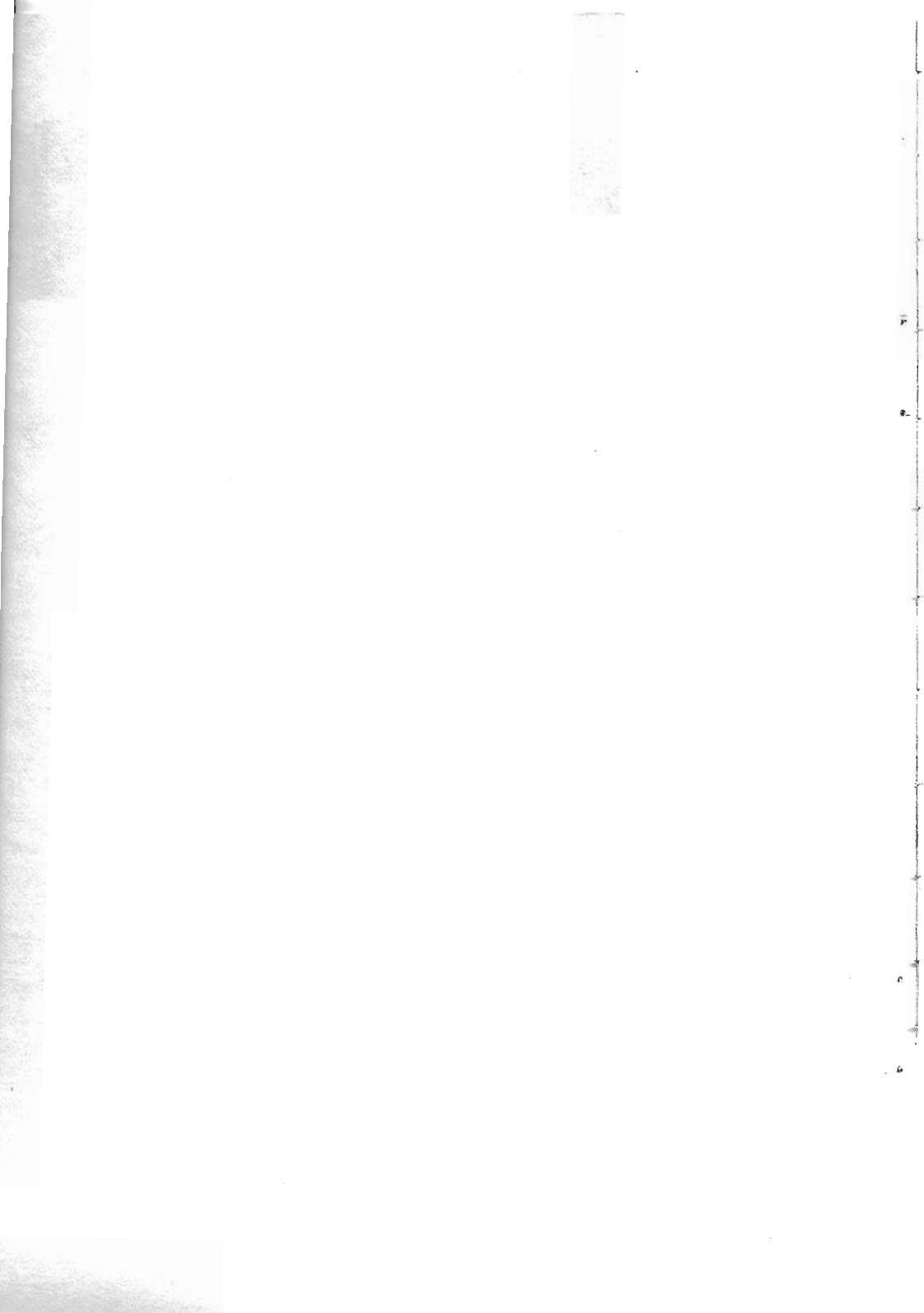




JANVIER 1989

SOMMAIRE

- Le mot du nouveau Président	1-3
- Le mot des éditeurs	4
- Le mot de l'archiviste	5
- Compte Rendu de l'Assemblée Générale du 1.12.88	6-9
- Bilan de la Commission "Matériel" de SPECIF	10-19
- Compte-rendu du CNU	20-29
- Arrêté sur l'habilitation à diriger des recherches	30-32
- Rapport du groupe de réflexion "Temps Réel" du CNRS	33-67
- Licence "Informatique et Enseignement"	68-74
- Bilan des stages post-DUT	75-76
- Bilan des journées SPECIF de Besançon	77-78
- Liste des Correspondants	79- 80
- Appel aux cotisations	81
- Bulletin de souscription pour les actes du colloque francophone sur la Didactique de l'Informatique	83
- A venir dans le prochain bulletin	85



LE MOT DU NOUVEAU PRÉSIDENT

L'Assemblée générale réunie le 1er Décembre 88 dans les locaux de la faculté de médecine, rue des Saints-Pères à Paris, a renouvelé le conseil d'Administration : Vous pourrez trouver, ci-jointe, la liste des nouveaux membres ainsi que la composition du nouveau bureau.

Je voudrais d'abord remercier l'ancien conseil pour le travail qu'il a réalisé, et tout particulièrement Claude PAIR et les responsables des commissions. Grâce à leurs efforts SPECIF est sortie de l'anonymat et a commencé à tisser un lien entre les informaticiens, lien qui se manifeste en particulier par le recours à SPECIF en cas de problème et constitue le premier objectif que nous nous étions fixé lors de la création de cette association : Affirmer l'existence de la communauté informatique, et par là même, renforcer cette dernière.

Le nouveau président ne sous-estime pas, vous pouvez en être persuadés, l'importance du chemin à parcourir pour faire de SPECIF un moyen d'expression pour tous les informaticiens, un interlocuteur reconnu de nos autorités de tutelle, un partenaire respecté par d'autres groupes de pression créés dans d'autres disciplines. Ne nous le cachons pas, il faudra que nous apprenions à faire des choix difficiles car notre existence en dépend : En se présentant en ordre dispersé lors des consultations électorales importantes (CNRS en particulier), les informaticiens ont été affaiblis face à des partenaires organisés ; en ne définissant aucune politique claire de pourvoi des postes dans des premiers cycles de plus en plus nombreux et éparpillés, nous risquons de voir ces postes supprimés ou occupés par

