

N° 51  
Juin 1998

## COLLOQUE DE NANTES 4, 5 juin 1998

- 
- Les ateliers du colloque.
  - Le multimedia dans l'apprentissage de l'anglais.
  - L'enjeu social des NTIC.
  - Matlab - Simulink pour la simulation des systèmes électroniques.

# E D I T O

L'Institut Universitaire de Technologie de Nantes, qui a fêté cette année son trentième anniversaire pour les départements Génie Mécanique et Productique ainsi que Génie Electrique et Informatique Industrielle (GE&I), organise le colloque pédagogique national, regroupant les 55 départements GE&I et des industriels dans ses locaux du centre ville. Ce colloque qui doit réunir environ 300

personnes aura lieu les jeudi 4 et vendredi 5 juin 1998. Durant ces deux jours nous animerons quatre ateliers pédagogiques :

- 1 - Electronique de Puissance et Electrotechnique
- 2 - Informatique et Automatismes Industriels
- 3 - Réseaux Locaux Industriels
- 4 - Nouvelles Technologies d'Information et Communication

Nous espérons que ces ateliers auront un rayonnement national et seront une référence dans la création des nouveaux programmes, confirmant notre position de «leader» dans la formation des techniciens supérieurs.

C. BERGMANN  
et l'équipe organisatrice du département

## 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 Barraud, Berthon,  
Bliot, Couturier, Darces, Duez,  
Lemercier, Martin, Pardies, Quéré,  
Robert, Savary, Vergnolle

Comité de rédaction :  
Département de Génie Electrique  
IUT "A"

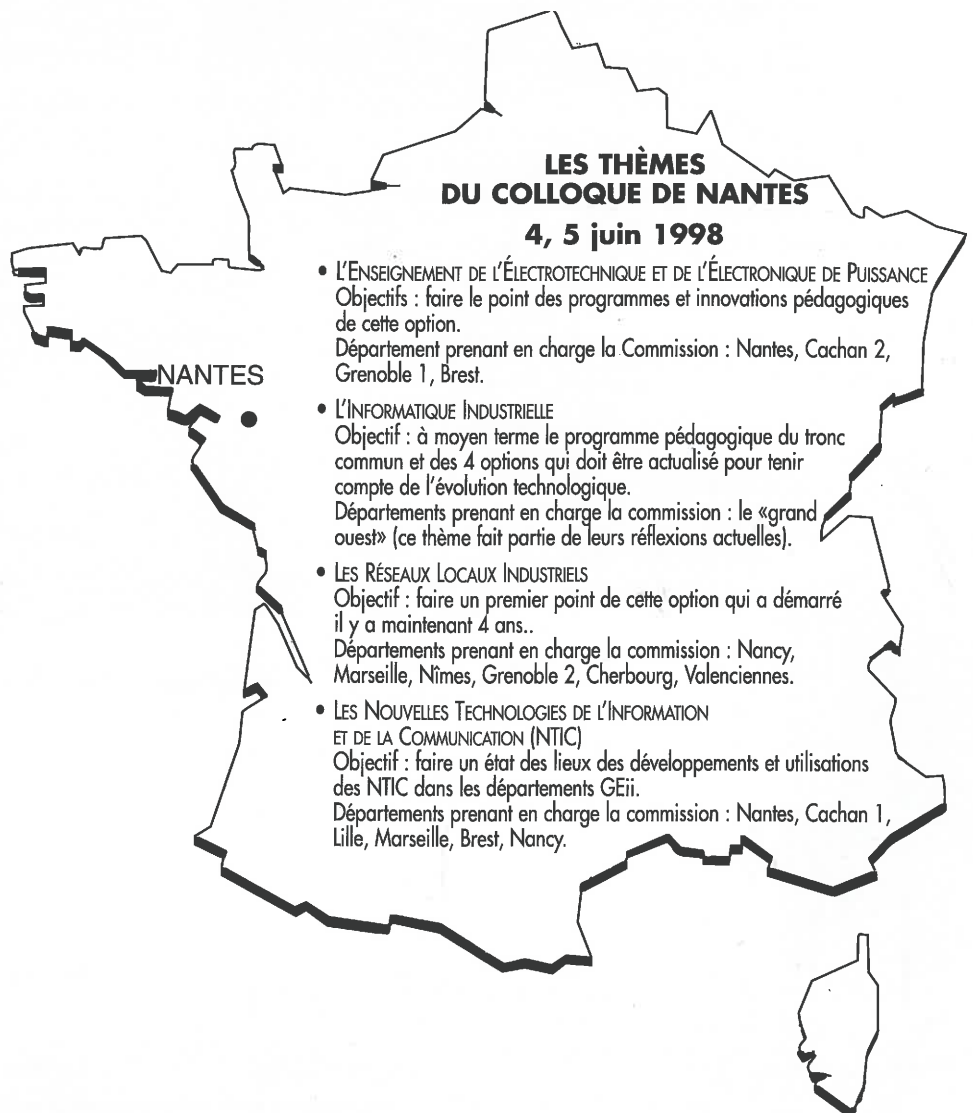
33405 Talence Cedex  
Téléphone : 05 56 84 57 58  
Télécopie : 05 56 84 57 83

E-mail: gramacia@elec.iuta.u-bordeaux.fr

Imprimerie :

Laplante- 33700 Mérignac  
Téléphone : 05 56 97 15 05  
Télécopie : 05 56 97 80 18  
e-mail: athonier@planete.net

Dépôt légal : mai 1998  
ISSN : 1156-0681



S  
O  
M  
M  
A  
I  
R  
E

Les ateliers du Colloque de Nantes	4
L'utilisation du multimédia dans l'apprentissage de l'anglais	6
L'enjeu social des NTIC : sont-elles facteurs de complexité ou facilitateurs ?	8
Utilisation de Matlab - Simulink pour la Simulation des Systèmes Electrotechniques	11
A propos de quelques signaux de l'électronique...	14
Une carte 2 voies CAN-CNA 12 bits sur le port parallèle d'un PC	17
Transformateur de Tesla	20
Les circuits programmables : un TP	22
Vient de paraître - Les NTIC : deux ouvrages de sensibilisation	24

BRÈVES

• **RENCONTRE D'ANNECY :**

Pour l'heure, 13 participants seulement. Encore un effort, les organisateurs souhaitent fixer un seuil minimum à 15. Le premier week-end de juillet serait retenu. On précise.

• **LE GESI ELECTRONIQUE** prend forme avec l'équipe \* de Brive. Consultez-le à : <http://www.brive.unilim.fr/gesi>.

A l'étude : une formule basée sur l'utilisation systématique des liens hypertexte. Bien sûr, le GeSi papier continue. Les articles pourraient intégrer des animations didactiques du type :



## Les ateliers du colloque de Nantes

### ATELIER 1

#### ELECTROTECHNIQUE ET ELECTRONIQUE DE PUISSANCE

L'Electrotechnique et l'Electronique de Puissance (EEP) est la branche du Génie Electrique qui traite de la conversion de l'énergie par opposition au traitement du signal. Cette discipline se divise en deux parties principales, qui sont les machines tournantes et les convertisseurs statiques, parties qui s'associent naturellement lorsqu'il s'agit d'obtenir une conversion électromécanique à vitesse variable.

L'industrie française, à travers ses applications, nous démontre chaque jour l'intérêt et la modernité de cette branche d'activité : de la cuisinière à induction au TGV, sans oublier l'alimentation à découpage présente dans chacun de nos PC...

De par sa diversité, l'Electrotechnique et l'Electronique de Puissance fait appel à divers disciples : l'électronique analogique, la physique des semi-conducteurs employés en commutation, la mécanique et la thermique, mais aussi l'informatique industrielle pour la commande des systèmes et la compatibilité électromagnétique.

Cette branche du Génie Electrique, riche et porteuse d'avenir, doit savoir évoluer avec la profession et le colloque pédagogique national est un des lieux de rencontre propice pour aborder l'enseignement à l'IUT.

L'enseignement de l'Electrotechnique et de l'Electronique de Puissance fait partie des quatre thèmes retenus pour le colloque 98.

L'objectif général de notre commission EEP est de faire le point sur l'enseignement de cette discipline, aussi bien pour l'option concernée que pour l'ensemble des départements dans le but de faire évoluer les programmes et les matériels pédagogiques employés. Afin de préparer cette commission, trois enquêtes seront effectuées auprès des enseignants et du milieu industriel concernés par la discipline.

### ATELIER 2

#### INFORMATIQUE ET AUTOMATISMES INDUSTRIELS

L'Informatique Industrielle est le secteur par excellence confronté aux nouvelles technologies. L'évolution des produits, des outils et des méthodes y est permanente. Il est donc primordial pour un système de formation de techniciens supé-

rieurs axé sur cette spécialité de pouvoir confronter en permanence le contenu de son enseignement avec la réalité «technico-économique». Il importe effectivement d'avoir une vue claire à la fois sur les aspects techniques et sur les enjeux industriels en tenant compte notamment des spécificités régionales.

Concernant les aspects techniques, dans la course aux performances, la complexité croissante des systèmes a mené à des degrés d'intégration très élevés. Certaines étapes clés ont ponctué ce développement. Il faut bien évidemment parler de l'avènement des microprocesseurs, ce secteur est maintenant en pleine maturité bien que n'étant apparu que dans les années 80. Mais d'autres technologies émergent, elles sont encore en phase de jeunesse mais promises à un indiscutable essor. C'est le cas en particulier des ASICs (Application Specific Integrated Circuits), cette technologie qui concilie désormais la possibilité d'intégration de fonctions complexes et performantes avec souplesse et flexibilité.

Pour cela de nouvelles connaissances, de nouveaux outils de développement ainsi que de nouvelles méthodologies de conception sont à introduire. La maîtrise de ces nouvelles technologies est vitale pour le développement de notre économie et en particulier dans le contexte régional du Grand Ouest. Rappelons que l'industrie électronique emploie 45 000 personnes, soit 20 % des effectifs nationaux, dans les deux régions Bretagne et Pays de la Loire dont plus de la moitié (25 000) pour la seule région Pays de la Loire. Des pôles d'excellence se sont développés dans ce secteur, il convient de pouvoir continuer à les alimenter par une main d'œuvre hautement qualifiée. Il s'agit en particulier des secteurs suivants :

1. Télécommunication : potentiel important de croissance, existence d'une forte volonté régionale, compétences régionales,
2. Electronique embarquée : potentiel important de croissance, motivation des constructeurs et assembleurs,
3. Ingénierie matérielle et logicielle : secteur productif performant, nouveaux outils de productivité.

Le multimédia, les autoroutes de l'information, l'électronique embarquée sont autant de nouveaux secteurs technologiques pour lesquels l'Ouest commence à valoriser ses acquis technologiques, ceux-ci reposent en partie sur un socle de base d'une solide formation en Informatique Industrielle. Un dernier chiffre est évocateur des enjeux pour notre Région à maîtriser ces technologies : en 1997, l'Ouest a fabriqué 90 % des GSM de la production nationale, cette activité concerne 2 000 personnes, lorsque l'on connaît le développement actuel de la téléphonie mobile il est important de continuer à être présent sur ce secteur.

### ATELIER 3

## RÉSEAUX LOCAUX INDUSTRIELS

Le programme national Génie Electrique & Informatique Industrielle reste un programme large ancré sur les différentes disciplines de la spécialité (Automatique, Electronique, Electronique de Puissance et Electrotechnique, Informatique Industrielle – Réseaux Locaux).

Les options Automatismes & systèmes ainsi que Electrotechnique & Electronique de Puissance sont particulièrement prisées sur le marché de l'emploi, elles ont permis de former près de 4500 techniciens supérieurs en 30 années. Après consultation des principales entreprises régionales ainsi que le Syndicat des Industries Métallurgiques Electriques Electroniques et Connexes de Loire Atlantique, il apparaît un besoin réel d'automaticiens ayant des connaissances approfondies dans le domaine des réseaux locaux industriels. En effet, chaque année, 80 % des sujets traités par nos étudiants en 2<sup>ème</sup> année portent sur les domaines de l'informatique Industrielle incluant les réseaux d'automates, les réseaux de terrain, les outils de la supervision,....

La formation Réseaux Locaux Industriels fait partie de la formation générale dans les matières techniques, elle est enseignée à tous techniciens supérieurs en GE&II, l'option permet un approfondissement sur les techniques des réseaux de communication locaux à une entreprise et plus particulièrement destinés aux contrôles de procédés industriels. Ainsi l'accent est mis sur les réseaux d'automates programmables et les réseaux de terrain, en absorbant à la fois les aspects matériels et logiciels par leurs mises en œuvre. Cependant cette formation concerne un transfert d'environ 100 heures d'enseignement sur 850 heures dispensées en 2<sup>ème</sup> année (1800 heures sur les deux années), ce faible pourcentage permet de garder la spécificité Génie Electrique de nos techniciens supérieurs.

Ce besoin correspond principalement à une évolution des métiers du Génie Electrique provoquée par l'essor des R.L.I. dans les secteurs industriels tels que l'automobile, la construction électrique et électronique, l'agroalimentaire, les sociétés de services (banques, assurances), les services publics (E.D.F., G.D.F., France Télécom, S.N.C.F.) et toutes les entreprises de production où les contraintes de productivité sont particulièrement élevées.

### ATELIER 4

## LES NTIC DANS L'ENSEIGNEMENT...

Les NTIC (Nouvelles Technologies d'Information et de Communication) font actuellement la une de l'actualité : elles sont l'objet d'un engouement du grand public mais aussi des professionnels, en particulier de ceux du domaine de l'éducation et de la formation. Chacun à sa porte y trouve matière à s'émerveiller devant les multiples possibilités qui s'ouvrent pour une formation plus active, ou à s'inquiéter devant le spectre d'une transmission de la connaissance par des machines qui, inévitablement, grignoteraient la place occupée jusqu'ici par nous autres enseignants.

Concrètement les NTIC, c'est :

- le multimédia «interactif» sur cédérom ou sur tout autre support, qui permet à un « apprenant » de visiter, selon son humeur, différents secteurs de savoirs, et/ou de s'évaluer sur telle ou telle connaissance ou compétence;
- l'accès à des informations distantes via Internet; ces informations sont soit des outils pédagogiques directement utilisables, soit des banques de données (techniques par exemple) mises à disposition par des entreprises, que les apprenants peuvent explorer pour y rechercher des éléments utiles à un projet étudié dans le cadre de leur formation;
- le travail coopératif via des réseaux locaux ou étendus : on commence ainsi à rencontrer des groupes d'étudiants qui travaillent à distance sur un projet commun.

Pour être complet, on peut ajouter, même si la frontière est parfois difficile à tracer, que les NTIC ne sont pas concernées par la simple utilisation de l'outil informatique dans la formation (pour effectuer des simulations du type pSpice, ou développer des circuits programmables par exemple).

Quand on parle de NTIC dans notre domaine, il y a donc nécessairement, par rapport à une situation de formation traditionnelle, un « plus » pédagogique.

L'objectif de la commission NTIC est de faire le point sur leur percée dans notre activité : qu'en est-il précisément de notre pratique ? Notre ambition est de favoriser le partage d'expériences, en vue de stimuler l'émergence de conditions favorables (au moins dans les mentalités) au développement de l'usage de ces NTIC dans nos établissements.

R. Gourdon, IUT de Nantes

Téléphone : 02 40 30 60 03 - Fax : 02 40 30 60 97

E-mail : remi.gourdon@iut-nantes.univ-nantes.fr



# Utilisation du Multimédia dans l'apprentissage de l'anglais

par Claudine GARDEY et Laurence MOREAU - IUT-A de Bordeaux



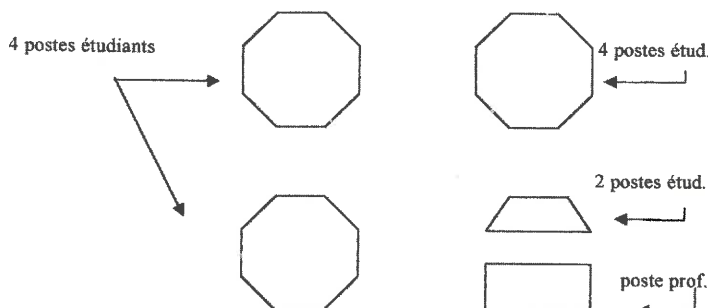
## I. PRÉSENTATION DE LA SALLE

Depuis un an, le département Génie Electrique & Informatique Industrielle de l'IUT-A de Bordeaux est doté d'une salle multimédia, venue remplacer un laboratoire de langues traditionnel victime de son âge.

