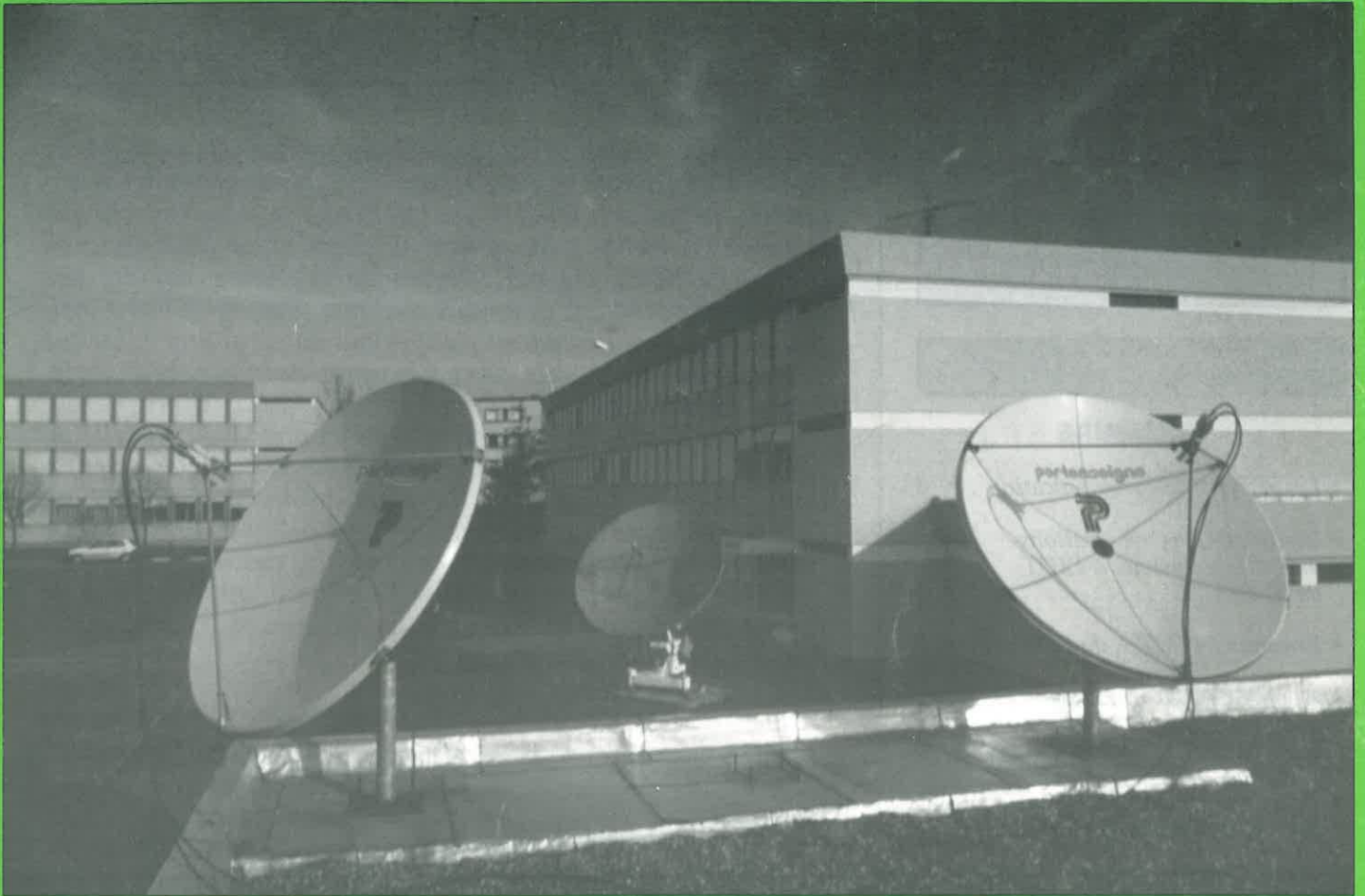


# Gesi

génie électrique service information



*Photo Dominique Bouges (Bordeaux)*

## LES RÉSEAUX DE COMMUNICATION

- **UNE EXPÉRIENCE DE RELATIONS INDUSTRIE-UNIVERSITÉ EN GE II DE TROYES**
- **APPORT DE L'INFORMATIQUE POUR L'ETUDE DE LA MACHINE ASYNCHRONE**
- **ERASMUS A L'IUT «A» DE LILLE**

**mars 1991**

**numéro  
31**

**GÉNIE ÉLECTRIQUE  
SERVICE INFORMATION**

**Bulletin d'information  
des départements  
Génie Electrique  
et Informatique Industrielle  
des Instituts Universitaires  
de Technologie**

**Directeur de la publication :**

J.C. Duez

**Responsable du comité de rédaction :**

G. Gramacia

**Membres :**

Mmes Boënnec, Sarfati,  
MM. Atechian, Berthon, Bugnet, Bliot,  
Decker, Michoulier, Pardies, Savary,  
Simon

**Illustrations :**

Herbe

**Secrétariat de rédaction :**

D. Blin

**Comité de rédaction :**

Département de Génie Electrique

IUT «A»

33405 Talence Cedex

Tél : 56.84.57.58

Télécopie : 56.84.58.98

**Imprimerie :**

Laplante

33 700 Mérignac

Tél : 56.97.15.05

Dépôt légal : décembre 1990

ISSN : 1156-0681

**mars 1991 - numéro 31**

**SOMMAIRE**

- *Les réseaux de communication* . p. 3
- *Une expérience de relations-  
industrie-université à l'IUT  
de Troyes* ..... p. 5
- *Erasmus à l'IUT A de Lille* .... p. 8
- *Apport de l'informatique  
pour l'étude de la machine  
asynchrone* ..... p. 10
- *Echos de l'assemblée  
des chefs de département* ..... p. 16

**EDITORIAL**

# GeSi a 10 ans

*Il est des feuilles de chou qui ont la vie dure. C'est le cas de GESI, qu'on devrait plutôt comparer à une sorte de résineux au feuillage vert et persistant. Certains l'on fait pousser, d'autres l'ont enrichi d'articles innovants, d'autres encore ont su le décorer ; ce fut le travail des gens de la composition, de la maquette, du montage, de l'impression, qui ont largement contribué à donner au bulletin un «look» professionnel. Qu'ils soient ici remerciés pour leur savoir-faire et leur sacré courage : franchement, la tâche n'a pas toujours été très facile.*

*Cela dit, s'il nous est maintenant difficile de faire mieux sur le plan technique (le passage à la quadrichromie multiplierait, hélas, le coût de revient par trois !), il faut savoir que la vie d'un bulletin de liaison et d'échanges pédagogiques comme le nôtre dépend surtout de la bonne volonté des rédacteurs potentiels que nous sommes. Des centaines d'articles ont été jusqu'à ce jour publiés qui ont toujours constitué des repères importants dans l'histoire de notre pédagogie. Alors, continuons.*

*Cette année, nous essaierons de donner vie officielle au comité de rédaction qu'il importe, pour définir les orientations générales du bulletin, de réunir au moins une fois l'an. Quelle meilleure opportunité que le Colloque Pédagogique National ? (Avec l'accord, bien entendu, des organisateurs).*

*Que la première réunion du comité intervienne à la faveur du colloque nancéen sur les Réseaux de Communication est de bonne augure...*

**G. Gramacia  
GE II Bordeaux**

## COLLOQUE PÉDAGOGIQUE ANNUEL DE G.E. & I.I.

**30, 31 mai et 1er juin 1991 - Nancy**



**Thèmes :** L'enseignement relatif aux réseaux de communication,  
- La formation DUT GEII sous forme multi-média.

**Les commissions préparatoires :**

**Commission 1 :** Programme pédagogique pour l'éventuelle nouvelle option «Réseaux de communication», et pour les autres options.  
Animateur : Christian Blanc, Marseille.

**Commission 2 :** Besoins des industriels en techniciens supérieurs dans le domaine des réseaux. Animateur : Maurice Dieudonné, Nancy.

**Commission 3 :** Etat des formations existantes dans le domaine des réseaux.  
Animateur : Alain Richard, Nancy.

**Commission 4 :** Le DUT multi-média. Animateur : Jacques Pillon, Nantes.

# LES RÉSEAUX DE COMMUNICATION

par Francis LEPAGE, chef du département de GE II - Nancy

## INTRODUCTION

La communication est à la mode partout, et bien sûr dans les départements GEII. Le colloque pédagogique de Belfort en juin 1989, a permis un large débat sur l'enseignement de l'art et la manière de communiquer. Cette année, c'est l'aspect des moyens matériels qui est l'objet de nos cogitations pour la communication entre les hommes, mais aussi entre les machines. Moins noble du point de vue intellectuel, ce domaine présente des attraits certains : qui donc est insensible aux possibilités nouvelles du téléphone, du minitel, de la télécopie, de la télévision par câble, par satellite, des réseaux de stations de travail (comme les réseaux DOMAIN de nos Apollo) des réseaux de PCs ou MACs ? Je voudrais tenter de définir les réseaux de communication, notamment en dressant un panorama simplifié des différents systèmes, de montrer l'importance actuelle et future de ces systèmes dans l'activité économique, et donc en potentiel d'emplois, et définir les compétences principales requises pour ces emplois. Je terminerai en donnant mon avis sur la place que doivent occuper les départements GEII dans la formation pour ce domaine.

## QU'EST-CE QU'UN RESEAU DE COMMUNICATION ?

Il est impossible de donner une définition simple d'un réseau de communication. Ce terme désigne une grande variété de systèmes opérant dans des applications fort diverses, et qui évoluent rapidement. La télécommunication est ainsi définie dans la loi française : «on entend par télécommunication toute transmission, émission ou réception de signes, de signaux, d'écrits, d'images, de sons ou de renseignements de toute nature, par fil, optique, radioélectricité ou autres systèmes électromagnétiques».

Tous les réseaux de communication utilisent donc la télécommunication. Mais cette définition ne met pas en évidence les deux aspects distincts de la communication :

- l'aspect transmission d'un signal porteur d'information,
- l'aspect traitement de l'information à l'émission et à la réception, qui en assure la compréhension.

