau connectés sur Internet, des logiciels performants (Matlab, Simulink, Orcad, Maple, Word, Excel...)

Le tout avec le soleil, la neige, et la montagne.....

GEII Tarbes :

- 7 enseignants :

Yves Demarcq (Chef de Département) et, par ordre alphabétique, Jean-Yves Chambrin, Danielle Couty, Jean-Marc Dienot, Michel Marty, Jean-Luc Massol, Irène Zambettakis.

- une secrétaire : Joëlle Saint-Marc

- un technicien : Jean-Pierre Cosson et demi : Laurent Godoy.

* Souhaitons à nos collègues de Tarbes, à l'heure où nous mettons sous presse, d'être maintenant bien installés dans leurs murs ! (NDLR).

De la part d'un ex...

par Serge DUSAUSAY, Institut des Sciences de l'Ingénieur de Montpellier, Université Montpellier 2

// Permettez, chers collègues, de la part d'un ex-professeur d'IUT, cette incursion dans ce numéro du GESI. Ex-professeur, car après 10 ans passés à l'IUT d'Évry, j'ai migré vers d'autres cieux, pour servir et sévir à l'Institut des Sciences de l'Ingénieur de Montpellier. En fait, le dépaysement est essentiellement géographique, car je retrouve un public d'origine... DUT.GEII !

Et c'est pour cette raison que je prend la plume : peut-être que vos étudiants, ou responsable de la poursuite des études, connaissent peu cette école. Aussi, merci de tolérer cette pub sur le département «Microélectronique et Automatique» (M.E.A.).

Au lieu de recopier la plaquette de l'école qui précise notamment que l'I.S.I.M. appartient au réseau Eiffel (CUST-EUDIL-ISIM), je vous donnerai mes impressions «d'ancien d'IUT, fraîchement débarqué». Les remarques formulées ici n'engagent que moi et sont à prendre comme un simple témoignage.

- **l'établissement** : moderne (nouveau bâtiment depuis Septembre 1996), bien équipé, agréablement situé dans la fac de Sciences.
- **l'équipe pédagogique** dans le domaine EEA : essentiellement des enseignants chercheurs du Département de recherche EEAI, ce qui donne un enseignement «orienté recherche».
- **les étudiants** : environ 72 par année, 40 % d'origine DUT GEII, 40 % DEUG, 20 % CPGE et divers. Bien qu'une réelle sélection existe, *les chances d'admission sont importantes pour un DUTien de bon niveau.*
- **les études** : les enseignements généraux en E.E.A.I.I. durant les 2 premières années (on recommence tout à zéro), avec un apport Microélectronique très développé (physique des composants, technologie, simulation, routage...) et ce, à l'aide d'outils de CAO très performants. La troisième année est marquée par le projet de fin d'études (300 heures) qui porte une dominante : Automatique, Microélectronique, ou Électronique des systèmes. Il n'y a qu'un seul stage, de 5 mois, placé en fin de scolarité, ce qui raccourcit la troisième année à quasiment 4 mois.
- **les extras-scolaires** : multiples associations, week-end d'intégration, semaine de ski, gala, compétitions sportives et toutes manifestations qui ont le don de perturber une scolarité intensive. Mais c'est le propre d'une école d'ingénieur... Particularité : tous les étudiants utilisent (pour certains, un peu trop...) Internet.
- **les débouchés** : le domaine microélectronique reste le plus porteur, et l'ISIM a une bonne réputation. Le domaine Automatique et Robotique est plus sensible aux dures lois du marché.

En conclusion, mon message est le suivant : vous pouvez conseiller à vos étudiants de candidater à l'ISIM s'ils sont désireux de s'investir dans une formation qui est bien adaptée à ce qu'ils ont appris (et retenu) à l'IUT. //

Pour tous renseignements :

I.S.I.M. Département M.E.A.
Université de Montpellier 2.
Place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier.

suivi de dossier : minitel 3615 RESFL

Contact direct par Email :

serge.dusausay@isim.univ-montp2.fr

VIENT DE PARAÎTRE

Entraînements électriques à vitesse variable

Volume 1 :

Rappels d'électrotechnique et de mécanique Les procédés de variation de vitesse

Jean BONAL

Cet ouvrage est le premier d'une série de trois volumes synthétisant les connaissances actuelles sur les entraînements à vitesse variable.