Cette salle est équipée de 14 postes étudiants de type Pentium 150, disposant tous d'un disque dur d'une capacité de 1,2 GO, d'un lecteur de CD ROM, d'une carte son et d'une carte vidéo. Le poste professeur, quant à lui, est pourvu de deux disques durs de 1,2 GO chacun et de deux écrans. Tous ces postes sont reliés par un réseau interne, ce qui permet à l'enseignant, grâce à un logiciel spécialisé, de suivre sans intervenir le travail des apprenants, de se mettre en communication directe avec l'un d'eux, de mettre plusieurs apprenants en intercommunication ou d'envoyer l'écran d'un des étudiants vers tous les autres postes.

Tous les postes de la salle disposent également de logiciels plus «classiques», tels que Word, Excel, Project, et bien sûr de l'accès à Internet.

Enfn, la topographie de la salle se démarque du schéma traditionnel du laboratoire de langues, où les étudiants sont en quelque sorte «enfermés» dans des boxes individuels, souvent parallèles les uns aux autres, ce qui ne facilite pas la communication ! En effet, la configuration choisie, dite «en marguerite», cache sous ce nom bucolique un principe fort simple : les étudiants se font face par groupes de 4 et les deux postes restants sont appairés.



Cette organisation de la salle lui donne un caractère convivial, favorisant le contact visuel et les échanges entre étudiants. La place de l'enseignant s'en trouve également considérablement modifiée, puisqu'il n'est plus debout face au groupe, mais peut circuler parmi les apprenants, voire contrôler leur travail depuis son poste. L'enseignant peut ainsi devenir une personne-ressource, que l'on sollicite si nécessaire, au lieu d'être quelqu'un que l'on subit.

Ces quelques précisions techniques paraissent nécessaires afin de mieux saisir, à travers les exemples que nous allons développer ici, l'utilisation de cette salle pour l'apprentissage de l'anglais en 1<sup>ère</sup> année plus particulièrement. Il reste cependant à souligner qu'elle est également utilisée, toujours en anglais, en 2<sup>o</sup> année et qu'elle permet aussi aux enseignants de culture et de communication de faire travailler les étudiants sur la gestion de projet, grâce au logiciel Project cité plus haut.

## II. LES LEÇONS MULTIMÉDIA

L'atout majeur des leçons multimédia est, par définition, de présenter l'information sous des canaux sensoriels différents : visuels, grâce à des schémas, images fixes ou vidéos couplés à du texte, et sonores, grâce à des enregistrements numérisés. Ces leçons, en utilisant des matériaux authentiques, présentent également l'avantage de ne pas être déconnectées de la réalité.

Deux possibilités se présentent si l'on souhaite travailler par le biais de leçons multimédia : utiliser des CD ROMs déjà prêts ou créer ses propres supports.

### Les CD ROMs

Ceux que nous avons utilisés ou que nous projetons d'utiliser sont de type «grand public», encyclopédique comme Encarta 98, ou spécialisé comme le CD ROM publicitaire Infinium : HiYh Performance. Low Frustration Oscilloscopes.

Ce dernier permet d'aborder de manière plus ludique que par le simple biais de textes, de schémas ou de manipulations le fonctionnement de l'oscilloscope et le vocabulaire afférent : dès son entrée dans le CD ROM, l'étudiant peut choisir entre mode «us» et mode «World» : le premier mode propose des animations vidéos, le second combine vidéo et script de la vidéo, ce qui permet aux étudiants moins à l'aise en compréhension orale de se dégager de l'angoisse d'une approche purement audio/vidéo. L'apprenant peut ensuite, à travers un parcours personnalisé, indiquer ce qui lui pose problème dans l'utilisation courante de l'oscilloscope, se concentrer sur les fonctions qui lui paraissent les plus intéressantes, rechercher individuellement des informations ciblées et passer ensuite par exemple par une phase de reformulation écrite ou orale. Les compétences utilisées auront donc, elles aussi, comme les sources, été multiples : compréhension écrite et/ou orale, méthodologie d'une recherche d'informations et production écrite ou orale.

Le CD ROM Encarta 98 peut quant à lui être utilisé en libre-service, lors de recherches personnelles dans le but de préparer des présentations orales par exemple. L'espace clos du CD ROM pourra paraître frustrant à certains apprenants, familiarisés avec la source inépuisable d'informations que constitue Internet. Cependant, ce même aspect clos peut être rassurant pour d'autres, les liens de type hypertexte étant ici limités. L'acquisition de l'information peut s'en trouver facilitée.

Encarta 98 peut également être exploité dans le cadre d'une leçon multimédia : l'enseignant aura au préalable repéré et balisé plusieurs parcours intéressants. L'apprenant pourra ainsi, à son propre rythme, explorer les textes et animations liés à un thème prédéfini et avoir éventuellement recours, par un clic de souris, au dictionnaire unilingue, développant ainsi sa capacité à travailler en autonomie guidée.

### Création de supports

L'autre facette des leçons multimédia consiste à créer ses propres supports grâce à un système auteur ou en numérisant des documents audios ou vidéos dans Word, solution que nous avons privilégiée. La numérisation d'un support visuel ou sonore

permet là encore de respecter le rythme de compréhension de chacun tout en sensibilisant les étudiants au thème traité (la station spatiale Mir, par exemple). En constituant des groupes de 4, on pourra mettre les étudiants en conférence, afin qu'ils mettent au point un compte rendu de la vidéo, ce qui favorise ici la mise en commun de l'information, avant de les faire travailler sur un support écrit numérisé lié au même thème. Il est également envisageable de proposer à un groupe les images seules de la vidéo, à un autre le son seul, et de mettre chaque groupe d'apprenants en conférence afin qu'ils formulent des hypothèses sur le contenu global de la vidéo et d'en faire part ensuite au groupe entier. L'enseignant, ici encore, sera en retrait, jouant le rôle d'arbitre au lieu d'être source de paroles.

La dernière étape serait de stocker ces leçons multimédia sur CD ROMs afin qu'elles soient, pourquoi pas, consultables en libre-service.

### III. UTILISATION D'INTERNET EN COURS DE LANGUES

Dans leur vie professionnelle, nos étudiants devront sans nul doute faire la preuve de leurs capacités à utiliser efficacement les bases de données telles qu'Internet. Cette maîtrise n'est pourtant pas aussi intuitive et spontanée que voudraient nous le faire croire les media.

Une expérience de recherche thématique libre menée en début d'année nous a permis de constater que la plupart des étudiants se heurtaient non seulement à des problèmes de compréhension, mais aussi à de nombreuses difficultés d'ordre méthodologique. Une démarche d'apprentissage a donc été mise en place afin de développer chez eux quelques unes des compétences nécessaires à une navigation efficace sur la «toile».

#### Compétence machinique

L'utilisation d'Internet présuppose une connaissance de base des manipulations du clavier et de la souris, qui n'est pas toujours acquise en début d'année. De plus, certains étudiants se sentent au départ assez désemparés devant un outil nouveau pour eux et ont eu besoin d'une aide pour surmonter cette phase de «stress machinique». Cette situation favorise d'ailleurs la coopération entre pairs puisque les plus compétents conseillent volontiers leurs camarades moins expérimentés. C'est aussi l'occasion pour le professeur de langues de dispenser conseils, directives et encouragements dans la langue-cible.

#### Navigation et lecture compréhension

La navigation sur Internet requiert de solides qualités d'analyse et de synthèse, d'où la nécessité d'élaborer des activités qui forment peu à peu l'étudiant à travailler efficacement en autonomie.

Anticipation : La capacité à anticiper, c'est-à-dire à prévoir les conséquences d'une action, se révèle indispensable chaque fois qu'il faut sélectionner le mot-clé qui lancera la recherche. Lors d'un travail sur les problèmes écologiques, une entrée par le mot *Environment* sera beaucoup plus productrice qu'avec le mot *Ecology* dont les acceptions couvrent un champ sémantique plus étendu en anglais qu'en français. Il est donc important d'inciter les étudiants à procéder à des évaluations en aval, en leur demandant par exemple de sélectionner, dans un plan, une liste ou un texte, les hyperliens qui les amèneront le plus rapidement possible aux informations requises.

Attention sélective : Sur le réseau Internet, il est possible d'accéder à tant d'informations qu'il faut être capable d'effectuer un tri quasi-immédiat grâce aux techniques de lecture rapide apprises en cours de Culture-Communication. Bel exemple de

transfert interdisciplinaire ! Il suffit à l'enseignant de choisir un site qui offre un nombre relativement restreint de pages (de 5 à 10 suivant le niveau des étudiants), et de poser une série de questions dont la réponse nécessite une prise de connaissance extensive et rapide de la totalité du document. Cet exercice devient très ludique lorsqu'il est conçu sous forme de jeu-quizz opposant plusieurs équipes.

Mise en relation / Prise de notes : Il est plus difficile de conduire une réflexion sur un document-écran, dont on perçoit mal l'organisation globale, que sur un support-papier où on peut facilement annoter et surligner les informations clés. De plus, les étudiants rechignent souvent à transcrire par écrit des données électroniques, d'autant plus que leur compréhension limitée de la langue les amène à recopier des phrases trop longues et mal segmentées, donc quasiment incompréhensibles. Le traitement de texte, qui permet l'édition par copier-coller des informations sélectionnées sur Internet vers un document Word, facilite la rédaction structurée de compte-rendus qui peuvent alors être facilement re-travaillés, puis imprimés et finalement évalués par le professeur.

Esprit critique : La fiabilité des informations sur Internet n'est que trop rarement remise en cause par les utilisateurs qui ont tendance à adopter le point de vue du premier site intéressant qu'ils rencontrent et acceptent d'emblée les données reçues sans avoir vraiment cherché à en déterminer la source. Ils n'ont pas toujours conscience de la nature commerciale ou propagandiste de certains sites. Cogéma et Greenpeace n'ont pas les mêmes conceptions du rôle de l'énergie nucléaire dans notre vie quotidienne! L'étude par plusieurs groupes des différentes facettes d'un fait de société apprend aux étudiants à faire la part entre information et propagande, et les encourage à faire preuve de plus de circonspection et de recul au cours des recherches ultérieures.

Expression / Communication : Tout travail sur Internet donne lieu à des activités d'expression écrite ou orale. Les productions sont pour l'instant présentées de façon traditionnelle, par écrit ou sous forme d'exposés illustrés par des aides visuelles sur transparent. Dans un proche avenir, nous espérons pouvoir faire créer par les étudiants leurs propres documents multimédia, qui pourront alors être intégrés dans le site Web du département, ce qui donnerait aux activités de production une véritable dimension communicative.

### IV. BILAN

L'utilisation du multimédia dans un enseignement d'anglais de spécialité présente donc plusieurs intérêts : remotivation des apprenants, renouvellement de l'enseignement et familiarisation avec une méthodologie de recherche d'informations. De plus, l'anglais, en requérant des étudiants une compétence technique, même minime, s'inscrit dans la logique globale d'un enseignement d'I.U.T. Le multimédia peut donc également être vu comme un moyen supplémentaire d'ancrer cette discipline dans la réalité du département.

Evidemment, le bilan que nous tirons après un an d'utilisation ne peut être que partiel : il est globalement très positif, mais il nous a fallu un peu de temps pour nous adapter à ce nouvel outil et nous espérons affiner encore notre utilisation de la salle. L'investissement financier lourd a visiblement été apprécié par les étudiants à sa juste valeur et lorsque nous ouvrons le laboratoire multimédia en libre accès (avec présence d'un enseignant), il y a souvent plusieurs étudiants par poste...

# L'enjeu social des NTIC : sont-elles facteurs de complexité ou facilitateurs ?

par Jean-Yves PRAX<sup>1</sup> - PDG d'INSEP-COREDGE

## INTRODUCTION

Le pouvoir grandissant des nouvelles technologies de l'information, couplé avec leurs capacités de reconfiguration de l'entreprise, ont focalisé ces dernières années de nombreux programmes de recherche, d'alliances, d'initiatives qui élisent la « société globale de l'information » au rang de « révolution économique et industrielle de l'an 2000 ».

Une nouvelle révolution est donc annoncée, qui va modeler la **société du savoir**.

En abolissant les contraintes spatiales et temporelles, cette révolution remodelera le « territoire » et sa « propriété ».

En changeant nos modes de communication, cette révolution modifiera nos moyens de représentation, de production de sens et d'apprentissage.

En transformant la nature même des « biens », cette révolution affectera les règles de l'échange économique, de la croissance, et la nature du travail.

Cette révolution est engagée, elle est désormais irréversible et durera à peine quelques années.

Cette accélération vertigineuse du changement associée à une complexité sans cesse croissante, défie toutes nos méthodes d'analyse et de prévision, rendent inadéquates toutes nos structures et nos références traditionnelles.

Ce qui va changer, c'est que le savoir immatériel va devenir une ressource : « le principal moteur de la productivité et de la croissance économique », comme l'annonçait déjà l'OCDE en 1996. Cela va profondément remodeler notre société et nos organisations, changer nos rapports à la connaissance, à l'éducation et au travail, à l'espace et au temps, bouleverser nos structures économiques et nos valeurs sociales...

Face à cette nouvelle donne, nous avons la responsabilité de réagir et de réagir vite, afin que le potentiel offert, son pouvoir mutationnel énorme et les champs d'applications encore insoupçonnés, ne servent à durcir encore plus la radicalité des ordres anciens.

## 1. QU'EST CE QUI A CHANGÉ ? EN QUOI LES NOUVELLES TECHNOLOGIES SONT-ELLES CONCERNÉES ?

### 1.1 Contexte technologique : toujours plus pour toujours moins

Porté par une très forte croissance, à la fois en valeur absolue et en valeur relative, le marché des constructeurs de puces, d'ordinateurs, de mémoires, de périphériques, de réseaux, et des logiciels a consenti, pendant vingt ans, des efforts de recherche et développement hors normes. Ces investissements se sont traduits par une évolution considérable des performances et des prix, qui a surpris et continue encore à surprendre toutes les prévisions.

Cette explosion électronique a eu comme effet secondaire une croissance exponentielle, non contrôlée, du volume des informations publiées. Entre 1970 et 1985, les rapports scientifiques accessibles sur bases de données sont passés de cinquante-deux millions à deux milliards et croissent de cinq mille par jour.

Cette augmentation de productivité éditoriale n'a pas que du bon, et il fût rapidement hors de portée de la majorité des organisations de contrôler leurs propres flux informationnels, d'enrayer l'hémorragie éditoriale, avant même d'oser parler de capitalisation ou d'apprentissage organisationnel...

Les tentatives d'archivage documentaire des années 80 ont été décevantes, et le mythe du « zéropapier » s'est vite révélé une utopie.

A la même époque, les systèmes d'informations commençaient à montrer leurs limites : trop complexes, trop rigides, trop structurés, de développement trop lent, pour satisfaire à des besoins de plus en plus évolutifs.

Dans l'entreprise où le col blanc est submergé par une avalanche de notes, de rapports, de mails, les maîtres mots sont : Qui fait quoi ? Trop d'info tue l'info ! Je passe 65 % de mon temps sur le système d'information, qui n'est pas mon cœur de métier ! J'arrive à saturation dans l'apprentissage de nouvelles applications !

### 1.2 Contexte social : surfe ou coule !

Défaut de jeunesse largement amplifié par les médias, la grande profusion de termes nouveaux régnant actuellement sur l'agora des cybernautes : autoroutes de l'information, hypermédia, Web, Internet/Intranet/Extranet, BBS, on-line et off-line, surfer et browser, pull et push, firewalls, routeurs et passerelles, wetware ..., jette un véritable effroi sur le public non averti.

La culture de réseau et des communautés virtuelles, quant à elle, peut aggraver la maladie du « surfeur » et du « zappeur » déjà bien inoculée par les médias et les « tour operators » ; elle peut déshumaniser, priver la société de la nécessaire « chaleur humaine », de l'émotion, de l'engagement corporel, de l'effort, contribuer à la déresponsabilisation, à la non participation.

Autre syndrome latent, hélas souvent légitime, est celui de l'« employment-killer » : combien d'emplois sont menacés par le déploiement des NTIC ? Le fameux « reengineering » ne cache-t-il pas le prochain « projet dégraissage » ?