L'analyse sommaire de la communication entre hommes met bien en évidence ces deux aspects : par exemple, dans une conversation directe entre deux individus, celui qui veut communiquer une idée la met en forme dans un

langage qu'il sait connu de l'autre, puis il l'exprime en parlant (transmission), l'autre entend (réception) et analyse la phrase pour en extraire l'idée (traitement). L'existence du traitement ne nous apparaît pas, car il est très rapide pour un cerveau normal, lorsque le langage utilisé est bien connu et que les idées sont simples. Le traitement est mis en évidence lorsque les termes sont moins bien maîtrisés, exprimés dans une langue étrangère ou dans un langage de syntaxe correcte en français de certains, ou/et que les idées sont claires comme...

Entre machines, le phénomène est identique. Le protocole, c'est-à-dire l'ensemble des règles à respecter par les communicants, est tellement complexe qu'un découpage standard, appelé OSI (Open Systems Interconnexion) a été normalisé. Ce modèle, référence admise universellement, met bien en évidence sept grande fonctions réalisées dans un protocole de communication hétérogène.

Un réseau de communication est donc une installation permettant à des entités, hommes ou machines, d'échanger des informations à distance sous des formes variées, avec le maximum de sécurité, et en rendant le plus transparent possible les modes de représentation des informations propres à chacun.

## LES DIFFÉRENTS TYPES DE RESEAU

Etablir une typologie nécessite de définir préalablement des caractéristiques. Pour les réseaux de communication, ce sont, entre autres, la nature des informations transportées, les types d'utilisateurs, l'accès public ou privé, les performances, la qualité de service, l'étendue géographique.

La classification utilisée ici tient compte de l'ensemble de ces caractéristiques, non pas sous une forme véritablement scientifique, mais suivant l'appréhension courante des utilisateurs.

### LES RÉSEAUX DE TÉLÉCOMMUNICATION :

Cette catégorie ne regroupe, par restriction de sens du mot télécommunication, que les réseaux grande distance qui ne réalisent que peu de traitement : le téléphone, le télex, le RNIS (Réseau Numérique à Intégration de Service), les réseaux de données comme Transpac en France. Sur ces réseaux, qui sont des outils de base extrêmement puissants, il est très intéressant d'apporter des capacités de traitement à distance : c'est ce qui est réalisé par les serveurs Minitel ou des services comme Atlas 400 sur Transpac.

### LES RÉSEAUX LOCAUX OU RÉSEAUX INTERNES

Ce type de réseaux a pour caractéristique d'opérer sur une même propriété, sans emprunter ni le domaine public, ni une propriété tierce. Cette catégorie est elle-même subdivisée :

- **Les réseaux départementaux**, qui opèrent sur des secteurs bien identifiés de l'entreprise : les réseaux de bureautique, les réseaux de stations de CAO : ces réseaux sont souvent homogènes, faciles à utiliser.

- **Les réseaux locaux industriels**, qui interconnectent des équipements intervenant directement dans le processus de fabrication des produits : automates programmables, systèmes de commande spécialisés (robots, machines-outils, régulateurs), calculateurs de supervision, de gestion de production, de production des programmes des commandes. Ces réseaux sont caractérisés par des capacités de fonctionnement «temps réel» en environnement agressif, et par une haute disponibilité.

- **Les réseaux de gestion technique**, qui intègrent les équipements techniques des bâtiments pour des fonctions telles que surveillance, sécurité, chauffage-climatisation, regroupées sous le vocable immotique, ou domotique pour les petits bâtiments. Ces réseaux sont soit des réseaux locaux industriels, soit des réseaux spécialisés.

- **Les réseaux locaux d'entreprise**, qui accèdent à tous les services ; c'est le seul réseau local de l'entreprise, ou bien c'est le réseau fédérateur, sur lequel les autres réseaux sont connectés par des passerelles.

### LES RESEAUX DE TELEDIFFUSION D'AUDIOVISUEL :

Ces réseaux diffusent du son et/ou des images à un échelon géographique allant de la petite ville jusqu'à la planète entière. Du point de vue technique, ils se distinguent actuellement des autres réseaux par leur nature analogique.

### LES AUTRES RÉSEAUX DE COMMUNICATION

Un certain nombre de réseaux actuellement en cours d'expérimentation, se classent plus ou moins bien dans les catégories précédentes. Je citerai les réseaux d'instrumentation et les réseaux de terrain, qui sont plutôt des réseaux locaux industriels, les réseaux embarqués sur véhicules, assez proches des précédents mais satisfaisant des contraintes spécifiques, les réseaux métropolitains, sortes de RNIS à hautes performances interconnectant les centres d'information des villes, etc...

## IMPORTANCE DU DOMAINE

L'importance des réseaux de communication dans l'environnement économique et social des années 90 est le résultat d'une évolution constante et de plus en plus rapide, bien décrite par Andrew Tanenbaum : «une technologie dominante a marqué chacun des trois derniers siècles. Le XVIIIème siècle a été l'ère des grands systèmes mécaniques propres à la révolution industrielle. Le XIXème siècle a été l'âge de la machine à vapeur. Durant le XXème siècle, la technologie clé a concerné la collecte, le traitement et la distribution de l'information. Nous avons vu, entre autres, la mise en place d'un réseau téléphonique planétaire, l'invention de la radio et de la télévision, la naissance et la croissance sans précédent de l'industrie informatique et le lancement de satellites de communication. Au cours des dernières années de ce siècle, ces domaines convergent et les différences entre collecte, traitement, transport et stockage de l'information s'estompent rapidement».

Cette intégration des fonctions est une caractéristique qui place les réseaux dans une situation stratégique, et qui favorise la croissance du domaine. Si ce point de vue qualitatif peut sembler subjectif à certains, il est en revanche plus difficile de contester les études économiques en terme de parc et marché concernés. Sans vouloir ici rapporter tous les résultats de ces études, ces quelques chiffres permettent de situer l'activité économique.

## LES METIERS ATTACHÉS A CES TECHNIQUES

Les métiers attachés aux moyens de communication requièrent une bonne qualification. Au plus haut niveau, des ingénieurs du corps des Télécommunications, ayant reçu une formation X-Télécom, définissent la stratégie de développement et gèrent les réseaux publics. En France la demande en cadres supérieurs est estimée à 2 500 postes/an. Le flux de diplômés Bac + 5 dans cette spécialité, ingénieurs et universitaires compris, s'élève à 1 500 environ.

Les emplois aux niveaux inférieurs n'ont pas fait, à ma connaissance, l'objet d'étude aussi détaillée. France Télécom (165 000 personnes) dispose de son propre système de formation. Les autres entreprises attendent l'évolution des filières de l'Education Nationale. Certaines sont organisées, comme les installateurs, regroupés dans le SNIT (Syndicat National des Installateurs en Télécommunications), pour faire créer des formations, comme le Baccalauréat professionnel Maintenance-Réseaux - Bureautique - Télématicque. Le SNIT a 312 adhérents représentant 852 établissements employant 18 000 personnes. Le niveau technicien est donc en voie d'être pourvu par des jeunes compé-

tents. Et le niveau technicien supérieur, qui a bien sûr une place importante dans cette chaîne des métiers ? Il est pourvu par des DUT et BTS des spécialités voisines, les entreprises complétant la formation par des stages en interne ou chez des «marchands de stages».

## LES DÉPARTEMENTS GEII DANS CE CONTEXTE

Deux indicateurs montrent que les Départements GEII remplissent déjà un rôle important de formation dans ce domaine :

- les déclarations des responsables du service «Télécommunication» des grandes entreprises (Renault, PSA...) qui affirment que la majorité des techniciens supérieurs de leur service sont des DUT GEII,

que Industrielle de l'option Automatisés et systèmes qui me paraît correspondre en bonne partie à ce qui devrait être enseigné dans la nouvelle formation ;

- nos expériences de formation post-DUT et de formation continue dans le domaine.

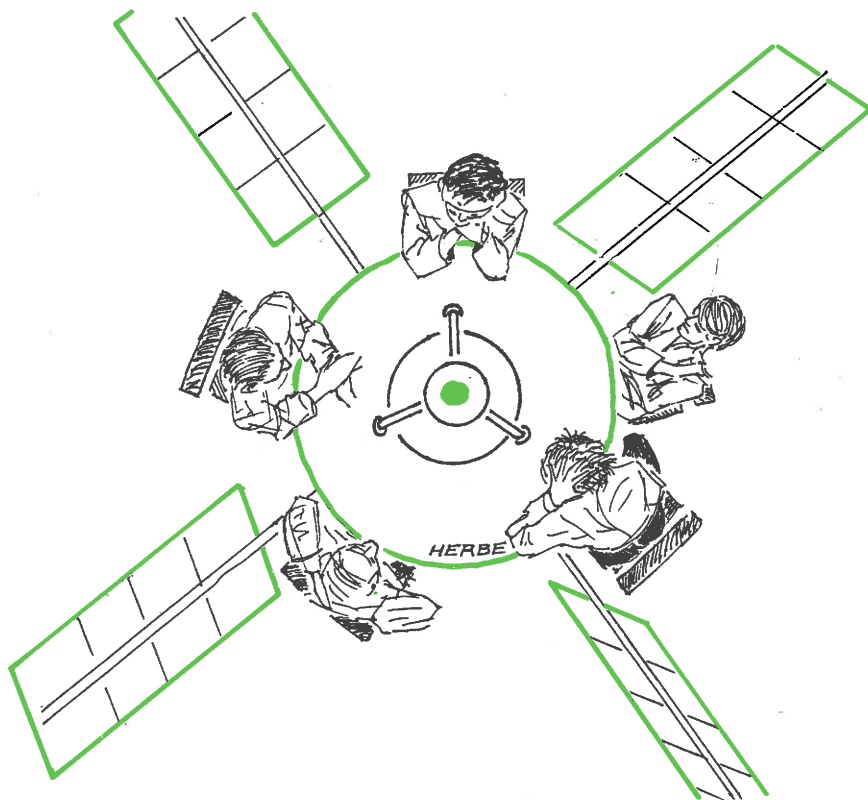
Devons-nous ouvrir une quatrième option dans les Départements GEII ?

Cette option doit-elle avoir pour objectif la formation des techniciens supérieurs destinés à travailler sur tout type de réseau ou uniquement sur les réseaux locaux industriels ?

Quel flux de diplômés le marché de l'emploi est-il prêt à absorber ?

Quel devrait être le programme des enseignements ?