Placée sous la coordination du professeur Séguier de l'université des sciences et technologies de Lille, cette série doit combler un grand vide car ce sujet multidisciplinaire n'a jamais été abordé à ce niveau de spécialisation. Entraînements électriques à vitesse variable s'adresse aux électroniciens et électromécaniciens, ingénieurs et techniciens des bureaux d'études, d'entreprises d'installation électrique, de constructeurs d'équipements industriels mettant en jeu des entraînements électriques. Il constitue un support pédagogique très utile aux enseignants et étudiants des écoles d'ingénieurs, des IUT et des BTS.

Après un rappel d'électrotechnique et de mécanique, ce premier tome fait ressortir les fonctionnalités et les critères de définition des entraînements, montre les interactions entre les diverses parties de ces équipements et développe une approche méthodologique du choix de la technologie la mieux adaptée à l'application considérée. Les divers secteurs industriels sont envisagés; une attention particulière a été réservée à l'entraînement des turbomachines réceptrices compte tenu de leur place dans le bilan énergétique de la force motrice électrique dans l'industrie.

POUR INFORMATION :

Format : 15,5 x 24- 424 p. - 450 F

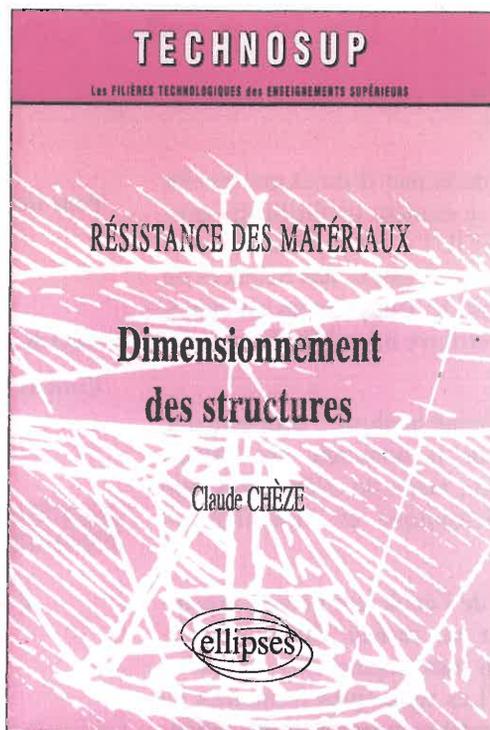
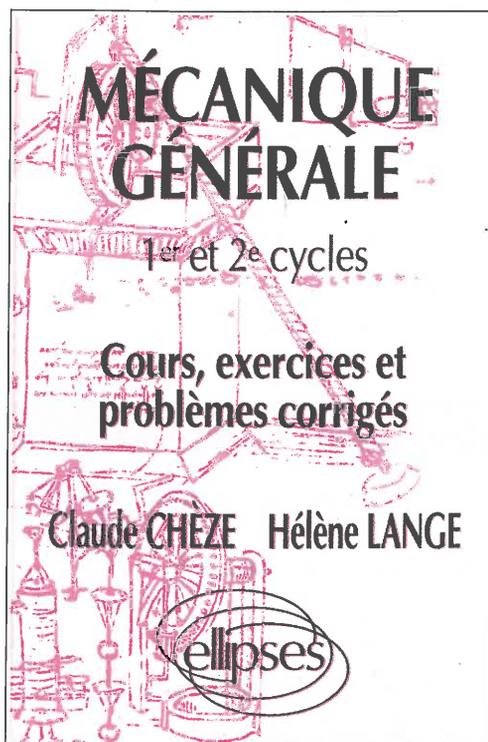
Editeur : TEC & DOC LAVOISIER

Vous pouvez vous procurer cet ouvrage dans toutes les librairies spécialisées et à la librairie Lavoisier :

11 rue Lavoisier - 75008 PARIS

Tél. 01.42.65.39.95 - Fax : 01.42.65.02.46

VIENT DE PARAITRE



L'auteur :
Claude Chèze est
Professeur des
Universités et Professeur
d'ENSAM.