Enfin, dernier danger, mais pas le moindre : les nouvelles technologies peuvent créer une fracture sociale entre

<sup>1</sup> Cet article présente un certain nombre de réflexions sur l'enjeu social des NTIC, pour la plupart issues de l'ouvrage de J.Y. Prax « Manager la Connaissance dans l'Entreprise » INSEP Editions, 1997.

<sup>2</sup> LE MOIGNE Jean-Louis, préface du livre *Manager la connaissance dans l'entreprise*, PRAX J.Y., Ed. INSEP, 1997



ceux qui les maîtrisent et ceux qui les subissent.

### 1.3 Contexte économique : quelle est la valeur de la connaissance ?

La culture de l'imprimé, amplifiée par les médias et la révolution électronique, a fait de l'information une marchandise, une matière première ; dans le langage « branché » des autoroutiers de l'information, on parle de « pétrole gris », et il est présenté comme instrument de pouvoir, clef de la réussite ou encore nécessité pour la survie des entreprises.

Tout se passe comme si, sur les étalages d'une sorte d'hypermarché mondial, la denrée informationnelle était à vendre, indépendamment des individus et des contextes, et exprimait un sens, a priori universellement repérable...

Pourtant, l'information n'a vraiment de valeur que si celui qui la reçoit est en mesure de lui donner du sens, de maîtriser les langages nécessaire à sa compréhension puis à son appropriation dans l'action, faute de quoi elle n'est qu'un bruit parmi d'autres bruits.

### 1.4 L'enjeu des NTIC : la connaissance collective

La connaissance est l'un des moteurs des organisations. La performance de l'entreprise est de plus en plus fondée sur l'intelligence collective et non plus seulement sur les moyens et les structures. Mais force est d'admettre que, dans l'entreprise actuelle, la connaissance collective souffre de singulières limitations : elle est dépendante des acteurs, et des jeux de pouvoir, elle est cloisonnée, hyperspécialisée, et menacée par l'oubli.

Pour combattre les routines défensives, le cloisonnement, la tendance à l'hyperspécialisation, les résistances au changement, l'entreprise contemporaine doit créer des dispositifs facilitant les transferts de connaissance dans l'action.

Dans notre nouveau contexte cognitif, l'enjeu majeur est que l'acteur soit potentiellement **consommateur et producteur** d'information.

L'antique forum ou agora, la cour de récréation, la cafétéria ont traditionnellement rempli ce rôle car ils constituaient un lieu d'échanges discrétionnaires, non

structurés, sans pré-rationalité et échappant au contrôle hiérarchique.

Ils ont trouvé aujourd'hui leur métaphore dans les NIIC qui permettent ce genre d'interaction tout en abolissant les contraintes spatiales et temporelle.

## 2. LES NOUVELLES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION

Les NTIC sont issues de la conjonction d'un certain nombre de facteurs et d'évolutions technologiques récentes, dont les plus notables sont :

- la généralisation d'un poste de travail et d'un interface homme-machine de plus en plus convivial, intuitif et accessible au non-informaticien,
- l'intégration des mondes de l'informatique, de l'audio-visuel et des télécommunications, ouvrant la voie aux applications de la « télématique » et du « multimédia »,
- la généralisation des réseaux, locaux ou distants, donnant naissance aux notions de réunions ou groupes de travail virtuels,
- la croissance exponentielle des capacités de stockage et d'accès intelligent à l'information, et la capacité grandissante à naviguer dans l'information non structurée, sémantisée...

Ces évolutions concourent mais se situent sur des plans différents :

- la première facilite l'oubli de l'ordinateur en tant qu'outil informatique, c'est

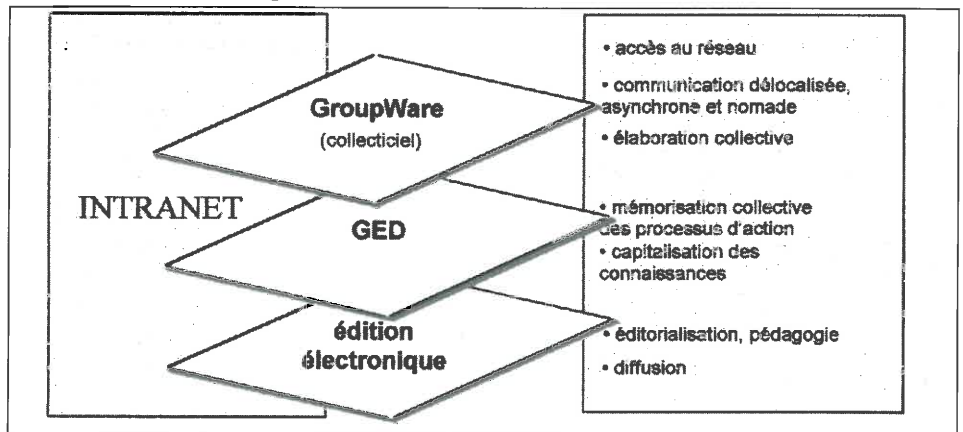
un facteur de transparence, donc d'appropriation,

- la deuxième nous fait passer d'un mode de traitement de données à un mode de communication et construction collective d'informations, elle nous entraîne d'un rapport à la connaissance individuel vers un rapport collectif,
- la troisième abolit le temps et l'espace,
- la quatrième modifie le statut de la mémoire, elle est la fondation d'une mémoire organisationnelle et dynamique.

Ces évolutions technologiques se situent dans une logique plus compatible avec l'ingénierie de la connaissance :

- Les NTIC n'ont plus pour finalité de « traiter » l'information (au sens data computing), mais de proposer un « lieu virtuel » facilitateur d'échange et de couplage participatif.
- Avec les nouveaux modes d'expression, multimédia et hypertextuels, les NTIC modifient notre capacité à faire émerger du sens, nos chemins d'apprentissage.
- Avec les réseaux, les NTIC modifient la culture de l'autonomie individuelle, de groupe, elles favorisent l'émergence d'un interface de sens partagé.
- Avec l'analyse linguistique et sémantique, et la modélisation des liens et des flux, les NTIC sont à même de nous permettre de mieux comprendre la connaissance et les mécanismes cognitifs et, par là, de mieux maîtriser les processus d'apprentissage individuel et collectif.

### Les nouvelles technologies...



...décuplent les capacités stratégiques fondées sur la compétence, la réactivité, l'innovation et la coopération.

Figure 1 : Les enjeux stratégiques de NTIC

## 2.1 Les NTIC, facteurs de performance

Dans les entreprises nord-américaines, le concept du Knowledge Management est très fortement associé avec celui de NTIC et notamment d'INTRANET. Il peut certes revêtir des formes très diverses, mais c'est toujours pour répondre à des préoccupations pragmatiques et essentielles comme :

- Eviter que le départ d'une personne n'engendre une perte irréversible de savoir ou de savoir-faire.
- Perdre moins de temps à chercher l'information pertinente nécessaire à une décision, une action ou une tâche<sup>3</sup>.
- Améliorer le transfert de savoir en compétence et de compétence en performance.
- Apprendre à diffuser l'information ad-hoc (la bonne information à la bonne personne).
- Mieux documenter les processus afin d'améliorer, pour chaque acteur, la connaissance de son rôle et de ses responsabilités.
- Créer une culture du partage où chaque acteur devienne consommateur et potentiellement producteur d'informations.

Si la plupart de ces réponses sont pleines de bon sens, elles sont plus évidentes dans leur formulation que dans leur mise en œuvre !

## 2.3 Retours sur Investissement

Une étude IDC<sup>4</sup> sur l'impact économique d'Intranet dans les entreprises nord-américaines montre que la majorité des Sociétés analysées présentent des retours sur investissement à 3 ans de plus de 1 000 %, certains atteignant même 4 000 % (40 francs de retour pour 1 franc investi). Les principaux gisements de RsI sont les suivants :

- augmentation de la productivité, (clarification des rôles et des processus, meilleures pratiques et dysfonctionnements)
- gain de temps dans l'accessibilité immédiate à l'information ad-hoc<sup>5</sup>, (accès aux spécifications, au référentiel métier, aux documents gabarits...)
- diminution du papier, (processus administratifs internes gérés en temps-réel)
- certification des processus (ISO 9000, qualité de la chaîne de valeur ajoutée, traçabilité).

## CONCLUSION

*« Depuis Platon et Aristote, la réflexion politique et sociale est axée sur le pouvoir.*

*Mais dans la société post-capitaliste, c'est la responsabilité qui doit être le principe organisateur.*

*La société du savoir appelle l'organisation fondée sur la responsabilité ».*

*Peter Drucker, Au delà du capitalisme, 1993.*

En conclusion, il nous apparaît que la connaissance jouera un rôle de premier plan dans l'entreprise du futur et que, bien utilisées, les NTIC peuvent contribuer de façon décisive à l'ingénierie de la connaissance organisationnelle et constituer un puissant catalyseur du changement.

Mais dans la production de connaissance, la dématérialisation du site producteur (c'est-à-dire l'éclatement des contraintes géographiques et temporelles) devra s'accompagner **d'une clarification du rôle et d'un renforcement de la responsabilité des acteurs.**

<sup>3</sup> « Nombre de cadres pour qui l'information est la matière première passent près de 40% de leur temps à chercher, trier, classer des documents existants (...) Le coût de gestion de ces montagnes d'informations est estimé entre 3% et 8% du chiffre d'affaires et la tendance est à la hausse » P. Jamiaux, Les Echos Industrie, 1994.

<sup>4</sup> The Intranet : slashing the cost of Business. Ian Campbell, IDC, septembre 1997.

<sup>5</sup> Un gain de 10 minutes par jour par personne peut sembler plutôt raisonnable. Multiplié par 4 000 personnes et 200 jours ouvrables, cela représente un budget de l'ordre de 20 MF ! Même si ce genre de calcul est plus qu'hypothétique (les 10 minutes gagnées ne sont pas forcément traduites en productivité), ces chiffres ne peuvent pas laisser indifférent.

# Utilisation de Matlab - Simulink pour la Simulation des Systèmes Electrotechniques

par C. BATARD, C. BERGMANN, IUT de Nantes

## INTRODUCTION

Depuis quelques années, la commande des machines électriques a subi deux importantes évolutions : l'amélioration des composants en électronique de puissance (augmentation des puissances commutées, diminution des temps de commutation) et le développement des circuits numériques programmables.

De façon générale, les sciences de l'ingénieur en Génie Electrique sont à la croisée de plusieurs disciplines. Elles regroupent l'électronique de puissance (convertisseurs et composants de puissance), l'électrotechnique (les machines modernes en vitesse variable) et l'informatique industrielle (circuit de commande, programmation orientée objet de connaissance ou de commande). L'ensemble de ces disciplines regroupent les moyens matériels mis à la disposition d'une science plus fondamentaliste, l'Automatique, et la notion de modèle dédié.

Avant d'aborder la simulation des composants de puissance, il nous faut décrire les outils de modélisation utilisés pour décrire nos systèmes.

## MODÉLISATION DANS L'ESPACE D'ETAT

En électronique de puissance, un convertisseur est globalement constitué d'éléments linéaires (inductances, condensateurs) et d'éléments fortement non linéaires (inductances saturables, semi-conducteurs de puissance jouant le rôle d'interrupteurs).

Pour une phase de fonctionnement, le système est décrit à l'aide d'un modèle interne linéaire par morceaux :

$$\begin{aligned} [X'] &= [A_1] [X] + [B_1] [U_1] \\ [Y] &= [C_1] [X] + [D_1] [U_1] \end{aligned}$$

La solution est une exponentielle de matrice, où  $X(t_0)$  représente les conditions initiales à l'instant  $t = t_0$ .

$$X(t) = e^{A_1(t-t_0)} X(t_0) + \int_{t_0}^t e^{A_1(t-\tau)} B_1 U(t-\tau) d\tau$$

A  $t = t_1$ , la description du système change :

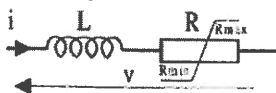
$$\begin{aligned} [X'] &= [A_2] [X] + [B_2] [U_2] \\ [Y] &= [C_2] [X] + [D_2] [U_2] \end{aligned}$$

Le passage de la structure 1 à la structure 2 doit être déterminée avec précision pour évaluer correctement les conditions initiales  $X(t_2)$ . Ce changement de structure peut être lié à une variable de commande du composant  $[U]$  ou bien à une valeur déterminée du vecteur d'état  $[X]$ .

Nous verrons successivement 2 exemples de simulation de convertisseurs de puissance : le hacheur et le redresseur PD3.

## MODÈLES DE COMPOSANTS

Le schéma électrique basic équivalent de la diode et du transistor de puissance (type bipolaire, mos, igbt ...) est constitué d'une inductance  $L$ , caractérisant l'inductance intrinsèque du composant (essentiellement fil de câblage) et d'une résistance 2 états ( $R_{min}$  lorsque le composant est passant et  $R_{max}$  lorsqu'il est bloqué). Le passage d'un état à un autre s'effectue au passage par zéro du courant dans le cas de la diode, alors qu'il est commandé par un signal externe dans le cas du transistor.

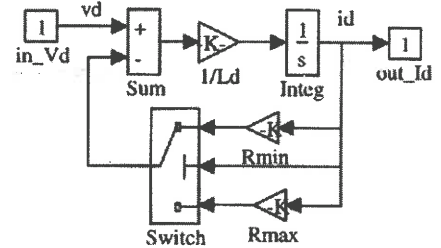


$$\begin{aligned} \frac{di}{dt} &= -\frac{R}{L} i + \frac{1}{L} v \\ X' &= A X + B U \end{aligned}$$

Le modèle automatique équivalent est un bloc ayant une entrée ou 2 et une sortie. Deux possibilités existent :

### 1) Modèles ui

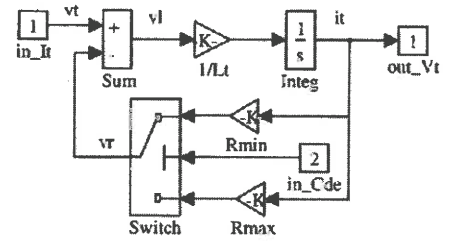
Ils sont directement déduits de l'équation décrivant le schéma électrique équivalent :



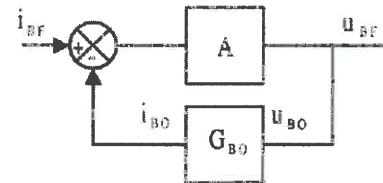
Modèle de diode ui

### 2) Modèles iu

Considérons le schéma bloc suivant, où  $i_{BO}$  et  $u_{BO}$  représentent l'entrée et la sortie d'un modèle de composant décrit ci-dessus (indice BO pour Boucle Ouverte).