Ces questions sont et vont être débattues toute cette année dans les commissions préparatoires du colloque



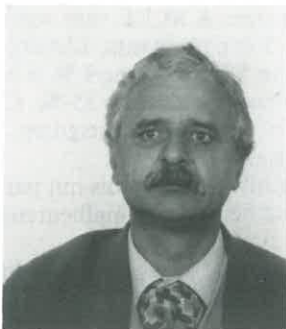
- la répartition par diplôme des admis dans les Maîtrises Sciences et Techniques «Télécommunication», dans laquelle il apparaît que la spécialité GEII arrive en première position parmi les DUT admis.

Ce constat ne doit pas nous conduire à un grand satisfecit. Il montre simplement que la formation de base dispensée dans les Départements GEII est bien adaptée à ce domaine. Mais nous devons aussi réaliser la formation spécialisée correspondante. Si nous ne le faisons pas, d'autres le feront, comme l'indiquent un certain nombre de projets, et ils auront raison. Nous devons utiliser nos atouts :

- notre position actuelle assez favorable ;  
- notre formation de base, en première année, reconnue comme étant aussi la formation de base pour les réseaux ;  
- notre formation en Electronique de l'option du même nom et en Informati-

pedagogique des Départements GEII qui se tiendra à Nancy les 30 et 31 mai 1991. Ce colloque sera l'occasion de faire une sythèse des différents points de vue exprimés par des enseignants et par des industriels. Ces travaux sont essentiels pour que la Commission Pédagogique Nationale GEII et le Ministère puissent décider valablement de la création ou non de la nouvelle option, et pour fixer les programmes d'enseignement. Pour étayer son jugement, la Commission Pédagogique Nationale a d'ores et déjà sonné son accord pour l'ouverture à titre expérimental d'une telle option, à Nancy, à la rentrée 91. Le Département de Marseille est aussi candidat pour mener une telle expérience.

Pour faire le point, pour en savoir plus et pour communiquer simplement, sur ce sujet ou sur un autre, rendez-vous à Nancy les 30, 31 mai et 1er juin 1991.



Christian AMIOT

## Une expérience vécue pour développer les relations industrie-université dans un I.U.T. isolé

par Christian AMIOT  
(IUT GEII de Troyes)

*A la création du département Génie Electrique de l'IUT de Troyes nous nous sommes trouvés confrontés à deux problèmes :*

- 1 - faire connaître notre formation Génie Electrique aux industriels de la région Champagne-Ardenne,*
- 2 - répertorier les différentes filières en vue de trouver des emplois pour nos futurs diplômés.*

**A** cette époque nous avions comme chef de département M. Jean-Pierre Mon qui assurait également la direction de l'IUT, sans jamais avoir été nommé officiellement par le Ministère. De mon côté j'occupais la fonction de chef des travaux nécessaire au début pour coordonner le choix et l'achat de matériel et être interlocuteur principal entre les industriels et le département Génie Electrique.

Rapidement les ingénieurs technico-commerciaux m'ont demandé de créer dans la région une plateforme de transfert technologique annuelle pour leur économiser des démarches et des déplacements très importants dans notre région où il n'y a pas de grande concentration industrielle et peu d'industries et aussi de promouvoir les nouveaux principes technologiques qui allaient révolutionner le monde de l'utilisateur de l'électronique, en particulier, celui de l'informatique industrielle.

J'ai créé les premières journées technologiques du département Génie Electrique en 1977, les 22, 23 et 24 février avec 13 exposants :

**Chauvin Arnoux, Climax, Codirel (Sescosem), Gros (Motorola Fairchild), Hewlett Packard, Honeywell Bull, ITT Metrix, MB Electronique, Morin (RTC, SECM, MTI), Philips régulation, Thomson, Brandt, câbles électroniques, Elcowa-KF, Philips Industrie, RID (General électrique), Schlumberger, Télémécanique.**

Dans les domaines suivants :

- électronique des composants,
- électrotechnique «courants moyens».
- la mesure,
- les capteurs,
- les automatismes.

Cette première expérience s'est avérée une formule originale permettant de créer des liens plus étroits entre le monde industriel et le monde universitaire.

A partir de là je me suis fixé les objectifs suivants en plein accord avec les responsables de l'IUT :

- réaliser une plateforme de transfert technologique pour les industriels régionaux et nos étudiants,
- inviter des industriels dans un établissement public, démarche inhabituelle à cette époque,

- faire connaître le contenu de nos formations (DUT d'électronique),
- connaître les besoins sur le marché de l'emploi pour mieux adapter notre enseignement,
- mettre en valeur nos possibilités de résoudre certains problèmes propres à l'industrie régionale,
- faire intervenir des partenaires institutionnels dans l'organisation des journées tout en conservant la maîtrise de la manifestation,
- reconduire cette manifestation tous les ans à la même période (février).

J'ai retenu comme logo, les «Journées A.M.I.E.» :

- A** comme Automatismes
- M** comme Mécanique
- I** comme Informatique industrielle
- E** comme Electronique.

Cette manifestation s'est déroulée tous les ans depuis sa création en augmentant son potentiel d'accueil pour les exposants et en acquérant une certaine notoriété dans les milieux professionnels.

Prenons l'exemple des Journées A.M.I.E. 1990.

### PRÉPARATION DES JOURNÉES

Les exposants sont contactés par l'IUT dès le mois de septembre pour confirmer leur inscription avant le 15 décembre. Le nombre des places étant compté faute d'espace je suis obligé tous les ans de limiter les demandes. Les frais d'une telle manifestation sont à la charge des participants qui disposent de modules de base de 10 m – environ d'électricité (2 kw) et d'un service de restauration.

Mille cartons d'invitation sont envoyés aux exposants courant janvier, charge à eux de les distribuer parmi leur clientèle, ce qui constitue ma principale publicité.

Pour une information plus large une trentaine de journaux spécialisés sont contactés afin de publier les dates exactes dans leur calendrier de manifestations. Fin janvier j'organise avec le directeur de l'IUT, une conférence de presse pour les journaux locaux et régionaux afin de présenter le déroulement et le contenu des Journées A.M.I.E.

En 1990 un colloque national a été organisé parallèlement avec le CETIM pour partenaire (voir programme en encadré).

**DEROULEMENT DES JOURNÉES**

En 1990, il y avait 118 stands de base que se partageaient les industriels et les différentes formations de l'IUT, en particulier les 3èmes années des différents départements. Ces derniers étaient tenus par des professeurs et surtout des étudiants qui trouvèrent là une occasion de rencontrer des industriels en vue de stages, d'emplois...

L'entrée est gratuite et sur invitation. Des étudiants du secteur tertiaire assurent l'accueil des visiteurs et récupèrent le talon du carton d'invitation dûment rempli. Celui-ci est confié à une autre équipe, des étudiants du DUIAGE (Diplôme Universitaire d'Informatique Appliquée à la Gestion des Entreprises) qui réalisent la saisie des informations sur ordinateur et permet la constitution d'un fichier de tous les visiteurs environ 2 000 cette année, ce qui représente 900 entreprises.

Ce fichier est traité et distribué aux exposants à la fin des journées, document très apprécié et utile à leur service commercial. Il est également utilisé au niveau de l'IUT pour les stages, la taxe d'apprentissage.

L'inauguration officielle a lieu le premier jour en présence des autorités consulaires, territoriales et universitaires.

La participation du personnel ATOS de l'IUT est indispensable au bon déroulement des journées. Les problèmes d'intendance sont multiples, la disposition des locaux n'étant pas prévue pour accueillir une telle manifestation. Je voudrais ici les remercier de leur dévouement.

La presse spécialisée et les médias couvrent volontiers l'événement. D'autre part chaque visiteur reçoit un document sur le contenu des journées et des activités pédagogiques de l'IUT (voir encadré ci-contre).

**SUIVI DES JOURNÉES**

En 1990 les journées A.M.I.E. ont réalisé 2 123 entrées, personnes venant de 5 départements. L'Aube 55 %, la Marne 30 %, la Haute-Marne 5 %, l'Yonne 9 % et la Côte d'Or 1 %.

Portrait du visiteur : techniciens 55 %. Chefs d'entreprise 24 %. Cadres supérieurs 9 %. Enseignants et étudiants de l'extérieur 8 %. Artisans 4 %.

Les nombreuses offres d'emplois qui parviennent à l'IUT dans les mois suivants ne peuvent malheureusement être satisfaites.

Ces journées contribuent largement à diffuser une image de marque de l'IUT très positive.

**LE COLLOQUE NATIONAL**

Il a été suivi par 223 personnes venant de la France entière mais l'impact de cette manifestation est difficile à évaluer (c'est une première expérience).

**CONCLUSION**

Il est manifeste que les journées A.M.I.E. ont contribué à faire connaître l'IUT de Troyes sur le plan national. C'est une façon de promouvoir l'étudiant sur le marché de l'emploi en lui donnant une possibilité de valoriser le contenu de sa formation.

Les autorités universitaires ont compris l'importance de cette démarche inhabituelle et m'ont toujours apporté leur soutien.

Si le DUT n'est plus un diplôme à finalité professionnelle, les étudiants poursuivant leurs études, les journées A.M.I.E. seront peut être obligées de s'orienter vers d'autres objectifs.



*Les journées technologiques de GEII Troyes : une initiative originale pour rencontrer des industriels.*

# Programme

Accueil des participants, de 8 h 30 à 9 heures

Ouverture et présentation de la journée

## Matin STRATÉGIE

- Introduction
    - situation actuelle de la maintenance
    - normes
    - évolution*M. Kloeckner (vice-président de l'AFIM).*
  - Structure et fonctionnement d'un service maintenance moderne
    - organigramme
    - relation avec les autres services*M. Hatier (Péchiney).*
  - Objectif et stratégie de la maintenance conditionnelle
    - surveiller, pourquoi?
    - quoi?
    - comment?
    - analyse économique*M. Porte (CEN, Saclay).*
  - Mise en place de la surveillance des machines
    - choix des moyens
    - définition des seuils, des cadences
    - comment traiter l'information
    - exemple des pompes*M. Lecoufle (CETIM, Senlis).*
- 12 heures - 14 heures : Repas.