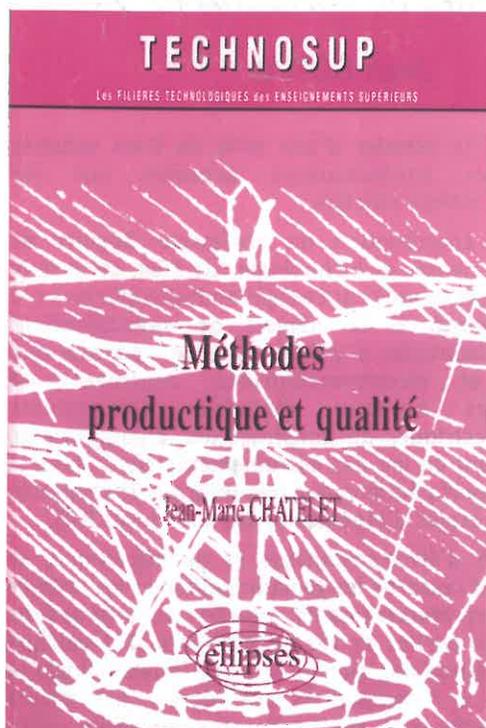
La résistance des matériaux, science du dimensionnement rationnel des structures, est étudiée dans le cadre des hypothèses simplificatrices habituelles. L'étude porte sur les sollicitations simples et composées, les poutres, le flambage, l'énergie interne et les systèmes hyperstatiques.

Cours, exercices et problèmes résolus sont présentés de façon claire et précise, directement accessible à tous bacheliers.

224 pages
format 17,5 cm x 26 cm
110 F



ELLIPSES-Edition Marketing
32, rue Barge 75015 PARIS Tél. : 01 45 67 74 19



L'auteur :
Jean-Marie
Chatelet est Chef
du département
de Génie
Mécanique et
Productique de
l'IUT de Lille.

218 pages
format :
17,5 cm x 26 cm
110 F

ENSEIGNER À L'IUT EN 2001 : si on y pensait maintenant ?

L'institution Génie Electrique, au sein des IUT, a été le creuset, en trente ans, d'innombrables expériences pédagogiques. Nous pourrions en recomposer les modèles, en évaluer les impacts, en expliquer les échecs et les succès, bref esquisser une synthèse qui donnerait beaucoup à penser et nous aiderait à préparer l'avenir. Précisément, cet avenir, comment le voyons-nous ? Quels seront les enjeux, les contenus, les méthodes et les outils de notre pédagogie dans les cinq ans à venir ? Pouvons-nous imaginer notre métier de prof à la veille d'une échéance symbolique majeure, le passage au XXIème siècle ? Une réflexion prospective à court terme pourrait-elle nous apporter quelques certitudes dans les domaines qui nous préoccupent ?

Cette réflexion doit se frayer un chemin entre utopie, conjectures et scénarios réalistes. Pourquoi ne pas l'entreprendre ? La forme la plus simple est l'écrit, le support qui s'impose est le livre. Un tel projet, que d'aucuns jugeront un peu fou, pourrait tenter une poignée de rêveurs qu'il serait facile de réunir, par exemple la veille du colloque de Brive-la-Gaillarde, au pays des anciens Lemovices, sur la rivière Corrèze. A l'ordre du jour d'une première réunion, nous pourrions définir les grandes lignes d'un petit ouvrage. Et puis, dans la foulée, ce serait bien le diable si Raymond Quéré* ne nous dénichait pas une bonne auberge. Chacun sait que le Périgord Noir est truffé d'auberges pierreuses, secrètes, poivrées, salées, enfumées comme des jambons. Tout cela en guise de prologue au colloque, bien sûr.

Si le cœur vous en dit, contacter :

G. Gramacia en Geii, IUT de Bordeaux, Domaine universitaire,
33405 Talence CEDEX.
Tél. : 05 56 84 57 58 - Fax : 05 56 84 57 83
E-Mail : gesi@.elec.iuta.u-bordeaux.fr

* Chef du Département GEii de Brive.

L'ouvrage (niveau B) :

La productique - ou recherche de l'efficacité maximale pour les systèmes de production - y est étudiée en l'associant à la démarche de qualité. Méthodes, organisation et gestion, qui sont les outils, sont présentées en les regroupant selon les besoins différents des différentes entreprises, depuis la petite société peu sensible à l'optimisation, jusqu'à la grande entreprise très structurée engagée dans une démarche d'excellence.

Chaque outil présenté est aussi mis en œuvre dans des exercices d'application et des études de cas.