Modèle de transistor iu



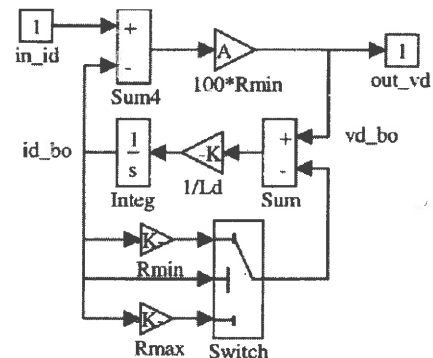
La fonction de transfert en boucle fermée (BF) s'écrit :

$$T_{BF} = \frac{U_{BF}(p)}{I_{BF}(p)} = \frac{A}{1 + A \cdot G_{BO}(p)}$$

Si le module du produit  $A G_{BO}$  est très supérieur à 1, la fonction de transfert en boucle fermée se simplifie :

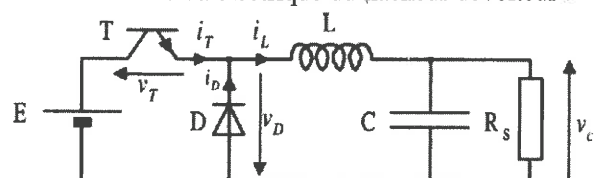
$$T_{BF} = \frac{U_{BF}(p)}{I_{BF}(p)} \approx \frac{1}{G_{BO}(p)} = \frac{I_{BO}(p)}{U_{BO}(p)}$$

Les modèles de composants iu sont donc directement déduits des modèles ui. Exemple de la diode iu :



## Application 1 : Hacheur dévolteur

Considérons le schéma électrique du hacheur dévolteur :



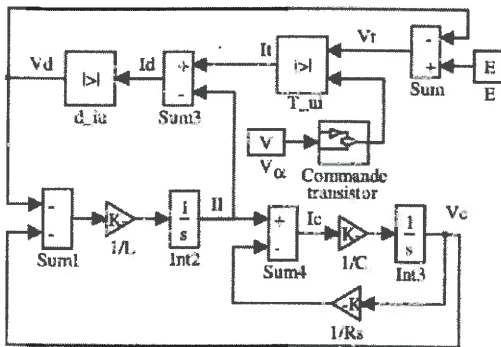
Ecrivons les équations électriques associées à ce circuit :

$$\frac{di_L}{dt} = -\frac{1}{L} v_C + \frac{1}{L} v_D$$

$$\frac{dv_C}{dt} = \frac{1}{C} i_L - \frac{1}{R_s C} v_C$$

$$i_D = i_L - i_T \quad ; \quad v_T = E - v_D$$

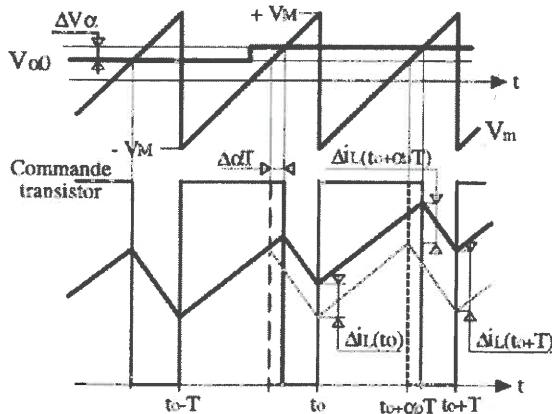
On en déduit le schéma Simulink équivalent :



Le transistor est piloté en comparant un signal en dent de scie à une tension de commande  $V_\alpha$  :

**Fonction de transfert discrète du hacheur.**

La fonction de transfert du convertisseur caractérise les variations des variables d'état du convertisseur en fonction des variations de  $V_\alpha$  autour d'un point de repos :



La modélisation dans le domaine discret correspond à échantillonner les variables d'état et la tension de commande  $V_\alpha$  aux instants  $t_0, t_0+T, t_0+2T$  etc...

On pose :  $t_0 = nT$  et  $t_0+T = (n+1)T$

On associe :  $X(z)$  à  $\Delta X(nT)$   
 $z X(z)$  à  $\Delta X((n+1)T)$   
 $V_\alpha(z)$  à  $\Delta V_\alpha(nT)$

Sachant exprimer  $X(z)$  en fonction de  $V_\alpha(z)$ , on est alors capable d'exprimer  $V_C(z)/V_\alpha(z), I_L(z)/V_\alpha(z)$  etc...

Pour cela, nous devons lier  $V_s(z)$  et  $I_L(z)$  à  $X(z)$  et  $V_\alpha(z)$  à  $\alpha(z)$ .

Le premier lien est réalisé par la matrice d'observation C :

$$\begin{bmatrix} I_L(z) \\ V_C(z) \end{bmatrix} = C_j X(z) \quad ; \quad \begin{bmatrix} V_C(z) \\ V_\alpha(z) \end{bmatrix} = C_v X(z)$$

Le deuxième lien est fonction du signal modulant  $v_m(t)$  :

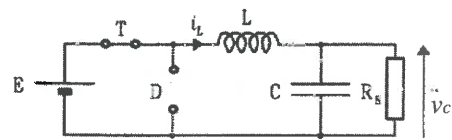
$$\Delta V_\alpha = \frac{2 V_M}{T} \Delta \alpha T \quad \text{avec} \quad \Delta \alpha T = T \Delta \alpha$$

Soit :  $V_\alpha(z) = 2 V_M \alpha(z)$

Dans le cas de la conduction continue ( $i_L > 0$ ), on distingue 2

phases de fonctionnement. La mise en équation de chaque phase peut se faire sous la forme d'espace d'état :

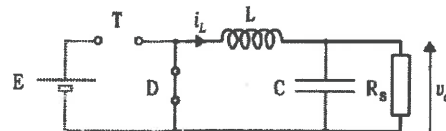
**Phase 1,  $t \in [t_0, t_0 + \alpha T]$  : T passant et D bloquée.**



$$\begin{bmatrix} \frac{di_L}{dt} \\ \frac{dv_C}{dt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -\frac{1}{L} \\ \frac{1}{C} & -\frac{1}{R_s C} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_L \\ v_C \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{1}{L} \\ 0 \end{bmatrix} E$$

$$[X'] = [A_1] [X] + [B_1] U$$

**Phase 2,  $t \in [t_0 + \alpha T, \alpha T]$  : D passante et T bloquée**



$$\begin{bmatrix} \frac{di_L}{dt} \\ \frac{dv_C}{dt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -\frac{1}{L} \\ \frac{1}{C} & -\frac{1}{R_s C} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_L \\ v_C \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} E$$

$$[X'] = [A_2] [X] + [B_2] U$$

Dans ce cas précis, on remarque que les matrices  $A_1$  et  $A_2$  sont identiques. On peut alors démontrer que [1] :

$$X(z) = [zI - \phi]^{-1} \Psi B_1 E \alpha(z)$$

avec  $\phi = e^{AT}$  et  $\Psi = T e^{A T (1-\alpha)}$

On peut alors définir la fonction de transfert  $V_s(z)/V_\alpha(z)$  :

$$T(z) = \frac{V_s(z)}{V_\alpha(z)} = \frac{E V_M}{2} C_i [zI - \phi]^{-1} \Psi B_1 \quad ; \quad C_i = [1 \ 0]$$

**Mise en forme des fonctions de transfert :**

On pose :

$$\phi = e^{AT} = \begin{bmatrix} \phi_{11} & \phi_{12} \\ \phi_{21} & \phi_{22} \end{bmatrix} \quad \text{et} \quad \Psi = e^{A (1-\alpha) T} = \begin{bmatrix} \psi_{11} & \psi_{12} \\ \psi_{21} & \psi_{22} \end{bmatrix}$$

On pourrait montrer que  $T(z)$  peut alors s'exprimer :

$$T_{BO}(z) = \frac{E V_M}{2 L} \frac{z \psi_{11} + \phi_{12} \psi_{21} - \phi_{22} \psi_{11}}{z^2 - z(\phi_{11} + \phi_{22}) + \phi_{11} \phi_{22} - \phi_{12} \phi_{21}}$$

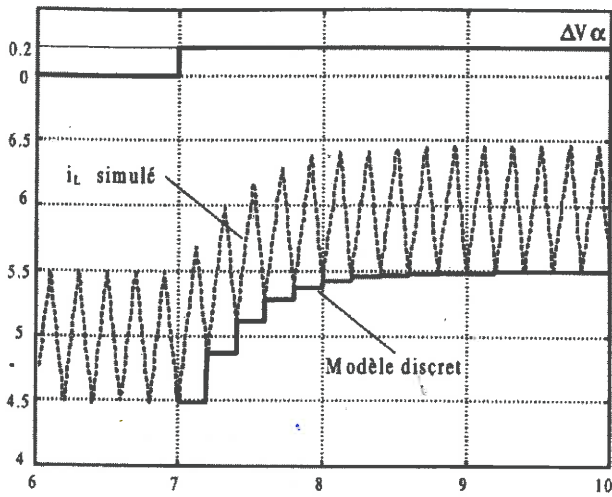
**Simulation**

Les paramètres du convertisseur sont :  
 $E = 100 \text{ V}$  ;  $R_s = 10 \ \Omega$  ;  $L = 5 \text{ mH}$  ;  $C = 10 \ \mu\text{F}$   
 $R_{\min} = 10 \text{ m}\Omega$  ;  $R_{\max} = 100 \text{ k}\Omega$  ;  $f = 5 \text{ kHz}$

Le point de repos est défini pour  $\alpha_0 = 0,5$  ( $V_{\alpha 0} = 0$ ). A  $t_0 = 7 \text{ ms}$  (le régime périodique étant atteint), on effectue une variation  $\Delta \alpha = +0,1$  ( $\Delta V_\alpha = 0,2$ ). Les formes d'ondes de  $i_L$  obtenues sont les suivantes (voir graphique page 13).

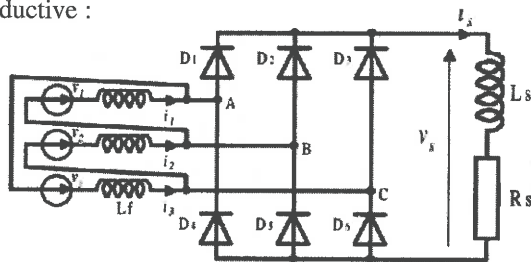
On peut noter que le modèle discret suit parfaitement les variations dynamiques de  $i_L(t)$ . Les valeurs échantillonnées correspondent aux valeurs minimales du courant.

La fonction de transfert du convertisseur ayant été validé, la détermination du régulateur répondant à un cahier des charge spécifique ne pose plus de problème.



### Application 2 : Redresseur PD3

Considérons le schéma électrique du pont redresseur PD3 sur charge inductive :



Les inductances  $L_f$  caractérisent les inductances de fuite ramenées au secondaire d'un transformateur triphasé.

On écrit :

$$\frac{di_1}{dt} = \frac{v_1 - u_{AB}}{L_f} ; \quad \frac{di_2}{dt} = \frac{v_2 - u_{BC}}{L_f} ; \quad \frac{di_3}{dt} = \frac{v_3 - u_{CA}}{L_f}$$

et :

$$i_{D_1} = i_1 - i_3 + i_{D_4} ; \quad i_{D_2} = i_2 - i_1 + i_{D_5} ;$$

$$i_{D_3} = i_3 - i_2 + i_{D_6}$$

Connaissant  $i_{D_1}$ ,  $i_{D_2}$  et  $i_{D_3}$ , on obtient  $V_{D_1}$ ,  $V_{D_2}$  et  $V_{D_3}$  (modèle de diode  $iu$ ), et on déduit  $i_s$  et  $v_s$  :

$$i_s = i_{D_1} + i_{D_2} + i_{D_3} ; \quad \frac{di_s}{dt} = \frac{v_s - R i_s}{L_s}$$

Comme pour la diode  $iu$ , le modèle de charge  $iu$  est obtenu en prenant un modèle de charge  $ui$  en contre-réaction.

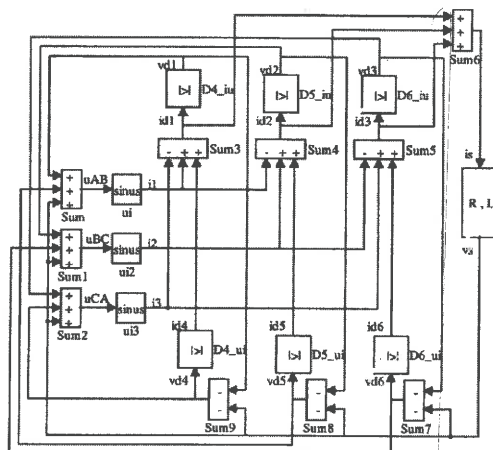
Connaissant  $V_s$ ,  $V_{D_1}$ ,  $V_{D_2}$  et  $V_{D_3}$ , on déduit :

$$v_{D_4} = -v_{D_1} - v_s ; \quad v_{D_5} = -v_{D_2} - v_s ;$$

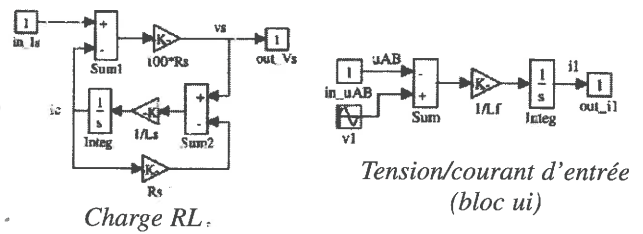
$$v_{D_6} = -v_{D_3} - v_s$$

Connaissant  $V_{D_4}$ ,  $V_{D_5}$  et  $V_{D_6}$ , on obtient, par le modèle de diode  $ui$ , les courants  $i_{D_4}$ ,  $i_{D_5}$  et  $i_{D_6}$ .

Le schéma **simulink** équivalent est le suivant :



Pont redresseur PD3



### Simulation

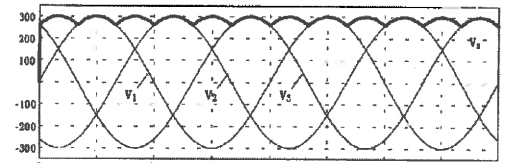
Les paramètres de la simulation sont :

$$V = 300 \text{ V} ; R_s = 2 \Omega ; L_s = 5 \text{ mH} ;$$

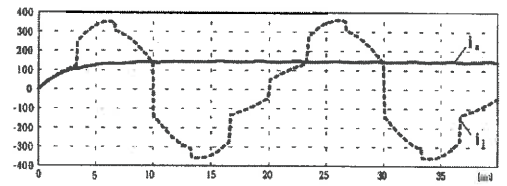
$$R_{\min} = 1 \text{ m}\Omega ; R_{\max} = 100 \text{ k}\Omega ; L_d = 0,1 \mu\text{H}$$

En jouant sur le paramètre  $L_f$ , on peut faire apparaître le phénomène d'empîement.

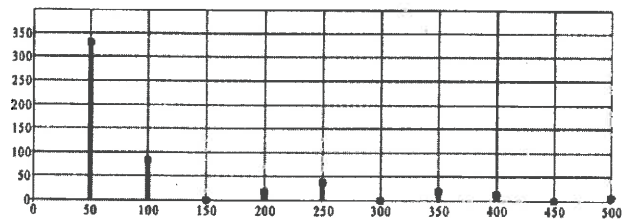
On peut naturellement effectuer une analyse harmonique de  $i_1(t)$  et noter que les harmoniques de rangs multiples de 3 sont bien nuls.



$L_f = 0,1 \mu\text{H}$  - Empîement non visible



$L_f = 0,1 \text{ mH}$  - Empîement visible



$L_f = 0,1 \text{ mH}$  - Analyse spectrale de  $i_1(t)$

### CONCLUSION

Le travail de simulation en vue de la commande de systèmes consiste à élaborer des modèles traduisant les phénomènes principaux décrits par les équations physiques ou bien les expérimentations. Le degré de complexité dépend du niveau où se situe la simulation.

Avec les mêmes outils, nous pouvons aborder le comportement des composants de puissance (par des modèles fins) ou bien des systèmes constitués par l'association de composants puissance (modèles binaires) et d'éléments actifs et passifs ou enfin des systèmes plus complexes comportant des convertisseurs associés à des actionneurs électriques en vue de leur commande.

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

par Francis BIQUARD - IUT de Marseille

(suite et fin du n° 49)

### 10. SYSTÈMES LINÉAIRES ET SIGNAUX ALÉATOIRES

#### 10.1. Relations générales

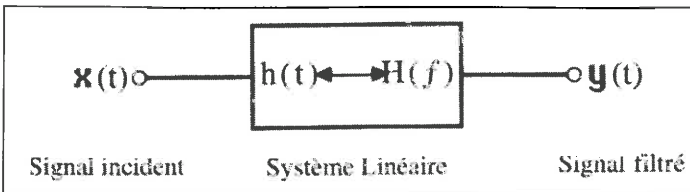


Figure 46. Représentation d'un système linéaire.

Un système linéaire est caractérisé par sa réponse impulsionnelle  $h(t)$  transformée de Fourier de sa réponse harmonique  $H(f)$ . La sortie du système linéaire est le produit de convolution de l'entrée par la réponse impulsionnelle

$$y(t) = x(t) * h(t).$$

La densité spectrale du signal filtré  $S_{yy}(f)$  est le produit de la densité spectrale du signal incident  $S_{xx}(f)$  par le carré du module de la réponse harmonique  $|H(f)|^2$

$$S_{yy}(f) = |H(f)|^2 S_{xx}(f).$$

L'inter corrélation entrée-sortie  $R_{xy}(\tau)$  est le produit de convolution de l'autocorrélation du signal d'entrée  $R_{xx}(\tau)$  par la réponse impulsionnelle  $h(\tau)$

$$R_{xy}(\tau) = R_{xx}(\tau) * h(\tau).$$

On ne peut rêver plus simple....