## Après-midi MÉTHODE ET OUTILS

- 1<sup>re</sup> session**
- Outils pour la maintenance conditionnelle**
- Surveillance des machines par les vibrations  
*M. Brzezinski (CETIM, Senlis).*
  - Surveillance par l'analyse d'huile  
*M. Ganier (CETIM, Saint-Étienne).*
  - Surveillance par la thermographie  
*M. Brémond (Agema).*
  - Outils spécifiques aux moteurs électriques  
*M. Dabbene (LKR).*
  - Acquisition des données lors de la surveillance continue des machines (« Boîte noire »)  
*M. Flambarde (CETIM, Senlis).*
- 2<sup>e</sup> session**
- Apport de l'informatique**
- Un logiciel dédié aux PME : le logiciel Basile  
*M. Ourion (Esstin/Comaint).*
  - Fiabilité - disponibilité des machines - analyse des défaillances  
*M. Perrot (CETIM, Senlis).*
  - Les systèmes experts (SE) pour la maintenance  
*M. Zanelli (ISE-CEGOS).*
  - Exemple de SE pour la surveillance et diagnostic de machines  
*M. Rieusset (MVI Technicatome).*
  - Système expert pour la maintenance des moteurs électriques (« ARME »)  
*M. Engelhardt (LKR).*

Fin de la journée vers 17 h 30

Les organisateurs se réservent la possibilité de modifier le présent programme en cas de nécessité.

## Des formations originales à Troyes...

### IUTL

Au début de l'année universitaire 1978-1979, 125 auditeurs prenaient le départ d'un enseignement à la carte, sans contrainte de niveau d'accès, sans contrôle des connaissances acquises, pour le seul plaisir de l'apprentissage de la nouveauté.

11 ans après ce sont 651 auditeurs qui se répartissent parmi les 27 disciplines qui leurs sont offertes : langues vivantes, littérature, informatique, art, histoire, musicologie, métaphysique, yoga, diététique, club d'investissement, astronomie, justice, etc.

Quel que soit leur niveau universitaire les auditeurs trouvent à l'IUTL les éléments d'une culture qu'ils recherchent avec l'exigence d'une qualité d'enseignement que les professeurs leur dispensent avec enthousiasme.

Un secrétariat attentif et dévoué coordonne les activités de l'IUTL, tandis que l'amicale des auditeurs sous l'autorité bienveillante de sa présidente assure avec bonheur les voyages intégrés aux cours, les liaisons avec la direction de l'établissement, la cohésion et l'animation de l'ensemble des auditeurs.

Sans cesse en éveil, toujours à la recherche de renouveau, l'IUTL montre sa volonté de mouvement d'innovation, sa soif de savoir.

... Dix ans... En fait l'IUTL montre sa jeunesse...

### DUTEN

**Le Diplôme d'Université Techniques de l'Électronique Numérique** propose un entraînement intensif à la mise en oeuvre de solutions numériques aux problèmes d'électronique et d'automatique. L'accent y est résolument placé sur l'aspect pratique (projet et stage industriels), face à une partie théorique volontairement réduite aux quelques compléments nécessaires à un auditeur possédant déjà un bon niveau en électronique générale.

**PUBLIC CONCERNÉ :** les étudiants au titre de la formation initiale doivent être titulaires d'un diplôme à bac + 2 (DUT, GEII, BTS Electronique...) Les auditeurs au titre de la formation continue sont admis sans condition de diplôme. Pour faciliter l'accès d'auditeurs de la formation continue, le programme est décomposé en modules, de 30 heures chacun : mathématiques appliquées, compléments d'informatique, traitement numérique du signal, communications et télécommunications numériques et contrôle numérique de processus industriels.

Un projet industriel de 330 heures, suivi d'un stage en entreprise de 16 semaines, complètent le cycle de formation.

# ERASMUS A L'IUT «A» DE LILLE

Depuis trois ans le département GEII (Génie Electrique et Informatique Industriel) de l'IUT A de Lille a mis sur pied un programme d'échanges avec le Polytechnic de Leeds dans le cadre des accords ERASMUS. Ce qui était au départ expérience paraît devenir partie intégrante du cursus des étudiants et il semble maintenant possible de faire le point sur la question. Tout d'abord, il faut retracer la mise en route du programme en tenant compte des conditions générales de l'enseignement à l'IUT et au Polytechnic, puis voir le déroulement des échanges et les problèmes qu'ils posent afin de faire un bilan provisoire et d'envisager les perspectives.

## CONDITIONS GÉNÉRALES ET BREF HISTORIQUE

Comme bien souvent le point de départ des échanges est dû au hasard d'une rencontre entre professeurs et comme il se trouvait que l'Académie de Lille avait une association appelée «Lille-Yorkshire» organisant des échanges linguistiques pour les élèves de l'enseignement secondaire, il nous a semblé qu'il fallait profiter de cette expérience pour lancer une collaboration entre l'IUT A de Lille et le Polytechnic de Leeds. Le projet a été officialisé en faisant l'accord sur le plan de l'Université de Lille Flandre-Artois (qui comprend également l'IUT de Béthune).

Les premières réunions effectuées pour la mise au point des échanges ont fait tout d'abord ressortir les différences entre le système britannique des Polytechnics et les IUT. En effet, le Polytechnic de Leeds est un très gros établissement (plus de 10 000 étudiants dont une moitié en formation continue) et fonctionne plus comme une université technologique. Nous étions intéressés par le Département «Computer Studies and Information Technology» (Division of Informatics) et par le Département «Electrical and Electronic Engineering» puisque notre département GEII comporte une option électronique et une option automatismes et systèmes. Il fallait donc traiter avec deux départements différents non seulement sur le plan «programmes» mais également sur le plan géographique (l'un se trouve à l'extérieur de Leeds, à Beckett Park) et sur le plan organisationnel, ce qui multipliait les interlocuteurs.

De plus le Département «Computer Studies and Information Technology» couvrait également l'informatique de gestion, il nous a fallu nous asso-

cier à nos collègues du département informatique, ce qui complique parfois encore la coordination.

Enfin le cursus des étudiants britanniques se fait en 3 ans, la 2ème année étant consacrée au stage industriel, leur enseignement fonctionne surtout en modules et les étudiants ont des examens en fin de 3ème année...

La première année, en 1988/1989, il a été décidé de n'envoyer qu'un nombre limité d'étudiants (12) se répartissant ainsi : 7 étudiants de GEII allant en EEE (3) et en IT (4), 5 étudiants du département Informatique complétant le groupe et allant en C.S.

En 1989/1990 le nombre d'étudiants a été porté à 19. 11 étudiants de GEII allant en EEE (4) et en IT (7), 8 étudiants du département Informatique en C.S.

En 1990/1991 il a été prévu d'envoyer 21 étudiants dont 13 de GEII.

Nous avons reçu en 1988/1989 12 étudiants britanniques (7 en GEII, 5 en Informatique) et en 1989/1990 12 également (5 en GEII, 7 en Informatique). Nous pensons que le nombre sera similaire cette année car les promotions des départements anglais concernés ont des effectifs nettement inférieurs à nos promotions, une cinquantaine d'étudiants contre 120 en GEII et une centaine pour Informatique. C'est la raison pour laquelle il est difficile à nos collègues britanniques de recevoir plus d'une vingtaine d'étudiants français.

Nous avons dû, naturellement, surtout la première année, effectuer plusieurs visites de travail et recevoir les collègues britanniques afin de mettre au point les modalités pratiques, les questions pédagogiques, tant pour les étudiants français en Grande-Bretagne que pour les Britanniques venant en France. Nous sommes parvenus à un schéma de séjour à peu près satisfaisant.

## DEROULEMENT DES ECHANGES

La durée minimale de l'échange est de trois mois et la période qui a paru la plus adaptée, compte tenu des impératifs pédagogiques, va de fin mars à fin juin. Nous envoyons des étudiants de 2ème année et à ce moment les autres étudiants se trouvent en stage industriel. La quasi totalité du programme a été vue et le travail essentiel de nos étudiants au Polytechnic de Leeds est un projet où ils peuvent mettre en oeuvre les connaissances acquises. Il leur est également possible de suivre les cours de modules optionnels se déroulant pendant cette période. C'est ainsi qu'en 1989, 4 étudiants ont obtenu un module de «gestion en électronique» et en 1990 plusieurs ont eu un module d'informatique. Le projet est supervisé, corrigé et noté, après une soutenance, par les professeurs britanniques et la note attribuée tient lieu de note de stage pour l'attribution du DUT. Les étudiants envoient également un exemplaire de leur rapport à Lille, pour information.

Les étudiants britanniques que nous recevons sont en 3ème année du Polytechnic et certains passent d'ailleurs quelques épreuves de leur examen final lors de leur séjour à Lille (les sujets nous sont envoyés) ils effectuent également un projet, en général «binômé» avec un étudiant français, de façon à faciliter l'adaptation sur le plan langue et sur le plan travail et vie courante. Le travail sur le projet se déroule soit dans le département soit dans un laboratoire de l'Université, quelquefois en liaison avec une entreprise. Les étudiants soutiennent leur rapport de stage et les notes sont envoyées en Grande-Bretagne pour l'attribution du HND (Higher National Diploma).

La première année nous avons invité un collègue britannique à notre jury et à la remise officielle des diplô-



mes (c'était justement la 20ème promotion de GEII) et deux collègues ont assisté à Leeds, aux jurys britanniques. Les étudiants britanniques et français reçoivent une attestation des établissements d'échange, précisant la période d'études effectuées à l'étranger ainsi que la formation suivie.

## PROBLEMES MATERIELS

### HEBERGEMENT :

Les étudiants de Leeds sont hébergés en résidence universitaire. Ceci ne pose aucun problème au CROUS en cette période de l'année universitaire où un certain nombre d'étudiants français (IUT, Ecole d'ingénieurs) partent en stage, libérant ainsi des chambres. Par contre, les étudiants étrangers, que d'autres départements de l'IUT accueillent en début d'année doivent être hébergés chez des particuliers, le CROUS refusant de les loger par manque de place.

Par ailleurs, les étudiants britanniques peuvent accéder aux restaurants universitaires, grâce à la carte d'étudiant qui leur est délivrée à leur arrivée.

A Leeds, nos étudiants bénéficient des mêmes facilités de restauration et de logement. Par contre les loyers sont nettement plus élevés qu'en France : environ 50£ par semaine (petit déjeuner et 10 repas inclus), soit environ 2 200 F par mois.

### AIDES FINANCIERES

Chaque étudiant français a reçu lors de l'échange 1989/1990 :

- une aide ERASMUS versée avant leur départ grâce à une avance de l'université 2 100 F
- un complément du MEN, versé en juin 90 1 100 F
- un complément ERASMUS versé en juin à partir des reliquats du CROUS 1 500 F
- une bourse du Conseil Général du Nord ou du Pas de Calais, versée en 2 fois 2 200 F

soit un total de 6 700 F

Il est à noter que les étudiants boursiers ont obtenu, en outre une bourse de voyage du Rectorat de l'ordre de 1 400 F.

Ainsi l'ensemble de ces aides financières permet de couvrir globalement les dépenses liées au séjour. Il est toutefois à craindre que d'ici deux ans la Commission ERASMUS ne soit amenée à réduire sensiblement le montant de ces aides, voire à les supprimer.

## PROBLEMES PEDAGOGIQUES

Le programme fonctionne de manière satisfaisante dans l'ensemble. Les projets rencontrent l'adhésion des étudiants, même s'il s'avère nécessaire de procéder à des aménagements tant sur le plan du contenu (meilleure définition des sujets, par exemple) que sur celui du niveau.

Le problème majeur auquel nous nous heurtons est celui du *niveau linguistique insuffisant* des étudiants britanniques à leur arrivée. Il est donc impossible de leur proposer des cours, travaux dirigés, etc. Par ailleurs, cela pose de nombreux problèmes de communication, non pas avec les enseignants de l'IUT qui en général se «débrouillent», mais avec les autres personnels (notamment dans les résidences). En conséquence, dès cette année, un stage intensif de français pour étrangers (40 heures) sera mis en place au début du séjour pour pallier ces insuffisances. De leur côté, les étudiants français n'ont pas semble-t-il rencontré les mêmes problèmes. Ainsi, leur niveau de départ leur a permis de faire des progrès significatifs tant sur le plan de la compréhension que de l'expression.

## BILAN ET PERSPECTIVES

### RELATIONS AVEC LE LEEDS POLYTECHNIC

L'expérience acquise au cours des dernières années a permis d'aboutir à une meilleure organisation des échanges. Les étudiants sont unanimes à reconnaître l'intérêt d'un tel séjour pour leur formation. Les contacts noués entre les enseignants des deux institutions ont abouti à des échanges fructueux sur le plan pédagogique. Il a donc été prévu de renforcer et de diversifier la coopération, même si aucune mobilité d'enseignants n'a pu encore être mise sur pied.

### RELATIONS AVEC D'AUTRES UNIVERSITÉS EUROPÉENNES

Le département GEII, et celui d'informatique envisagent d'étendre leur coopération à d'autres établissements. Dès cette année, l'IUT accueillera deux étudiants de l'Instituto Politecnico de Porto pour une durée de 4 mois, et y enverra 3 étudiants au dernier trimestre. Par la suite, ces deux programmes interuniversitaires (PIC) pourront fusionner en un seul, auquel un quatrième partenaire, un TEI grec,

viendrait s'adjoindre. Ceci s'inscrit dans la politique générale de l'IUT qui, actuellement, dénombre 10 partenaires dans divers pays de la CEE : Espagne, Grèce, Belgique, Portugal, et bien sûr le Royaume Uni.

### DURÉE DES ECHANGES

Il est prévu d'étendre la durée des échanges, jusqu'ici limitée à 3 mois, à un semestre, académique. En effet, étudiants et enseignants s'accordent à penser que le séjour doit être allongé afin qu'il porte vraiment ses fruits (langue, culture, intégration...). Par ailleurs, la Commission ERASMUS privilégié de plus en plus les projets portant sur au moins 6 mois.

Pour une formation courte comme celle de l'IUT, l'allongement du séjour à l'étranger soulève des difficultés particulières, notamment au niveau de l'organisation des études. Une réflexion est menée depuis un an au département GEII sur une organisation en modules, assortie d'un découpage du cursus en semestre. Cela faciliterait grandement l'organisation des échanges et pourrait aboutir à un cursus intégré.

### AUTRES PROGRAMMES

Pour répondre à la demande croissante des étudiants, l'IUT met en place d'autres possibilités d'échanges, particulièrement dans le domaine des stages en entreprises (programme COMETT).

### LES MOYENS :

L'Université des Sciences et techniques de Lille Flandre-Artois a créé un groupe de réflexion (auquel participent les IUT) chargé d'élaborer des propositions sur la politique à suivre dans le domaine des échanges européens. Ce groupe a déjà mis sur pied des cours communs en langue : néerlandais, espagnol, portugais, italien. La mise en commun des moyens s'avère nécessaire également dans le domaine de l'hébergement des étudiants étrangers : le principe d'une «maison de l'Europe» semble désormais acquis, mais aucune échéance n'est fixée.

La mise en place de tels programmes représente un investissement humain considérable, ainsi qu'une charge financière importante pour les structures universitaires. Néanmoins, enseignants et étudiants doivent en saisir toutes les opportunités, car les expériences sont passionnantes et l'enjeu celui de la formation de demain.

B. DELAHOUSSE et F. WALLET

# APPORT DE L'INFORMATIQUE ET TECHNIQUES D'IDENTIFICATION POUR L'ETUDE DE LA MACHINE ASYNCHRONE

Par Patrick Lagonotte et Dominique Jacob

(I.U.T. de Poitiers)

L'apparition dans notre environnement quotidien de moyens informatiques de plus en plus performants remet souvent en cause nos méthodes et nos habitudes de travail. L'utilisation de techniques à la fois plus modernes et plus performantes était restée jusqu'à ces derniers temps inaccessible faute de moyens de calculs performants. Aussi l'enseignement de l'électrotechnique n'échappe pas au phénomène pour traiter des thèmes aussi classiques que la machine à induction triphasée.

Déjà, dans l'avant-propos du fascicule consacré aux machines asynchrones édité en 1965 J. Pichoir soulignait l'intérêt de l'informatique naissante : «L'utilisation, dans l'industrie, des machines à calculer, modifie rapidement l'art de l'ingénieur. Dès qu'ils ont été programmés, les calculs les plus compliqués sont exécutés en quelques secondes. Un cours d'enseignement technique ne peut rester insensible à une telle évolution ; c'est pourquoi les circuits équivalents, qui se prêtent aisément à une représentation analogique ou au calcul numérique, ont été systématiquement utilisés dans l'étude des machines électriques... En raison de leur intérêt didactique et des usages établis, les méthodes graphiques ont cependant été conservées.

## PRESENTATION

La prédétermination des performances d'une machine asynchrone triphasée est habituellement basée sur la connaissance du schéma électrique équivalent. Classiquement, les éléments de ce schéma équivalent sont obtenus à partir d'essais particuliers (essais à vide, essais en court-circuit, essais en charge).

Nous proposons d'effectuer une estimation des éléments du schéma équivalent, à partir de relevés en marche normale, par minimisation d'un critère quadratique. Ce critère quadratique résulte de la comparaison entre les puissances (active et réactive) mesurées en fonction du glissement, et un modèle électrique du moteur. Après avoir établi un modèle analytique qui donne une estimation de  $P(g)$  et  $Q(g)$  en fonction du glissement  $g$  et des différents paramètres ( $R_0$ ,  $X_0$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $X_2$ ), on

minimise l'écart quadratique entre l'estimation par le modèle de  $P(g)$  et  $Q(g)$  et les mesures de  $P^*(g^*)$  et  $Q^*(g^*)$ . Cette minimisation est effectuée par une technique de programmation non linéaire de type Newton (méthode du modèle).

Ainsi en utilisant les moyens informatiques actuels, nous pourrions déterminer directement les caractéristiques d'une machine à l'aide de points réels de fonctionnement, ce qui paraît une démarche plus réaliste et plus concrète que la méthode classique.

## LES EQUATIONS DE LA MACHINE ASYNCHRONE

### MISE EN EQUATION

La machine asynchrone sera étudiée de l'extérieur comme système comportant des grandeurs d'entrée et de sortie. Nous imposons  $V$ ,  $g$ , et  $\omega$ , et nous observons  $P$  et  $Q$ .

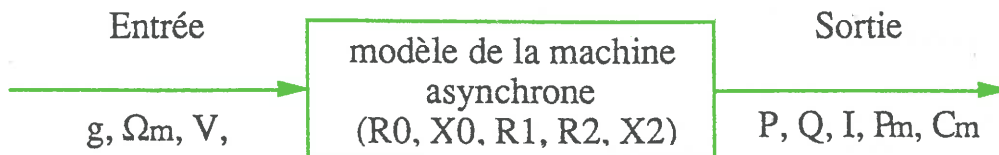


Figure 1 : Système physique de la machine à induction.

### NOTATIONS :

- $P$  la puissance électrique active
- $Q$  la puissance électrique réactive
- $I$  le courant par phase
- $U$  la tension entre phases ou tension composée
- $V$  la tension phase-neutre ou tension simple
- $g$  le glissement du rotor par rapport au champ magnétique du stator.

Notre but est d'estimer les paramètres du système relatifs à un modèle. Parmi les nombreux schémas équivalents nous avons retenu celui ci-dessous. Les raisons de ce choix sont surtout liées au nombre peu élevé de paramètres à estimer (cinq au total) tout en ayant un modèle suffisamment représentatif du fonctionnement en régime permanent de la machine.

**MODÈLE ÉQUIVALENT  
PAR PHASE**

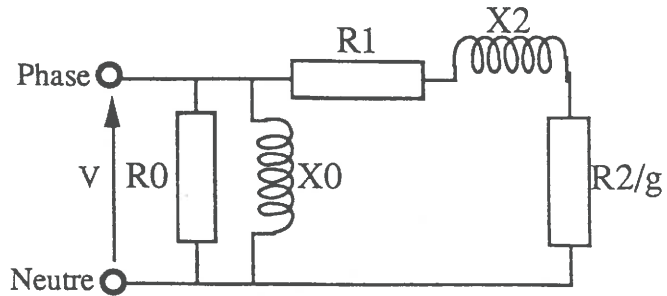


Figure 2 : Schéma équivalent de la machine asynchrone.