#### 10.2. Systèmes Linéaires et bruit blanc

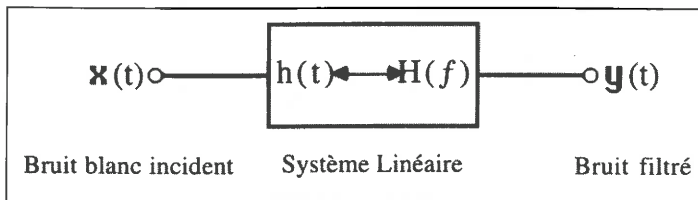


Figure 47. Système linéaire et bruit blanc.

Lorsque le système linéaire est alimenté par un bruit blanc (figure 48)

$$S_{yy}(f) = |H(f)|^2 S_{xx};$$

la densité spectrale du signal filtré  $S_{yy}(f)$  est l'image du carré du module de la réponse harmonique  $|H(f)|^2$  du filtre. Comme l'autocorrélation d'un bruit blanc est un Dirac à l'origine des retards (figure 7)

$$R_{xy}(\tau) = R_{xx}(\tau) * h(\tau) = S_{xx} h(\tau),$$

l'intercorrélation entrée-sortie  $R_{xy}(\tau)$  est l'image de la réponse impulsionnelle  $h(\tau)$  (figure 49); et une transformée de Fourier du résultat donne la réponse harmonique  $H(f)$  du filtre.

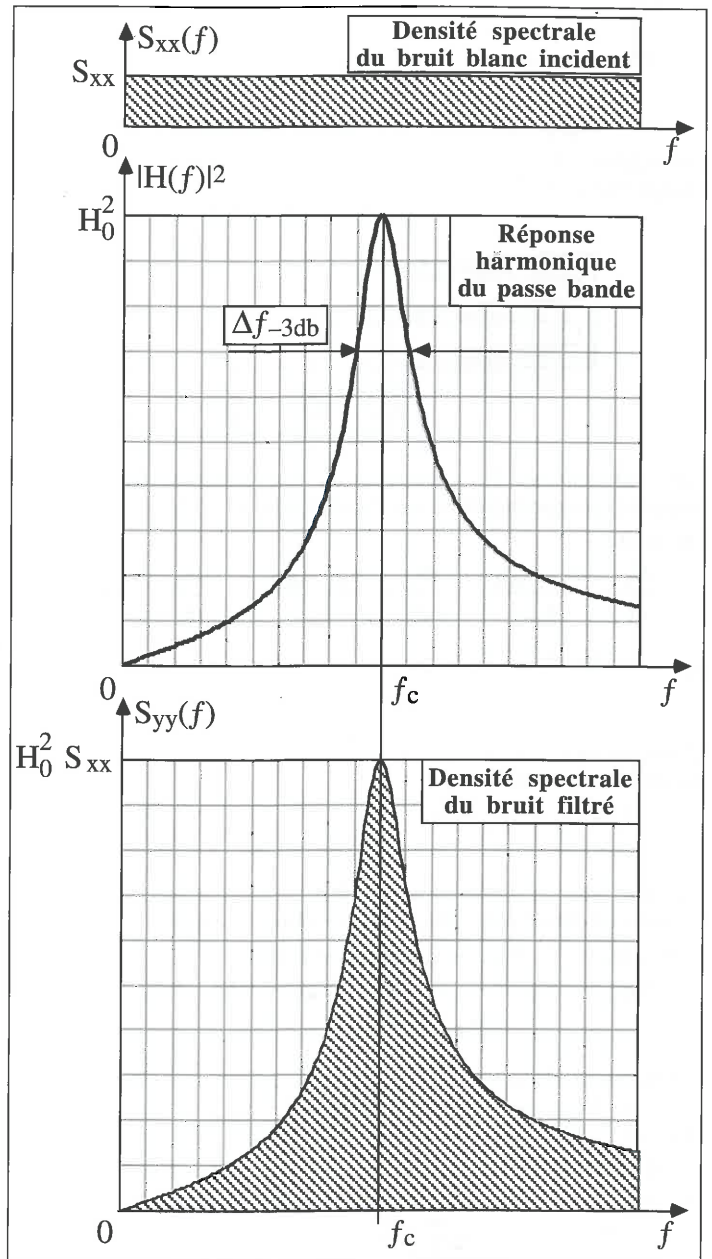


Figure 48. Densité spectrale d'un bruit blanc filtré par un passe-bande.

Tous ces calculs sont faits par un Analyseur de Fourier. Cette méthode, très rapide à mettre en œuvre, est utilisée en permanence pour mesurer la réponse harmonique des asser-vissements et des boucles de régulation.

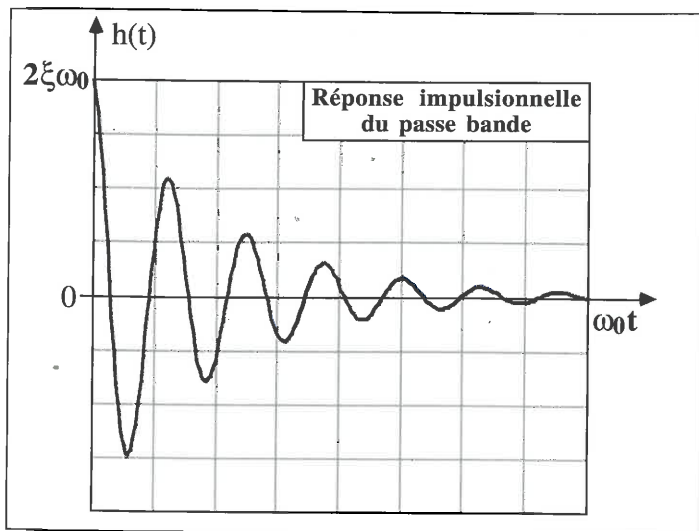


Figure 49. Inter corrélation entrée-sortie dans un passe bande alimenté par un bruit blanc.

## 11. SIGNAUX ALÉATOIRES ET PORTEUSE SINUSOÏDALE

### 11.1. Le bruit à bande étroite

Un signal présent dans tous les récepteurs est le bruit à bande étroite (figure 50).

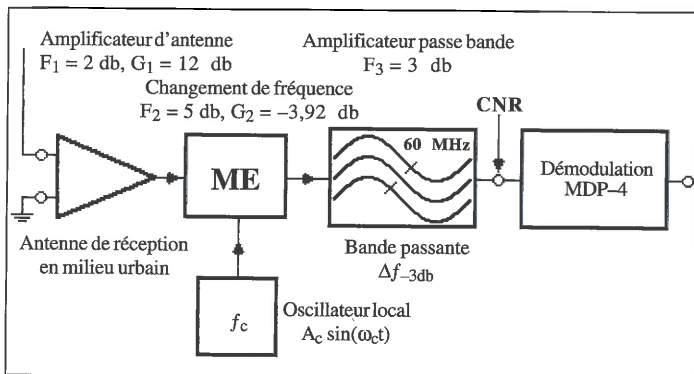


Figure 50. Synoptique d'un récepteur hétérodyne.

Après changement de fréquence et amplification à la fréquence intermédiaire, le bruit d'antenne (figure 51) et le bruit du récepteur (facteur de bruit) sont filtrés par l'amplificateur passe bande à la fréquence intermédiaire et donnent naissance à du bruit à bande étroite.

Avant démodulation, la densité spectrale du bruit à bande étroite ne prend de valeur significative qu'au voisinage immédiat de la fréquence porteuse (figure 52).

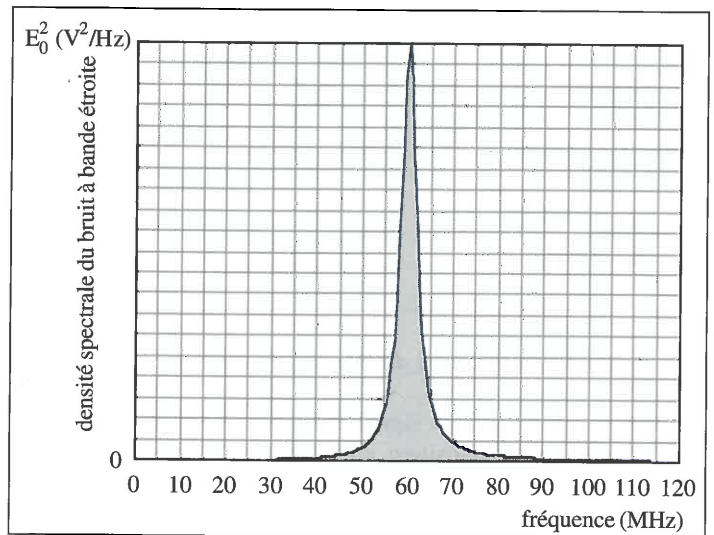


Figure 52. Densité spectrale du bruit à bande étroite à la sortie de l'amplificateur à la fréquence intermédiaire.

Son équation classique comporte un terme en phase et un terme en quadrature

$$b(t) = u(t) \cos[\omega_c t] - v(t) \sin[\omega_c t];$$

dans laquelle  $u(t)$  et  $v(t)$  sont deux Gaussiennes centrées indépendantes basse fréquence de variance égale à la puissance de bruit filtrée. Leur densité spectrale est représentée en figure 53.

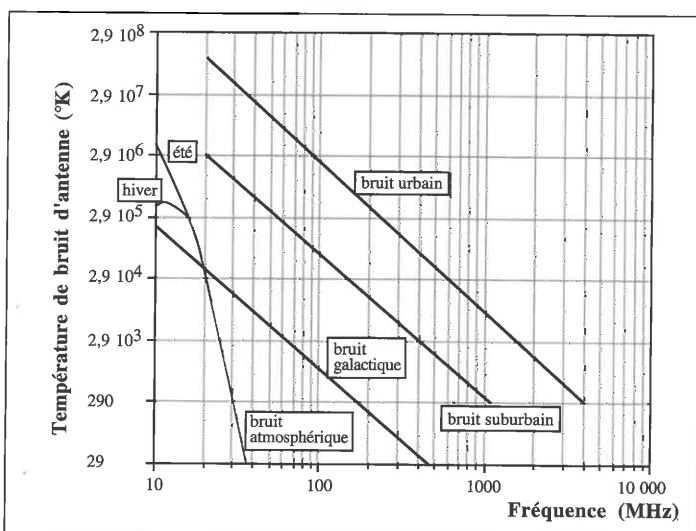


Figure 51. Température de bruit d'une antenne.

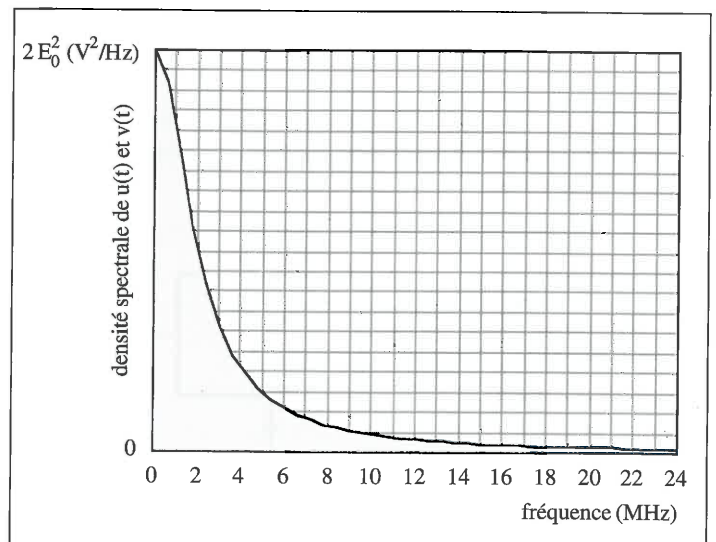


Figure 53. Densité spectrale des Gaussiennes  $u(t)$  et  $v(t)$ .

Le bruit à bande étroite est fondamental pour étudier soit le rapport Signal sur Bruit après démodulation soit la probabilité d'erreur en transmission numérique.

11.2. Le signal à étalement de spectre

Le signal d'un générateur pseudo aléatoire (par exemple Hamming) est multiplié par une porteuse pour réaliser une Modulation d'Amplitude à Porteuse Supprimée (figure 54).

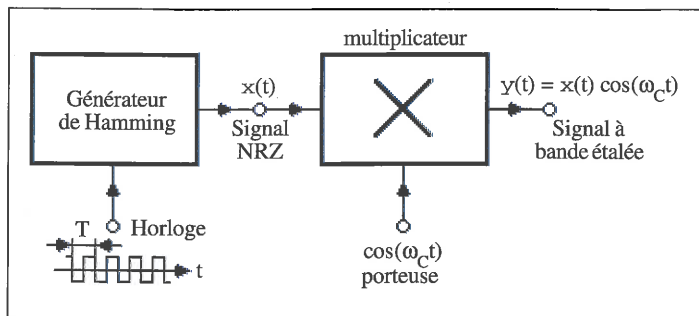


Figure 54. Réalisation du signal à étalement de spectre.

La densité spectrale d'un signal changé de fréquence par multiplication est la transposition aux fréquences  $\pm f_c$  de la densité spectrale du signal (figure 55)

$$\overline{S_{yy}}(f) = \frac{1}{4} [S_{xx}(f-f_c) + S_{xx}(f+f_c)].$$

Si la fréquence de l'horloge augmente, le spectre s'étale et sa densité spectrale diminue. Elle peut devenir inférieure à celle du bruit ambiant et le signal correspondant devient indétectable.

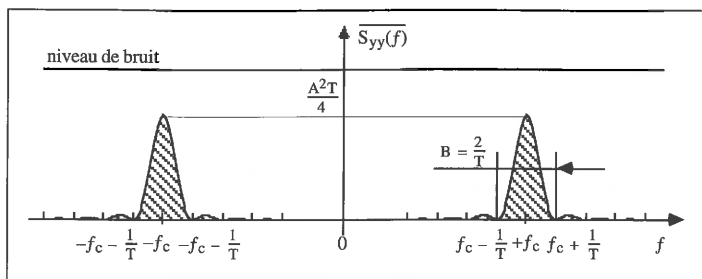


Figure 55. Densité spectrale du signal à bande étalée.

A la réception, on récupère la porteuse et son information en multipliant la modulation d'amplitude par la même séquence pseudo aléatoire synchrone.

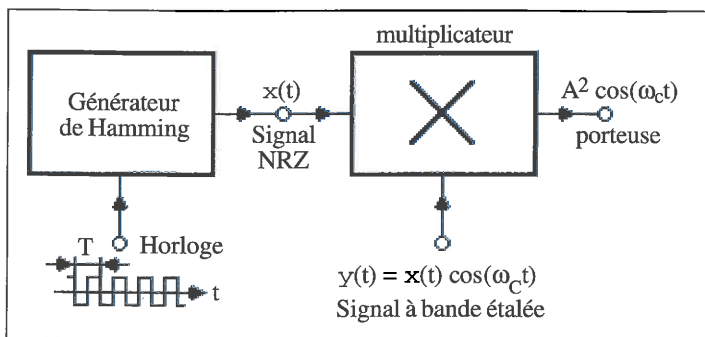


Figure 56. Réception du signal à bande étalée.

Naturellement, l'opération n'est possible que si on connaît le code  $x(t)$ . Le synchronisme du générateur en réception est obtenu par inter corrélation avec le message transporté. Ce type de modulation est utilisé dans le Global Positioning System.

12. MATHÉMATIQUES ASSOCIÉES À LA DESCRIPTION DES SIGNAUX

La liste des principaux outils Mathématiques rencontrés lors de ce parcours limité dans le domaine des signaux est présentée ci-dessous.

- Nombres complexes

- série de Fourier
- transformée de Fourier
- transformée en Z
- convolution
- corrélation

- Intégration

- Probabilité

- Lois de probabilité
- moments
- fonction caractéristique
- somme de plusieurs variables aléatoires

- Processus aléatoires

- moments
- processus stationnaires
- corrélation
- densité spectrale
- formule de Bennett
- signaux aléatoires et systèmes linéaires
- changement de fréquence

- Bruit

- les divers types de bruit
- bruit d'un système linéaire
- facteur de bruit
- rapport Signal sur Bruit
- système non-linéaires
- montages faible bruit

Cette liste n'est pas exhaustive et ne constitue un programme en aucun cas. La plupart de ces fonctions mathématiques étant intégrées dans le Silicium ou dans les appareils de mesure, il devient difficile de comprendre le développement de l'électronique actuelle sans les maîtriser. Qu'en sera-t-il demain ???



# Une carte 2 voies CAN-CNA 12 bits sur le port parallèle d'un PC

par D. JACOB - IUT de Poitiers

## 1 - PRÉSENTATION

L'acquisition de signaux analogiques et la commande de système par un PC est aujourd'hui banale. Et les cartes de conversion interfacées au PC bien souvent via le bus ISA abondent sur le marché. Cependant, en général, la conduite de mesures préliminaires sur un site quelconque est bien plus aisée en utilisant un ordinateur portable pour lequel on ne dispose pas de bus d'extension autre que PCMIA. Pour ce bus les cartes d'extension sont moins nombreuses (et plus coûteuses) et il est donc intéressant de disposer d'une interface connectable à un port universellement disponible tel que le port parallèle.

C'est ce que nous proposons ici en décrivant une carte comportant deux voies CAN ou CNA à connecter au PC sur un port parallèle.

Nous présentons les fonctions permettant sa mise en œuvre sous DELPHI qui permet, sans être un spécialiste de la programmation, de développer rapidement un logiciel sous windows (3.1 ou 95).

## 2 - LE MATÉRIEL CONSTITUANT LA CARTE

Le port parallèle disponible sur une prise DB25 est présenté figure 1 en supposant que son adresse est celle de LPT1 soit 378H. Il dispose d'un bus de données de 8 bits seulement, de 4

bits en sortie et de 5 bits en entrées.

Pour interfacer un CNA à 12 bits sur ce port il faut prévoir un multiplexage des données (ou utiliser un CNA série mais alors le temps de conversion sera plus élevé). Nous avons pour cela sélectionné le circuit AD7548 qui est un CNA 12 bits interfaçable sur un bus de 8 bits.

Ce circuit est présenté, dans son application typique, figure 2.

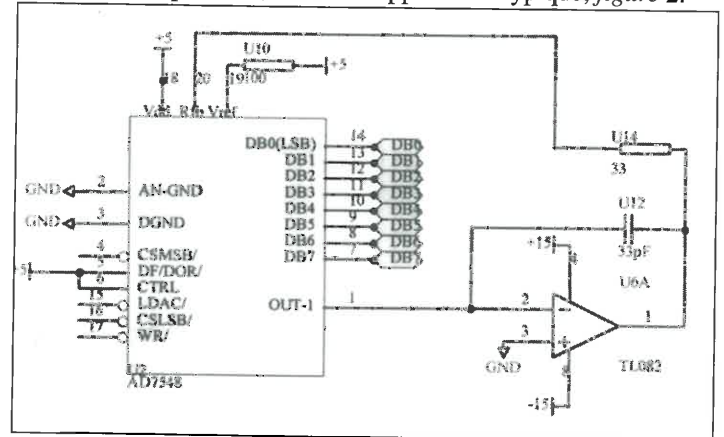
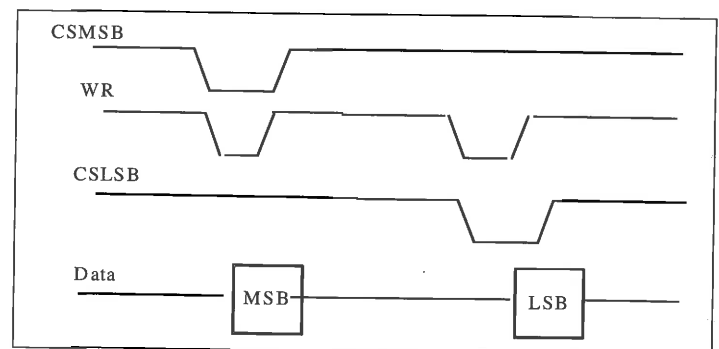


Figure 2 : Application typique du CNA AD7548

La conversion est réalisée par un réseau R-2R (R=11kΩ) et ainsi le courant sortant de la pin OUT-1, reliée à la masse virtuelle est proportionnel au nombre N présenté sur les données DB0 à DB7 et à la tension de référence Vcc de la pin 19. La résistance entre la pin 20 (Rfb) et la pin 1 (OUT-1) est R=11kΩ. La tension de sortie de l'amplificateur opérationnel est donc :

$$v = -\frac{N}{4095} \cdot V_{cc}$$

La donnée N de 12 bits est présentée au CNA en deux temps



selon le chronogramme de la figure 3.

Figure 3 : Chronogramme de commande du CNA

Le MSB est placé sur le bus et signalé via CSMSB, il est pris en compte sur le front montant de WR puis le LSB est présenté sur le bus de donnée, signalé via CSLSB et pris en compte via WR, CSLSB est également relié à LDAC afin d'obtenir la tension de sortie immédiatement après le transfert d'un mot entier (MSB suivi de LSB).

N° de pin sur le connecteur	Nom	Adresse sur LPT1	N° de bit	Type
1	Strobe	37A	0	sortie inverseuse
2	Data 0 (LSB)	378	0	sortie
3	Data 1	378	1	sortie
4	Data 2	378	2	sortie
5	Data 3	378	3	sortie
6	Data 4	378	4	sortie
7	Data 5	378	5	sortie
8	Data 6	378	6	sortie
9	Data 7	378	7	sortie
10	Acknowledge	379	6	entrée
11	Busy	379	7	entrée inverseuse
12	Paper out	379	5	entrée
13	Select	379	4	entrée inverseuse
14	Auto line feed	37A	1	sortie inverseuse
15	error	379	3	entrée
16	Initialize	37A	2	sortie inverseuse
17	Select input	37A	3	sortie inverseuse
18 à 25	Gnd			masse électrique

Figure 1 : Les signaux du port parallèle d'un PC

Etant donné que ce circuit nécessite deux signaux de commande (CSLSB et CSMSB) et le signal de sélection (WR) nous pouvons en connecter deux sur les 4 signaux de sorties disponibles sur le port parallèle. Ce CNA conduit à une tension qui diminue si le nombre à convertir augmente. Ceci n'est pas un inconvénient il suffit d'en tenir compte lors de la programmation. Cependant la carte réalisée devant être utilisée à des fins pédagogiques nous avons ajouté un amplificateur pour réaliser une inversion et une mise à l'échelle des sorties. Ainsi la tension de sortie évolue de -10 V à +10 V lorsque le nombre converti évolue de 0 à 4095.

Pour obtenir la possibilité de conversion analogique digitale on utilise un comparateur relié à une entrée du port parallèle et on obtiendra la conversion par approximation successive en testant la sortie du comparateur.

La carte possède ainsi le schéma de la *figure 4*. Notons également qu'il est aisé d'obtenir une isolation galvanique entre le PC et les entrées et sorties analogiques en plaçant un photocoupleur sur les 14 bits du port parallèle qui sont utilisés.

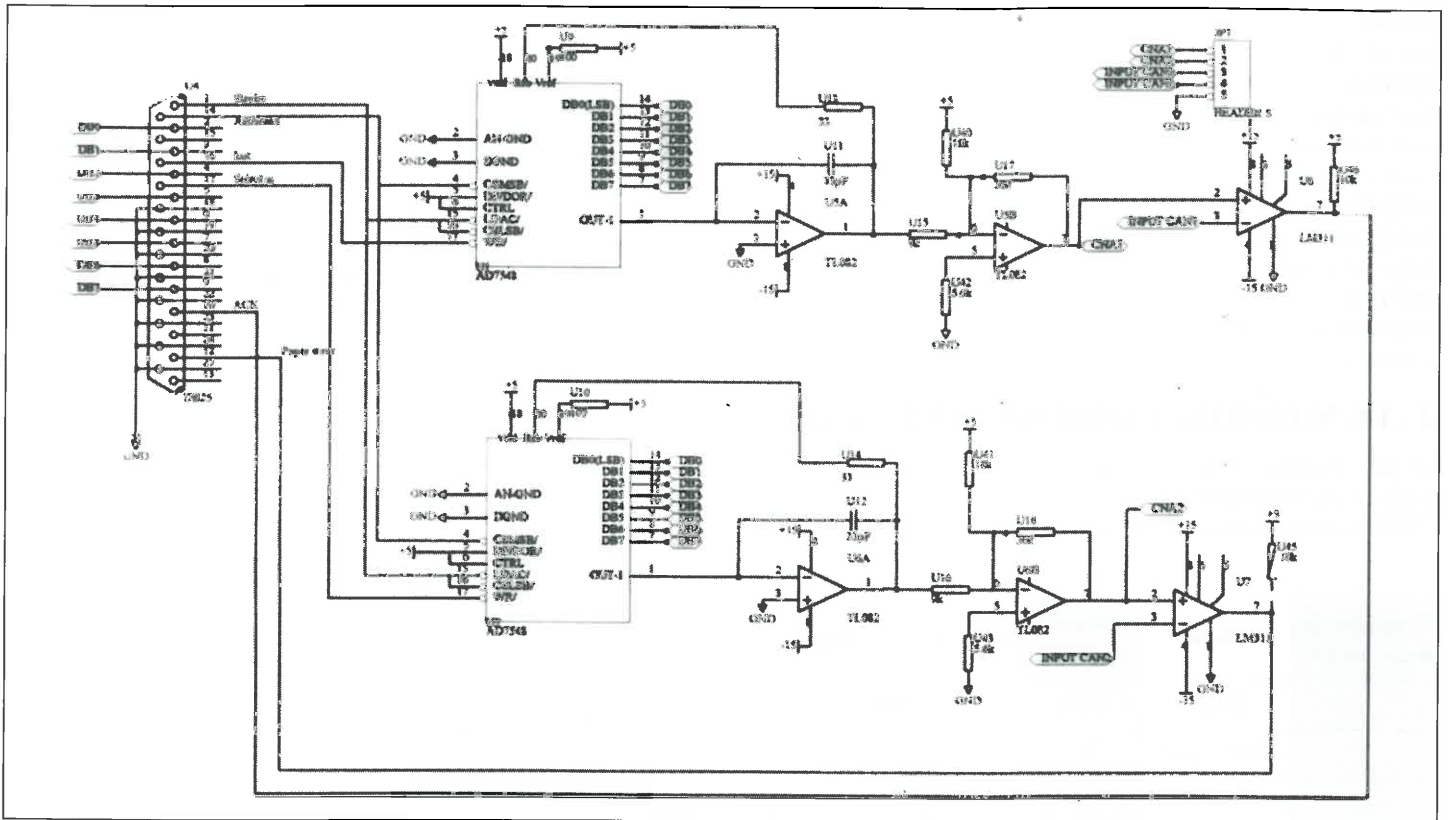


Figure 4 : Le schéma de la carte

### 3 - LE LOGICIEL DE COMMANDE DE LA CARTE

Nous présentons le logiciel permettant de commander les conversion CAN et CNA sur chacune des deux voies en Pascal (l'écriture en C peut être calquée sur les procédures données en Pascal) afin de disposer de ressources utilisables directement par DELPHI qui permet de construire rapidement des applications sous windows ce qui est aujourd'hui incontournable bien qu'alors l'accès au port est plus ardu et que le contrôle de la période d'échantillonnage est plus complexe que sous DOS.

#### 3.1 - La commande du CNA

Il s'agit de reproduire le chronogramme de la *figure 3* sur les signaux strobe (bit 0 de l'octet d'adresse 37A qui est relié à CSMSB), auto-feed (bit 1 l'octet d'adresse 37A qui est relié à CSLSB) et init (bit 2 de l'octet d'adresse 37A qui est relié à WR) pour commander le CNA N° 1 et de même avec les signaux

strobe, auto-feed, et select-in pour commander le CNA n° 2. Il faut aussi tenir compte du fait que les bits 0, 1 et 3 sont inversés. Ceci est réalisé par les fonctions suivantes écrites en Pascal utilisable sous Delphi. Notons que l'accès direct au port matériel n'est pas admis sous windows et c'est pourquoi nous avons écrits en assembleur les fonctions out\_port et in\_port.

```

procedure out_port(adr:word;data:byte);
function in_port(adr:word):byte;
BEGIN
asm
cli;
push AX;
push DX;
mov DX,adr;
mov AL,data;
out DX,AL;
pop DX;
pop AX;
sti;
end ;
END;
VAR data:byte;
BEGIN
asm
cli;
mov DX,adr;
in AX,DX;
sti;
mov data,AL;
end;
in_port := data;
END;

```

Le chronogramme de la *figure 3*, pour commander le CNA n° 1 (le CNA n° 2 étant non adressé) est obtenu, compte tenu du câblage, en sortant les mots suivants à l'adresse 37A<sub>H</sub>.

Etape	1	2	3	4	5	6	7	8	9
strobe=CSLSB=D0/	1	1	1	1	1	0	0	0	1
Autofeed=CSMSB=D1/	1	0	0	0	1	1	1	1	1
Init=WR1=D2	1	1	0	1	1	1	0	1	1
Select in=WR2=D3/	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mot à sortir D <sub>3</sub> D <sub>2</sub> D <sub>1</sub> D <sub>0</sub>	0100	0110	0010	0110	0100	0101	0001	0101	0100
Mot à sortir D <sub>3</sub> D <sub>2</sub> D <sub>1</sub> D <sub>0</sub>	4h	6h	2h	6h	4h	5h	1h	5h	4h

La commande du CNA n°1 est réalisée par la procédure suivante :

```

Procédure sortir_CNA7548_1 (mas : integer); (* mas va de 0 ...
4095 *)
(* CSMSB = D1/  CSLSB=D0/  WR1= D2 (WR du CNA n°1)
WR2=D3/ (WR du CNA n°2) *)
(* ici on commande le CNA n°1 donc WR1 varie et WR2 reste à 1 en
permanence, c'est l'inverse si on utilise le cna n° 2*)
VAR
  MSB,LSB:byte;
BEGIN
  MSB:=mas SHR 8;  (* on calcule le MSB de mas *)
  LSB:=mas and $OFF; (* idem LSB *)
  out_port(adr_output,$4); (* tous les signaux de contrôle à 1 *)
  out_port(adr_output,$6); (* CSMSB à 0 *)
  out_port(adr_output,$2); (* WRITE à 0 *)
  out_port(adr_data,MSB); (* 4 bits du poids fort de mas sur data *)
  out_port(adr_output,$6); (* WR à 1 *)
  out_port(adr_output,$4); (* CSMSB à 1 *)
  out_port(adr_output,$5); (* CSLSB à 0 *)
  out_port(adr_output,$1); (* WR1 à 0 *)
  out_port(adr_data,LSB); (* LSB sur data *)
  out_port(adr_output,$5); (* WR1 à 1 *)
  out_port(adr_output,$4); (* CSLSB à 1, tous les signaux de
  contrôle sont à 1*)
END;
```

De même le CNA n°2 est commandé en sortant de la même façon les mots suivants :

Etape	1	2	3	4	5	6	7	8	9
strobe=CSLSB=D0/	1	1	1	1	1	0	0	0	1
Autofeed=CSMSB=D1/	1	0	0	0	1	1	1	1	1
Init=WR1=D2	1	1	0	1	1	1	0	1	1
Select in=WR2=D3/	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mot à sortir D <sub>3</sub> D <sub>2</sub> D <sub>1</sub> D <sub>0</sub>	0100	0110	0010	0110	0100	0101	0001	0101	0100
Mot à sortir D <sub>3</sub> D <sub>2</sub> D <sub>1</sub> D <sub>0</sub>	4h	6h	2h	6h	4h	5h	1h	5h	4h

### 3.2 La conversion CAN par approximations successives

Le principe consiste à comparer, via ici un comparateur LM311, la tension à convertir à la sortie du CNA. La méthode dichotomique conduit au résultat en 12 comparaisons. Nous donnons ci-dessous les procédures assurant cette technique de conversion.

```

Procédure lire_test(var test : integer); Procédure lire_can7548( var N:
integer);
(*lit la sortie du lm311 et renvoie -1   var
si vin<V0 et 1 si vin>V0 *)           i:integer;
(*out du LM311 reliée à ACK           x:integer;
(D6 de $379 *)                       test:integer;
BEGIN                                  BEGIN
  test:=in_port(adr_input);           x:=0;
  test := test AND $40;               test:=1;
  (* test vaut $40 ou 0 ici *)        for i:=0 to 11 do
  If test=$40 then test:=-1          BEGIN
  else test:=1; (*test vaut + ou - 1 *) x:= x + test*
END;                                  ($800 SHR (i) );
                                       sortir_cna7548(x);
                                       Lire_test(test);
                                       END;
                                       if (test=1) then N:=x else
                                       N:=x-1;
END;                                  END;
```

## 4 - CONCLUSION

Cette carte comporte deux voies utilisables soit en CNA ou CAN. Une utilisation classique en automatique est constituée par le relevé de la réponse indiciaire d'un système qui nécessite l'emploi d'une voie en CNA et d'une autre en CAN. Nous présenterons ultérieurement une telle application sous DELPHI. Sous Windows la commande en temps réel est tributaire du système d'exploitation. C'est lui qui gère les interruptions et le temps qui s'écoule entre l'exécution de deux fonctions est variable selon les événements, pour un non spécialiste de la programmation, il faut donc envisager uniquement les périodes d'échantillonnage assez longue ( supérieure à 100 ms ) par scrutation d'un Timer.