A partir de ce modèle, il est possible de donner des relations entre les grandeurs d'entrée de sortie et les paramètres du modèle.

$$P(g) = \frac{3 \cdot V^2}{R_0} + \frac{3 \cdot V^2 \cdot (g^2 \cdot R_1 + g \cdot R_2)}{g^2 \cdot X_2^2 + (g \cdot R_1 + R_2)^2}$$

$$Q(g) = \frac{3 \cdot V^2}{X_0} + \frac{3 \cdot V^2 \cdot g^2 \cdot X_2}{g^2 \cdot X_2^2 + (g \cdot R_1 + R_2)^2}$$

Dans la suite nous noterons :

$P^*(g)$  la puissance active mesurée

$Q^*(g)$  la puissance réactive mesurée

$P(g)$  la puissance active estimée en fonction de  $R_0$ ,  $X_0$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ , et  $X_2$

$Q(g)$  la puissance réactive estimée en fonction de  $R_0$ ,  $X_0$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ , et  $X_2$ ,

Vecteur paramètre :  $\theta = [R_0, X_0, R_1, R_2, X_2]^T$

**IDENTIFICATION DES PARAMÈTRES A PARTIR D'ESSAIS PARTICULIERS**

**LA METHODE CLASSIQUE**

La détermination des cinq paramètres du modèle est obtenue à l'aide de deux essais particuliers :

- l'essai à vide pour ( $g=0$ ) permet de déterminer à partir de  $P(0)$  et  $Q(0)$ ,  $R_0$ , et  $X_0$ ,

- l'essai en court-circuit à rotor bloqué ( $g=1$ ) permet de déterminer la somme ( $R_1 + R_2$ ) et  $X_2$  à partir de  $P(1)$  et  $Q(1)$  en négligeant  $R_0$  et  $X_0$

- la mesure de la résistance rotorique permet de différencier de la somme ( $R_1 + R_2$ ) chacun des deux paramètres.

**EXEMPLE**

Pour mettre en oeuvre les méthodes présentées précédemment nous avons choisi d'étudier une machine à rotor à cage. Il s'agit d'un modèle C.E.M. HEUB 112 M4 6ch - 4,5 KW - 50 Hz - 1500 tr/mn, faisant partie du parc des machines du département GE II de l'IUT de Poitiers, et que nous avons à notre disposition. Les investigations menées sur cette machine nous permettent d'obtenir les résultats suivants :

**ESSAI A VIDE :**

$U_{alim} = 232,0 \text{ V}$	$P_0 = 237,5 \text{ W}$	$R_0 = 226 \ \Omega$
	$Q_0 = 3360 \text{ VAR}$	$X_0 = 16 \ \Omega$

**ESSAI A ROTOR BLOUÉ :**

$U_{alim} = 70,5 \text{ V}$	$V_{alim} = 40,7 \text{ V}$	$P_{R0} = 22 \text{ W}$
$I_{alim} = 18,5 \text{ A}$	$S = 2270 \text{ VA}$	$Q_{X0} = 310 \text{ VAR}$
$P_1 = 1387 \text{ W}$	$P_1 - P_{R0} = 1365 \text{ W}$	$R_1 + R_2 = 1,66 \ \Omega$
$Q_1 = 1797 \text{ VAR}$	$Q_1 - Q_{X0} = 1487 \text{ VAR}$	$X_2 = 1,8 \ \Omega$

**MESURE EN CONTINU DE R1 :**

$R_1 = 0,46 \ \Omega$  , Nous en déduisons  $R_2 = 1,2 \ \Omega$

Ce qui nous permet d'obtenir le schéma équivalent suivant :

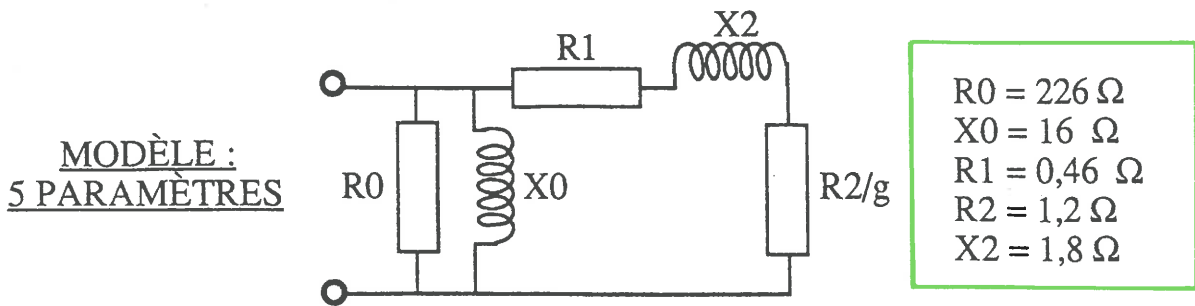


Figure 3 : Valeur des paramètres du schéma équivalent déterminé à l'aide d'essais classiques.

Ces résultats permettent de fixer des ordres de grandeur sur les différents paramètres. Nous les comparerons au paragraphe V avec ceux obtenus par l'autre méthode.

### CRITIQUE DE LA METHODE

Une telle méthode présente quelques inconvénients. Dans le premier essai la machine est magnétiquement saturée alors que dans le second la machine alimentée sous tension réduite le circuit magnétique n'est traversé que par une faible induction. De plus pour les rotors à «cages» les encoches sont plus ou moins profondes et présentent une résistance différente entre la fréquence d'alimentation du secteur et la fréquence de glissement en fonctionnement. Les constructeurs jouent à la fois sur la réactance de fuite rotorique, et sur la variation de résistance apparente due à la présence de courants de Foucault dans les conducteurs. Les paramètres  $R_1$ ,  $R_2$ , et  $X_2$  ne sont donc pas déterminés dans les conditions de fonctionnement de la machine.

### IDENTIFICATION DES PARAMETRES A PARTIR DE LA METHODE DU MODELE

#### CRITERE QUADRATIQUE

Déterminer un modèle représentatif de la machine revient à déterminer les valeurs des cinq paramètres  $R_0$ ,  $X_0$ ,  $R_1$ ,  $R_2$  et  $X_2$ . Le modèle sera d'autant plus juste qu'il y aura coïncidence entre les valeurs des grandeurs physiques mesurées et les valeurs des grandeurs physiques estimées à l'aide du modèle. Pour cela il est nécessaire de minimiser à la fois les erreurs commises sur P et sur Q ; nous utiliserons le critère quadratique suivant :

$$J = \sum_1^k \left( (P^*(g_k) - \hat{P}(g_k))^2 + (Q^*(g_k) - \hat{Q}(g_k))^2 \right)$$

#### MINIMISATION DU CRITÈRE PAR LA MÉTHODE DU MODÈLE

La figure ci-dessous résume schématiquement la méthode utilisée pour minimiser le critère J (1), (2)

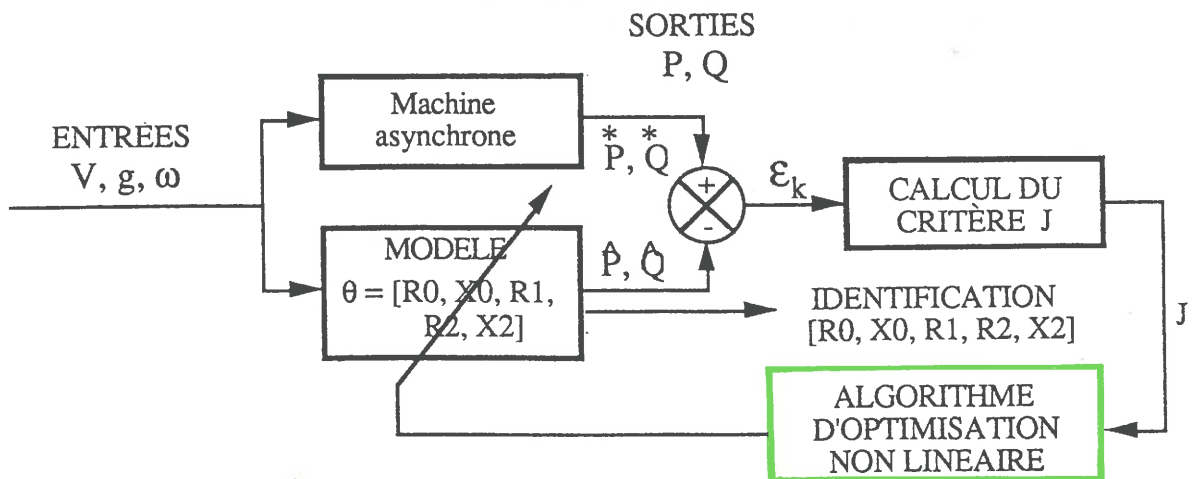
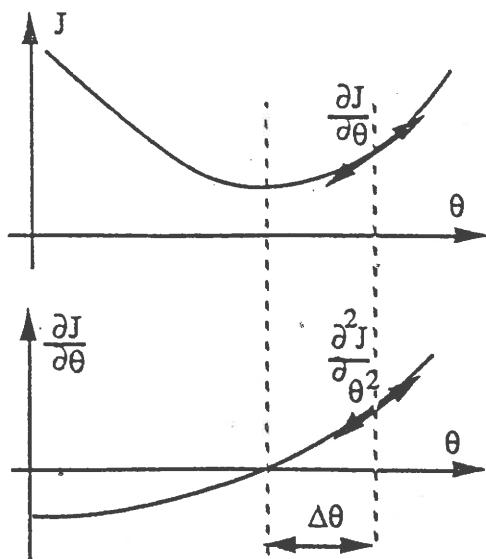


Figure 4 : Synoptique de la méthode du modèle appliquée à la machine à induction

L'algorithme de minimisation est du type Newton. La détermination du minimum fait intervenir les dérivées premières et secondes du critère par rapport aux paramètres.