La conception et réalisation matérielle de cette carte et sa mise en œuvre logicielle constitue un possible sujet de projet pour nos étudiants mais peut aussi être utilisée directement en régulation ou en surveillance de procédé. Ainsi on a un projet couvrant la diversité du génie électrique. Enfin la facilité d'emploi de cette carte sans prétention, sur n'importe quel PC constitue un gage de motivation de la part de nos étudiants.

## Transformateur de Tesla

par D. NARDI - IUT de Nancy

### INTRODUCTION

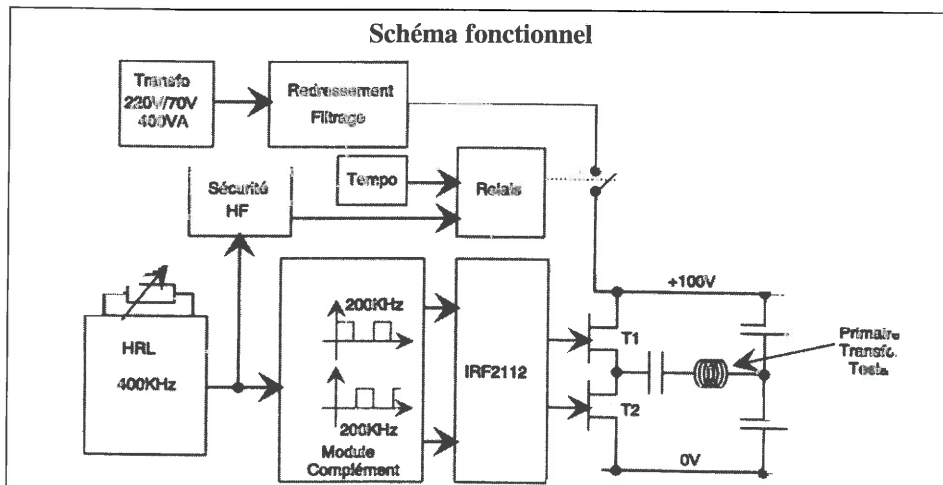
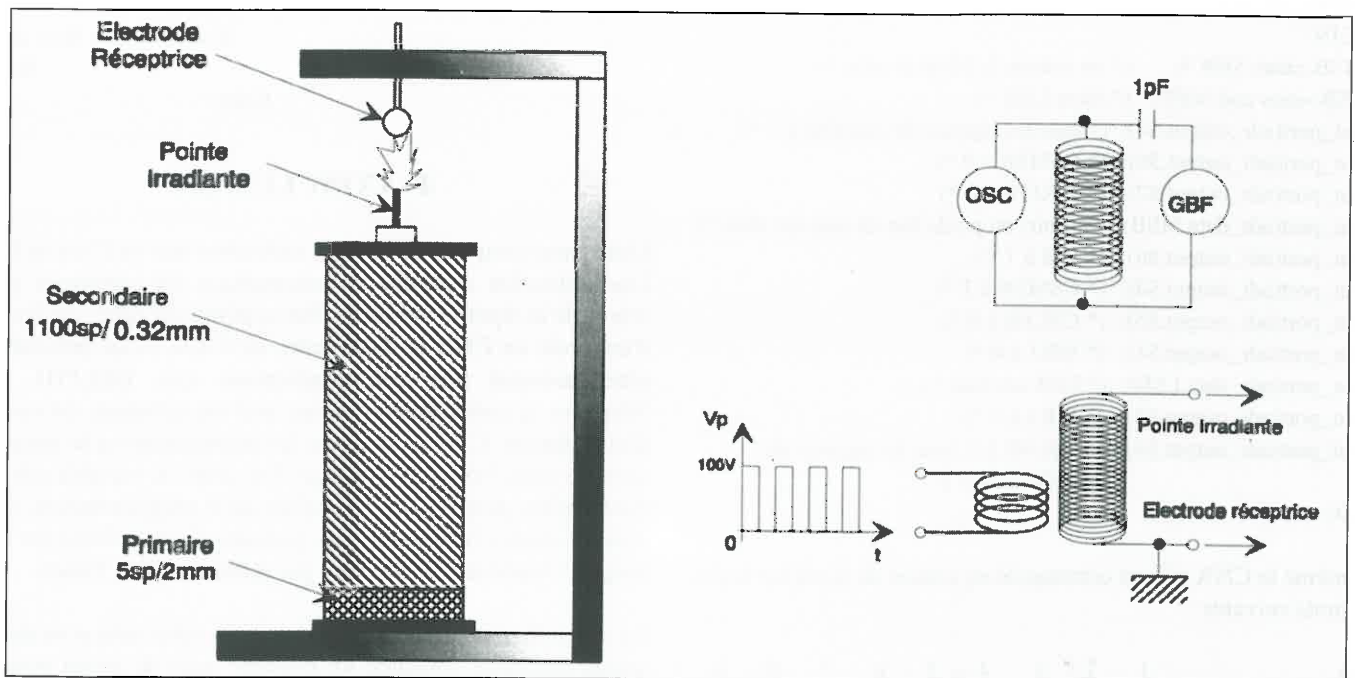
Nikola Tesla, physicien Yougoslave, réalisa, à la fin du siècle dernier, un transformateur destiné à la transmission télégraphique. Ce procédé fut abandonné, au grand dam de Nikola Tesla, qui serait bien étonné de constater que son transformateur est utilisé aujourd'hui à des fins complètement différentes de celles pour lesquelles il avait été conçu. En effet, celui-ci est utilisé dans le domaine cinématographique pour créer des effets spéciaux où des décharges électriques spectaculaires sont attendues. La réalisation de ce transformateur a été confiée à quatre élèves dans le cadre des projets de deuxième année.

### FONCTIONNEMENT DU TRANSFORMATEUR

Le transformateur de Tesla est constitué, comme tout transformateur élévateur de tension, d'un enroulement primaire (5 spires de fil de cuivre émaillé de diamètre 2 mm) et d'un enroulement secondaire (1100 spires de fil de cuivre émaillé de diamètre 0,32 mm). Le primaire est bobiné au-dessus du secondaire et à la base de celui-ci. Primaire et secondaire sont bobinés sur un tube PVC d'évacuation d'eau de 14 cm de diamètre et de 40 cm de longueur. Des coupelles d'isolation en PVC sont montées aux deux extrémités du tube. Il faut apporter un soin particulier au bobinage du

secondaire. Les spires doivent être jointives et l'ensemble est recouvert de plusieurs couches de vernis isolant. La transformation se fait par simple couplage magnétique sans noyau. Une fois le secondaire réalisé, il faut mesurer sa fréquence d'accord, en connectant un générateur sinusoïdal par l'intermédiaire d'un condensateur de 1pF.

C'est à cette fréquence de résonance que devra fonctionner le générateur de signal carré qui attaque ce transformateur. Cette fréquence se situe autour de 200KHz pour notre transformateur : elle dépend du diamètre, de la longueur et du nombre de spires du secondaire.



Toute la difficulté de l'électronique réside dans la réalisation d'un étage de puissance capable de débiter un courant de 4 à 5A sous 100V. L'emploi de MosFET de puissance (T1, et T2 IRFP250) est indispensable. Ceux-ci peuvent fournir un courant de 30A sous 200V max. à condition de bien les ventiler.

Ces MosFETs sont montés en Push-Pull.

Un circuit spécialisé IRF 2112 est chargé de les commander par rapport à un potentiel flottant.

Un module «complément» fournit deux signaux complémentaires de fréquence

200KHz à partir d'une horloge réglable de 400KHz. Un module «sécurité» vérifie que l'horloge est bien à 400KHz.

Une temporisation de quelques secondes permet de s'assurer du fonctionnement de l'horloge avant de mettre en fonction le circuit de puissance.

Un module de puissance constitué d'un transformateur 220V/2x35V de 400VA redressé et filtré fournit l'énergie nécessaire au transformateur de Tesla.

### PRÉCAUTIONS D'EMPLOI

Il est indispensable de fixer les MosFETs sur des radiateurs conséquents.

Ces radiateurs sont refroidis par un ventilateur, ce qui permet un fonctionnement de longue durée.

Il faut veiller à avoir toujours un arc électrique au niveau de la pointe irradiante. Dans le cas contraire l'énergie fournie par le transformateur ne peut s'évacuer, ce qui entraîne un échauffement et une destruction rapide de l'étage de puissance. La base du secondaire du transformateur de Tesla doit être reliée à la terre, ainsi que la

référence de l'électronique. Le boîtier contenant l'électronique doit également être relié à la terre et éloigné du transformateur de Tesla de deux mètres au minimum lors du fonctionnement.

Les arcs électriques issus du générateur de Tesla sont (théoriquement) sans danger pour l'homme. La haute fréquence du générateur induit un effet de peau qui évite l'électrisation. C'est pourquoi nous avons introduit une fonction «sécurité» qui vérifie que l'horloge est bien de fréquence supérieure à 300KHz.

Après expérimentation il s'avère qu'il est préférable de ne pas mettre les doigts sur la pointe irradiante.

L'énergie générée par notre transformateur n'est pas négligeable. Si l'on interpose une feuille de papier sur le passage des arcs électriques, celle-ci s'enflamme rapidement. Si l'on approche à moins d'un mètre du transformateur un simple tube au néon, celui-ci s'éclaire aussitôt, ce qui est très spectaculaire et démontre la puissance conséquente du champ électrique autour du transformateur. Il est donc conseillé d'éviter la proximité du

transformateur de Tesla si l'on est porteur d'un pace-maker !!

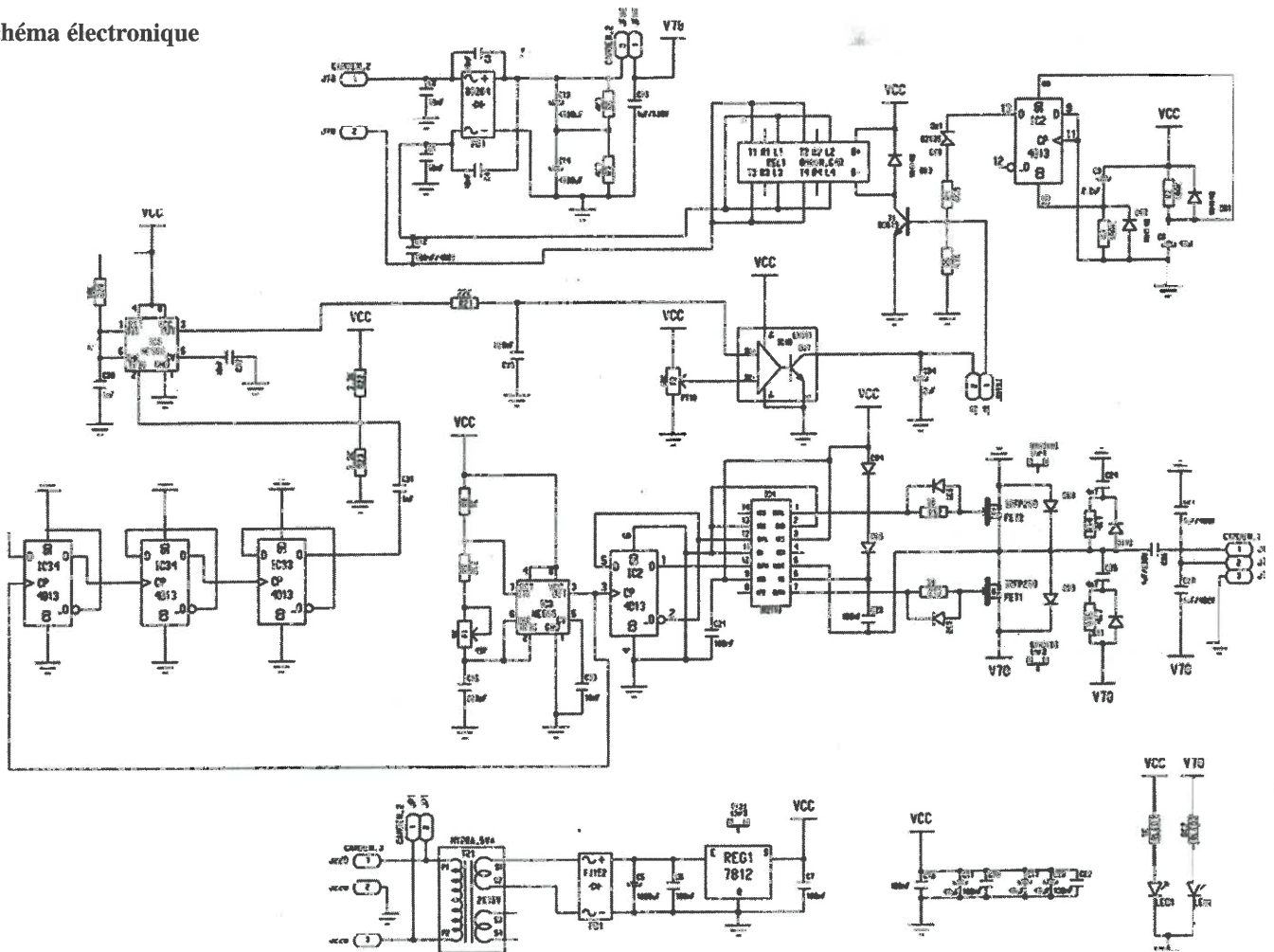
Nous avons essayé plusieurs types de pointes irradiantes (trident, en T etc...). L'effet le plus spectaculaire est obtenu avec une pointe unique. Nous avons obtenu des arcs électriques de 8 cm sans difficulté. De couleur violette, ces arcs provoquent d'autre part un dégagement d'«ozone» facilement reconnaissable.

Ce montage est largement inspiré d'un article paru dans «Nouvelle Electronique» de Août /Septembre 97.

### CONCLUSION

Le coût de ce transformateur s'élève à moins de mille francs. Ce projet est ludique donc très motivant pour les élèves. Les effets obtenus sont spectaculaires, mais il ne faudrait pas considérer ce transformateur comme un jouet. Il engendre des perturbations électromagnétiques non négligeables (attention aux ordinateurs, montres, récepteurs radio, etc...) et peut-être des effets physiologiques.

Schéma électronique



## TRAVAUX PRATIQUES

# Les circuits programmables

par E. VELIZ, H. LÉVI, et C. CAZAUBON - IUT A GEII Bordeaux

Cette série de manipulation (2 à 3 séances de 3 heures) permet de familiariser les étudiants avec :

- les circuits programmables ;
- le langage de programmation Abel\_HDL ;
- le logiciel Synario<sup>1</sup> ;
- la programmation «In Situ».

Le but recherché est de montrer une approche facile de la programmation et de l'utilisation des circuits programmables afin que les étudiants puissent :

- intégrer de tels circuits dans la conception de leurs projets de deuxième année ;
- progresser dans la conception de circuits plus complexes et utiliser des langages plus complets tel que VHDL.

### I - PRESENTATION DE LA MAQUETTE

La maquette de TP est conçue autour d'un circuit ispLSI 2032 de chez Lattice<sup>2</sup>. Le circuit programmable est connecté :

- à deux boutons poussoirs, deux interrupteurs et deux douilles pour agir sur les entrées ;
- à cinq diodes électroluminescentes et un afficheur BCD-7 segments pour visualiser les sorties.

Le schéma synoptique du TP est donné *figure 1* et le circuit de la maquette est présenté *figure 2*.