En monovariante, l'algorithme de Newton s'exprime sous forme itérative par la formule :

$$\theta_{n+1} = \theta_n - \Delta\theta$$

Où l'écart  $\Delta\theta$  répond à l'équation suivante :

$$\frac{\partial^2 J}{\partial \theta^2} \cdot \Delta\theta = -\frac{\partial J}{\partial \theta}$$

Dans le cas multivariante les formules sont identiques, mais les termes de l'équation récurrente sont alors des matrices :  $\theta = [R_0, X_0, R_1, R_2, X_2]^T$

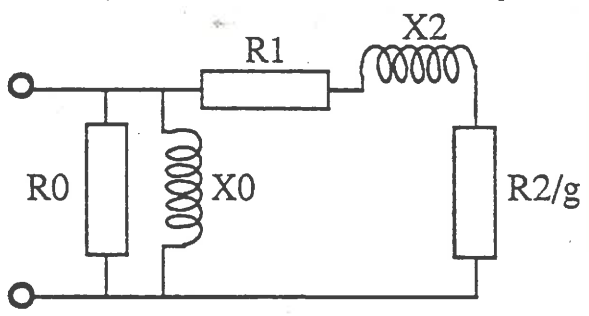
$\frac{\partial J}{\partial \theta}$  = le vecteur gradient  $\frac{\partial^2 J}{\partial \theta^2}$  = la matrice hessienne

La résolution de l'équation :  $\frac{\partial^2 J}{\partial \theta^2} \cdot \Delta\theta = -\frac{\partial J}{\partial \theta}$  où  $\Delta\theta$  est l'inconnue, peut se faire par la méthode des pivots de Gauss. Mais pratiquement, nous avons préféré utiliser une méthode de factorisation matricielle du type Cholesky, que nous jugeons plus performante.

**EXEMPLE**

Cette technique a été appliquée à la même machine qu'au paragraphe III. A partir de 24 points de mesures pour des vitesses comprises entre 1498 tr(mn et 1357 tr/mn, nous avons estimé les différents paramètres, et obtenu les résultats suivants :

MODÈLE :  
5 PARAMÈTRES



- R0 = 200,4 Ω
- X0 = 14,64 Ω
- R1 = 2,054 Ω
- R2 = 0,397 Ω
- X2 = 1,140 Ω

Figure 5 : Paramètres du schéma équivalent déterminé à l'aide de la méthode du modèle.

Les courbes ci-dessous permettent d'apprécier la très bonne concordance obtenue par optimisation des paramètres entre les mesures effectuées et le modèle identifié.

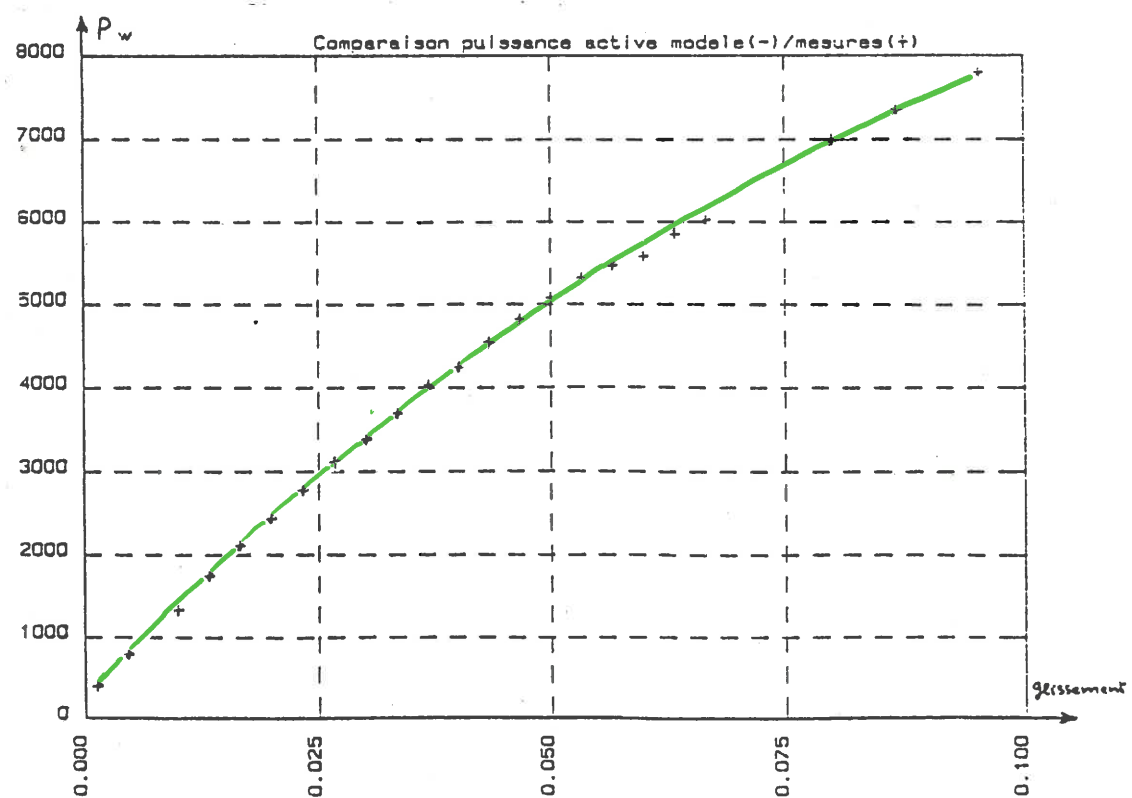


Figure 6 : Comparaison des puissances actives entre les mesures et le modèle.

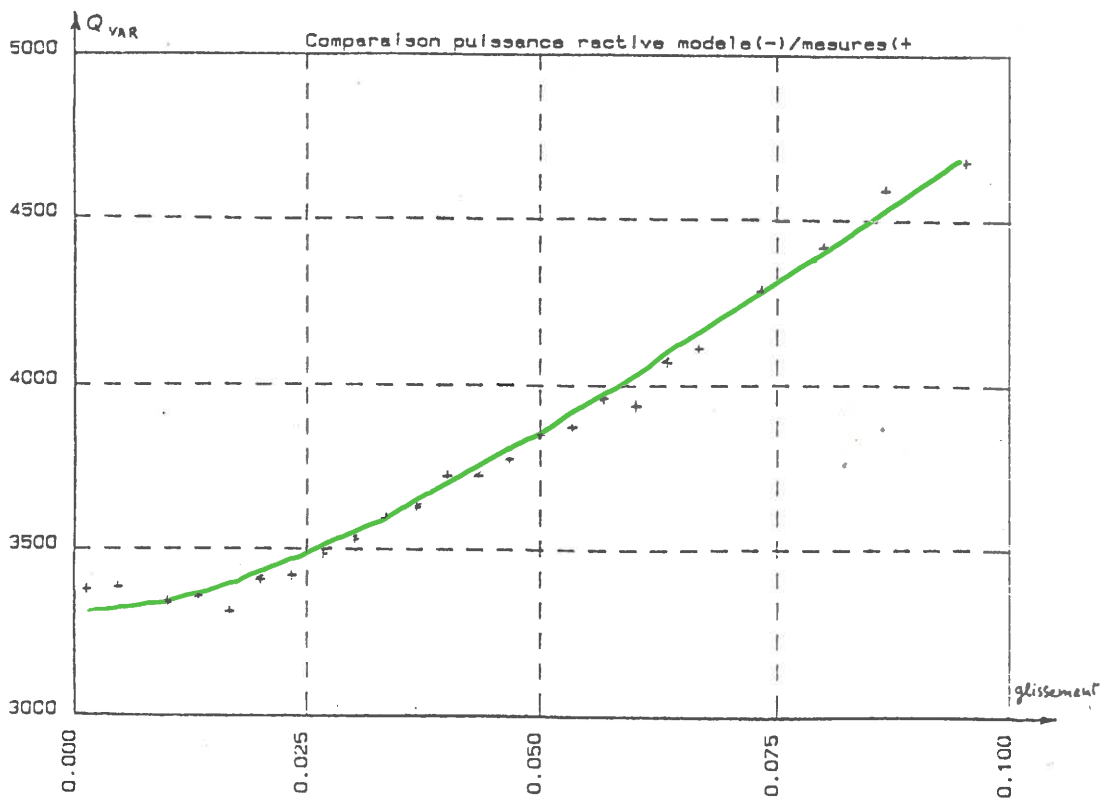


Figure 7 : Comparaison des puissances réactives entre les mesures et le modèle.

#### COMPARAISON DES RESULTATS OBTENUS

Il nous faut noter la différence fondamentale entre ces deux approches. La première cherche à identifier les valeurs des différents éléments physiques, qui sont assemblés en un réseau équivalent en tenant compte de la structure de la machine. La seconde cherche à optimiser globalement un modèle mathématique dont les éléments pris individuellement n'ont pas de sens physique, mais dont l'ensemble reflète parfaitement le comportement physique.

La comparaison des résultats est résumée dans le tableau ci-contre :

	ESSAIS CLASSIQUES	METHODE DU MODELE
R0	226 Ω	200,4 Ω
X0	16 Ω	14,64 Ω
R1	0,46 Ω	2,054 Ω
R2	1,2 Ω	0,397 Ω
X2	1,8 Ω	1,140 Ω

Si les ordres de grandeur sont conservés pour  $R_0$  et  $X_0$ , il apparaît une très nette disparité des résultats pour  $R_1$ ,  $R_2$  et  $X_2$ . La figure suivante correspond au diagramme du cercle dont les axes sont la puissance réactive en abscisses, et la puissance active en ordonnées. Les croix correspondent aux points de mesures, et les courbes aux modèles identifiés par les essais classiques et par la méthode du modèle.

#### BIBLIOGRAPHIE

J. Richalet, A. Rault et R. Pouliquen «Identification des processus par la méthode du modèle», Gordon and Breach, 1971.

J.C. Trigeassou «Recherche de modèles expérimentaux assisté par ordinateur», TEC et DOC Lavoisier 1988.

J.Pichoir «Cours d'électrotechnique, T3 machines électriques, fasc 2 machines d'induction», Masson, Paris 1965.