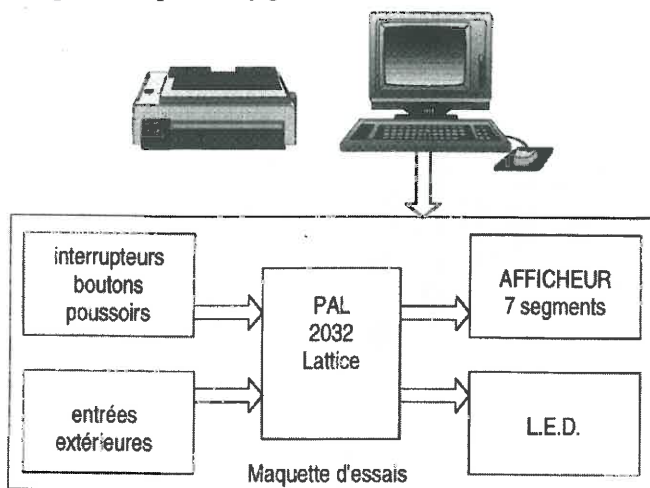


Figure 1 : schéma synoptique de la maquette.

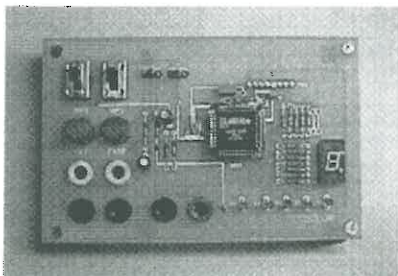


Figure 2 : schéma de la maquette

Pour réaliser ces manipulations les étudiants disposent de :

- un PC (Pentium avec imprimante) relié à la maquette d'essais via le port parallèle ;
- deux documents contenant les directives de manipulation et la documentation simplifiée d'utilisation du logiciel Synario.

Les circuits réalisés pendant les TP, à l'aide de cette maquette, sont :

- un compteur modulo 8 avec sorties affichées sur les diodes électroluminescentes ;
- un compteur modulo 10 avec remise à zéro asynchrone et sorties affichées sur un afficheur 7 segments ;
- un compteur décompteur modulo 10 avec une entrée et une sortie de mise en cascade synchrone et remise à zéro asynchrone ;
- un compteur décompteur modulo 100 avec affichage sur afficheur 7 segments et diodes électroluminescentes ;
- un compteur décompteur avec horloge intégrée.

Volontairement, nous avons choisi ces applications, car elles ont été déjà vues en cours et en travaux pratiques sur des composants standard. Ainsi l'intérêt des manipulations n'est pas de comprendre le fonctionnement des circuits étudiés (bascules, compteurs) mais bien de découvrir et de programmer de nouveaux composants.

On peut remarquer que, si on respecte les broches d'entrées sorties pré-cablées, d'autres exemples peuvent être créés.

### II - OUTIL DE DEVELOPPEMENT

Le principe de la chaîne de développement est présenté sur le synoptique de la *figure 3*.

Au cours de ces manipulations les étudiants peuvent se familiariser avec :

- la saisie schématique des circuits à réaliser ;
- la saisie hiérarchisée ;
- la saisie textuelle utilisant le langage Abel\_HDL.

La saisie de schéma (*figure 4*) est d'un emploi très simple et fonctionne dans un environnement Windows. Elle permet d'appeler des composants génériques (placer, copier, déplacer, tourner...), d'effectuer les liaisons entre les composants sous la forme filaire ou sous la forme de bus, de nommer les entrées ou les sorties. La simplicité se paie par un manque de souplesse sur la mise en forme des schémas comportant un grand nombre de portes.

La saisie hiérarchisée permet de remédier en partie à l'inconvénient précédent en dessinant le schéma sous la forme de blocs fonctionnels. Les blocs fonctionnels peuvent être décrits à partir de schémas logiques ou à partir d'un langage évolué. Le nombre de niveaux de la hiérarchie dépend de la complexité du projet.

<sup>1</sup> Synario est un système de développement de FPGAs et CPLDs sous Windows, équipé dans notre cas du Device Kit Syn-pLSI pour la synthèse des circuits Lattice. Synario permet une conception mixte (schéma et langage de haut niveau) et hiérarchique, une saisie de schéma ergonomique et puissante avec son navigateur de hiérarchie. Synario possède une librairie générique de symboles universels, un éditeur graphique de stimulus, un simulateur logique fonctionnel Verilog et permet le placement routage. Il est utilisé dans notre cas associé au langage Abel-HDL. Le Device Kit Syn-pLSI, version éducation nationale, permet de réaliser un ensemble de TP pour quelques centaines d'Euros.

<sup>2</sup> Les circuits pLSI Lattice sont des circuits programmables en technologie E<sup>2</sup>CMOS qui peuvent être directement programmés ou reprogrammés sur la carte d'application.

**A bel - HDL** (Advanced Boolean Expression Language) est un langage de description des circuits logiques pour les PAL, FPLAs... Ce langage puissant est suffisamment simple d'utilisation pour ne pas nécessiter un cours préalable à son utilisation. Il permet de maîtriser le processus depuis la synthèse des circuits jusqu'à la réalisation. Un compilateur permet de générer les fichiers JEDEC utilisés pour la programmation des circuits.

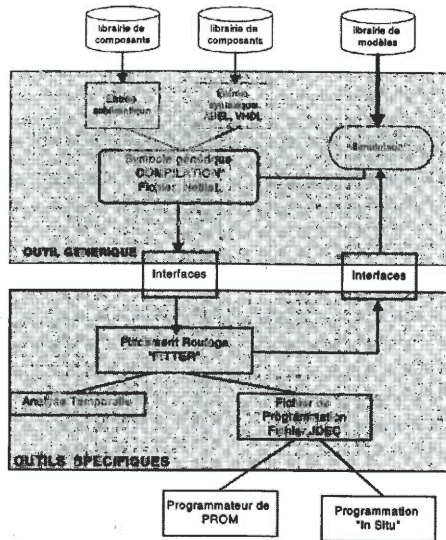


Figure 3 : synoptique de la chaîne de développement.

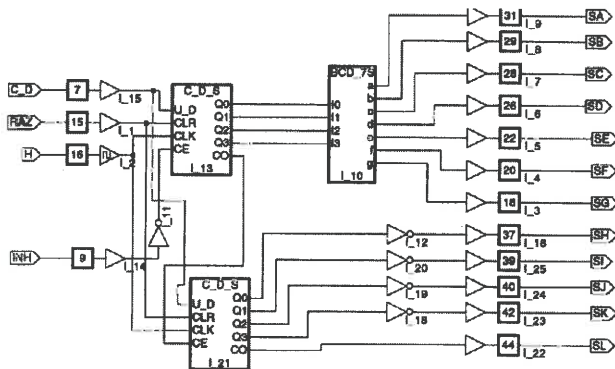


Figure 4 : exemple de schéma.

Le **tableau 1** donne un exemple d'un module BCD/7segments utilisant des déclarations sous forme de table de vérité et le **tableau 2** donne un exemple de la syntaxe utilisée pour décrire le fonctionnement d'un compteur.

```

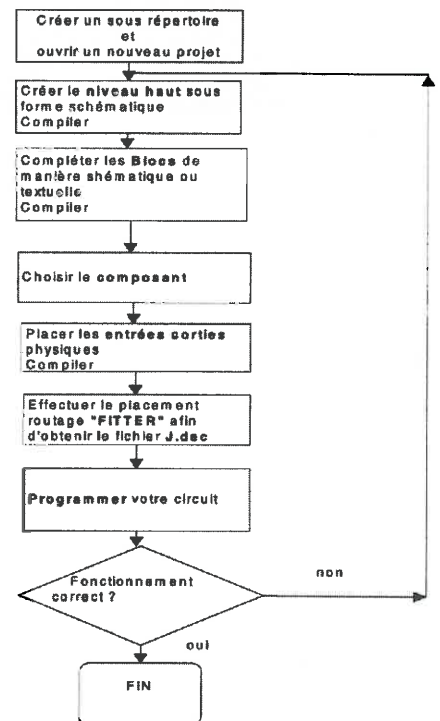
MODULE BCD_7S
"entrees
    I3,I2,I1,I0      pin;
"sorties
    a,b,c,d,e,f,g    pin istype'com';
"com:combinatoire
"equivalences
    bcd = [I3,I2,I1,I0];
    led = [a,b,c,d,e,f,g];
    on,off = 0,1; « Anodes Communes
equations
@dcset
truth_table
    (bcd-> [ a, b, c, d, e, f, g])
    [^h0]-> [ on, on, on, on, on, on,off];
    [^h1]-> [ off, on, on,off,off,off,off];
    [^h2]-> [ on, on,off, on, on,off, on];
    [^h3]-> [ on, on, on, on,off,off, on];
    [^h4]-> [ off, on, on,off,off, on, on];
    [^h5]-> [ on,off, on, on,off, on, on];
    [^h6]-> [ on,off, on, on, on, on, on];
    [^h7]-> [ on, on, on,off,off,off,off];
    [^h8]-> [ on, on, on, on, on, on, on];
    [^h9]-> [ on, on, on, on,off, on, on];
END
    
```

Tableau 1

```

MODULE C_D_S
"entrees
    U_D      pin;"comptage decomptage
    CLR      pin;
    CE       pin;"Clock Enable
"sorties
    Q3,Q2,Q1,Q0 pin istype'reg';
    CO       pin istype'com';
"Constante
    X =.x.;
"equivalences
    count = [Q3,Q2,Q1,Q0];
    MODE = [U_D,CE];
    UP =(MODE == [ 1, 0]);
    DOWN =(MODE == [ 0, 0]);
    HOLD =(MODE == [ x, 1]);
"Constante
    X =.x.;
EQUATIONS
    count.clk=CLK;
    count.ar =!CLR;
    when UP then{when count<9 then count:= count
    +1 else count:=0}
    else when DOWN then {when count>0 then count :=
    count -1 else count:=9}
    else when HOLD then count:= count;
    CO =!(UP & Q0 & Q3)# (DOWN & !Q0 & !Q1 & !Q2
    & !Q3));
END
    
```

Tableau 2

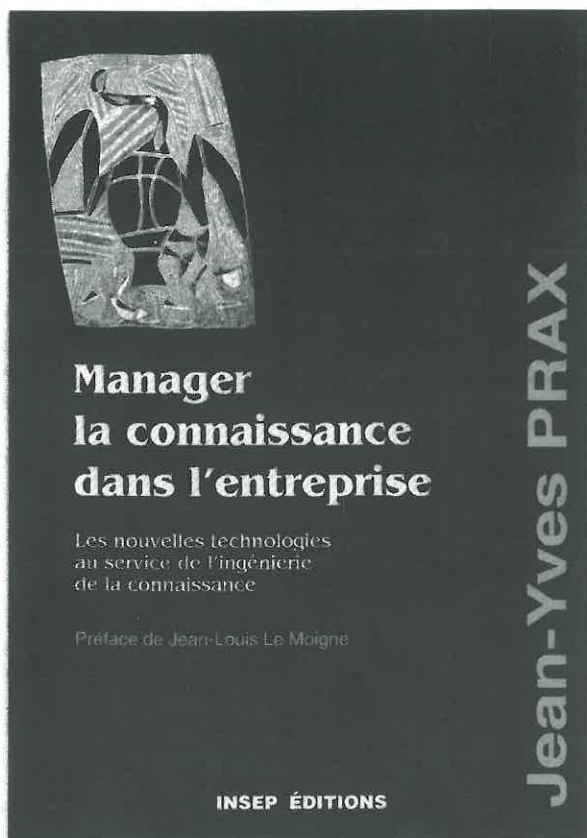


Les diverses étapes qui doivent être suivies, lors de la conception de chacun des montages, sont données **figure 5, ci-contre**.

**CONCLUSION**

Les étudiants effectuent, sur des stations de travail (CAO Mentor Graphics) de nombreuses simulations tant analogiques que logiques. Pour simplifier les TP sur les circuits programmables nous avons sauté les étapes de simulation et nous sommes passés directement de la compilation au placement routage, puis à la programmation In Situ. Les étudiants ont été très motivés par ce travail car pour eux le fonctionnement réel est toujours plus parlant qu'une simulation. Toutefois, il faudra une suite à ces manipulations afin de montrer, aux étudiants, l'importance d'une simulation et en particulier la simulation temporelle pour les circuits plus complexes.

VIENT DE PARAITRE



*L'ouvrage :*

La connaissance est le moteur des organisations. La performance de l'entreprise est de plus en plus fondée sur l'intelligence collective et non plus seulement sur les moyens et les structures.

Mais dans l'entreprise actuelle, la connaissance collective souffre de sérieuses limitations : elle est dépendante des acteurs et des jeux de pouvoir; elle est cloisonnée et menacée par l'oubli. Si l'ingénierie de la connaissance s'affirme aussi peu, c'est que le concept est mal cerné, qu'il dérange nos esprits trop exclusivement analytiques, et de ce fait n'est pas soutenu par des dispositifs pertinents.

L'informatique classique n'a que très partiellement répondu à cette problématique car sa rationalité est incompatible avec la richesse du concept de connaissance. En revanche, les nouvelles technologies de l'information et de la communication facilitent le partage et la coordination entre acteurs. Elles offrent des dispositifs d'enrichissement mutuel des savoirs.

Ce livre est destiné aux personnes concernées par la place de la connaissance dans les organisations et par le rôle des *nouvelles technologies de l'information et de la communication*.

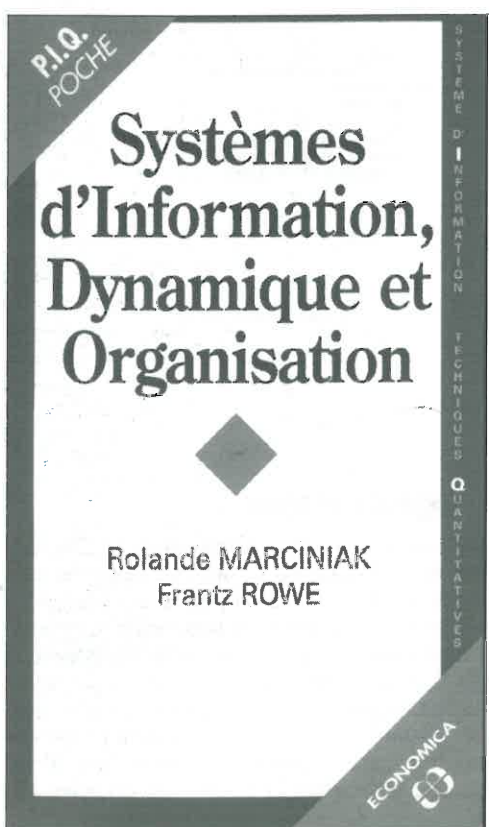
- La première partie de l'ouvrage situe le concept de *connaissance* et retrace les différents modes de communication, de l'oralité à l'hypertexte.
- La deuxième partie expose les enjeux et perspectives stratégiques de la connaissance collective pour l'entreprise contemporaine.
- La troisième décrit les nouvelles technologies: groupware et workflow, gestion électronique documentaire, édition électronique, CD-ROM et INTERNET. Elle propose un modèle original pour l'ingénierie de la connaissance collective et développe les modes de pilotage du changement.

*L'auteur :*

Jean-Yves Prax, docteur ès sciences, est Président directeur général d'INSEP-COREDGE, société de conseils et d'ingénierie spécialisée dans les nouvelles technologies d'information et de communication: groupware et workflow, gestion électronique documentaire, édition de CD-ROM, INTERNET.

Son expertise est sollicitée par les grandes entreprises, par les organismes tels que l'ANVAR, la COB, la CEE, par les organisateurs de conférences internationales ainsi que dans l'enseignement supérieur.

INSEP EDITIONS  
29, rue Marsoulan 75012 PARIS



Cet ouvrage constitue une initiation aux principaux problèmes posés par le développement et l'utilisation des systèmes d'information et de communication dans les organisations. Il propose une réflexion conceptuelle sur la nature des systèmes d'information, une description et une synthèse originale sur les méthodes de conception et de développement des projets, et montre les voies multiples d'une véritable évaluation des systèmes d'information qui passent toutes par une explicitation des rapports avec les individus et les organisations.

*Les auteurs :*

Rolande Marciniak est Maître de Conférences au CNAM IIE (Institut d'Informatique d'Entreprise), chercheur au LAGON, Administrateur de l'Association Francophone de Management et de Projet (AFITEP).

Frantz Rowe est Professeur de sciences de gestion à l'université de Nantes et à l'ENST (Paris). Il dirige le Laboratoire de Gestion des Organisations à Nantes (LAGON) et la revue « Systèmes d'information et Management ».

Edition ECONOMICA  
49, rue Héricart 75015 PARIS