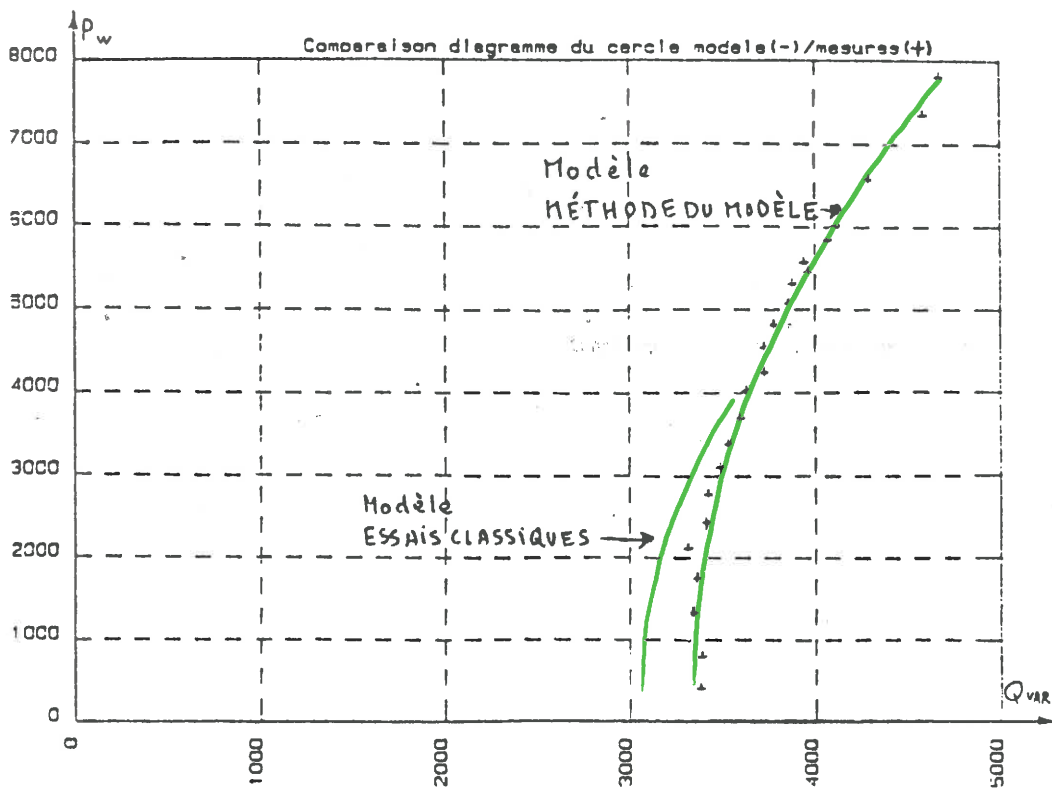


Figure 8 : Comparaison des diagrammes du cercle.

Les résultats obtenus permettent de nous rendre compte que les valeurs des paramètres obtenus dépendent du schéma équivalent utilisé. Ce fait a déjà été signalé par J. Pichoir (3) qu'il nous paraît intéressant de citer ici : «*Nous avons tenu cependant à mettre en évidence le fait que résistances et réactances ne sont pas des grandeurs intrinsèques, mais qu'elles dépendent du schéma adopté.*»

#### CONCLUSION

Cette étude montre l'aptitude de la méthode du modèle à identifier les paramètres d'une machine à induction réelle, comportant de mesures bruitées et en prenant en compte les fluctuations de la tension du réseau d'alimentation.

La méthode du modèle que nous avons appliquée au cas concret d'une machine asynchrone triphasée permet de présenter et de faire utiliser aux élèves lors des travaux pratiques une technique moderne d'identification et d'estimation des paramètres. De plus son utilisation permet d'aborder d'une manière différente et complémentaire l'étude pratique de la machine à induction, qui, jusqu'à présent, se limitait généralement à des essais particuliers (essais à vide, essais en court-circuit). Nous restons à la disposition des collègues qui souhaiteraient de plus amples informations et qui désireraient mettre en oeuvre cette technique.

### VIENT DE PARAÎTRE

#### «LE PROFESSEUR STRATEGUE» par Alain GUILLOTTE Les éditions d'organisation

*Ce livre traite de pédagogie sous une forme très populaire aux Etats Unis, c'est à dire dans un langage immédiatement accessible en se gardant des références théoriques fastidieuses. A partir de situations concrètes, sont introduites des analyses intéressantes et souvent très judicieuses. Hélas, elles sont présentées dans des dialogues du café du coin... Je le sais, l'ouvrage de K. Blanchard et S. Johnson, le Manager Minute, vendu dans les gares et les aéroports a fait fureur... des millions d'exemplaires... Mais moi, avec ma sensibilité, j'ai envie de réagir comme le vieux curé qui reçoit la bible en bandes dessinées... A mon sens, ce manuel de pédagogie pratique méritait mieux que ce traitement. La différence entre savoir et apprendre, le statut de l'erreur, le rôle des professeurs etc... Tout cela est d'une grande pertinence mais j'ai peine à croire que le lectorat ciblé par ce manuel soit composé d'enseignants susceptibles de se satisfaire de ce style parlé, souvent incorrect, parfois vulgaire (et nous les profs, je nous dis ça parfois pour nous ficher de nous, nous avons sacrément la maladie de la «majusculette» p.46, «ça» est répété des milliers de fois. Ça fait trop !).*

*Enfin je dirai comme le vieux curé : «Si la BD est un moyen de leur faire découvrir les écritures saintes, vive la BD»... «Si pour que nos collègues réfléchissent, il faut s'adresser à eux dans des dialogues niveau zéro (type Jugnot/Anémone)... Banco pour ce script».*

*Mais ne peut-on envisager une version plus soignée pour ceux qui aiment lire du texte simple mais rigoureux ? Sinon, nous nous résoudrons à accéder à ce travail pragmatique de conduite de classe dans la forme proposée car nous tirerons bénéfice de cette réflexion, «ça» c'est certain, bénéfique de cette réflexion, «ça» c'est certain !*

F. Brouzeng (Bordeaux)

# ECHOS DE L'ASSEMBLÉE DES CHEFS DE DÉPARTEMENT

Créteil, 25 janvier 1991

d'après le rapport établi par D. SALLAT (Nantes)

## ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DE GESI

### Rapport moral :

- GESI vient d'avoir 10 ans. Proposition est faite à l'Assemblée de réunir le Comité de rédaction à Nancy (lors du colloque) pour d'une part, fêter l'événement et d'autre part réfléchir sur de possibles orientations nouvelles à donner au journal.

- Le rôle joué actuellement par GESI est double :

- c'est un bulletin de liaison entre les Départements qui permet entre autres la diffusion de travaux et d'expériences pédagogiques.

- Il permet également d'exprimer les décisions des colloques pédagogiques annuels, et de la CPN. C'est un rôle important compte tenu de la forme nouvelle que prendra le programme rédigé par la CPN.

- GESI «s'est mis en règle !»

Le dépôt légal du bulletin auprès de la Bibliothèque Nationale est officiel. Le numéro ISSN attribué par le Comité National d'enregistrement est : 1156-0681.

### ENTREVUE DU 5/12/1990 entre le Bureau et Madame BACQ (DESUP 6)

- Refonte du programme GEII : Le bureau a présenté les idées directrices qui ont présidé à la nouvelle rédaction et le rôle que pourrait jouer GESI pour compléter cette rédaction par les commentaires pédagogiques dégagés dans les colloques annuels.

- Colloque pédagogique Nancy et réflexions sur le thème des réseaux :

Mme BACQ a été informée du thème colloque pédagogique de Nancy et invitée à venir y participer.

L'idée d'un démarrage expérimental, sous forme d'option, d'un enseignement «Communication-Réseaux» lui paraissait intéressante et d'une mise en oeuvre rapide.

Pour faire suite à cet entretien le bureau a été amené à proposer un programme (document diffusé à tous les Départements) pour une expérience à Nancy, et à soumettre ce programme à la CPN (réunion du 15 décembre).

A la suite de ce compte rendu de J.C. Duez sur cette entrevue, une large discussion est intervenue au sein de l'Assemblée sur les deux derniers points évoqués : nouveau programme et 4ème option.

Suite à la réunion de la CPN du 15/12, R. SAGE a donné les informations suivantes :

- Nouveau programme : MM. PREVOST et DRION ont rencontré Mme BACQ qui a précisé que le nouveau programme :

- ne devait pas conduire à une augmentation du nombre d'heures annuel,
- ne devrait pas induire un surcoût de plus de 3 %

- devrait permettre l'augmentation du taux de réussite en introduisant un enseignement plus individualisé.

- La CPN a émis un avis favorable pour l'ouverture de l'option expérimentale à Nancy.

Bien que non saisie officiellement la CPN s'est prononcée pour une ouverture à Velizy et émis un avis défavorable.

Principaux points évoqués lors de la discussion :

- Le contenu de l'option expérimentale peut être très divers : Réseaux locaux industriels ou Réseaux au sens large et plus électronique ? Le nom de l'option est-il bon ?

### LES FILIÈRES DECOMPS

Cette formation a débuté en mai 90 pour la phase d'orientation, sélection de la première promotion et janvier 91 pour la deuxième. Elle concerne actuellement uniquement la filière Formation Continue. Rien n'a encore été mis en place en Formation Initiale. Le principe retenu est celui de l'alternance : 3 jours en entreprise, 2 jours de formation par semaine.

### DEUX GRANDES ETAPES :

- 1) Une première partie qui comporte tout d'abord une phase orientation sélection (120 h), comportant un bilan individuel dans l'entreprise et à l'issue de laquelle après entretien est élaboré un plan de travail individuel.

- 2) La formation elle-même. Elle comporte des enseignements communs (380 heures de technique - 200 heures sur le management et 100 heures

d'Anglais) et un volume d'environ 200 heures «à la carte» (différencié selon les auditeurs).

Elle est complétée par une mise en situation et un stage en entreprise.

Les contrôles se font sous forme de mini projets et à la fin chaque auditeur présente un dossier de formation.

Un tour de table a été ensuite effectué pour recenser les sites où les Départements GEII sont impliqués.

- BELFORT - Un projet est très avancé autour d'une fédération d'établissements (2 IUT - ENIB - Université...).

Les spécialités concernées :

- Courants forts - Mécanique - Génie industriel - Matériaux - Maintenance - Logistique et Gestion de Production - Conception de produits.

- EVRY : 2 projets sont en cours : avec l'INSTN comme Maître d'Oeuvre - Robotique - Automatique - Productique - en collaboration avec le CNAM : Informatique de production.

Les entreprises contactées se déclarent très intéressées par la filière formation initiale.

- POITIERS : un projet est avancé pour une filière formation continue - La filière formation initiale pourrait avoir lieu à CHATELLERAULT.

- SAINT ETIENNE : un projet est habilité depuis décembre 1990. Il regroupe une association (1901) de plusieurs établissements.

Le schéma est voisin de celui décrit par CACHAN. Va démarrer la filière formation continue en : Production - Organisation - Qualité - Maintenance.

- TOURS : un projet est en cours et devrait être déposé en juillet 1991. Il est articulé autour d'un ensemble de partenaires (Université - ENI - Lycées techniques - CCI - Union Patronale - CEA - EDF - PME/PMI).