d'autres disciplines moins fragiles que la nôtre... Les exemples ne manquent pas pour illustrer le nécessaire passage par cette voie difficile où nous devons gagner le pari de rester unis, fuir la tentation du clan fermé tout en devenant plus efficaces.

Les quatre commissions dont la composition est définie dans ce bulletin auront pour rôle de travailler comme auparavant en relation avec le conseil d'administration, mais je souhaite parvenir à un élargissement du cercle de nos interlocuteurs : Les contacts avec le CNU doivent en particulier évoluer vers une analyse plus poussée des résultats qui nous sont transmis, une diffusion des informations les plus importantes. Le texte que nous a transmis B. LORHO, et qui paraît dans ce bulletin, est un premier pas dans ce sens. Enfin la création d'un groupe de conseillers proches de SPECIF devrait nous permettre de garder d'étroites relations avec des responsables de GRECO, avec l'INRIA, le CNRS.... et de faire en sorte qu'un écho nous soit renvoyé lors des chiffres que nous publions ou des actions que nous entreprenons.

Dans les semaines qui viennent, SPECIF va travailler sur des dossiers importants pour lesquels l'aide du plus grand nombre est indispensable : la négociation avec les éditeurs de logiciels pour la recherche d'une solution acceptable par tous est un exemple parmi d'autres de notre qualité reconnue d'interlocuteur privilégié ; la mise en oeuvre de contacts avec les pays européens pour définir des "passerelles" entre diplômés est à entreprendre... dans toutes ces situations notre faiblesse demeure liée à notre trop faible nombre d'adhérents. Notre représentativité n'a de sens que si nous sommes appuyés par la majorité des informaticiens ; quant à notre efficacité, elle dépend étroitement du nombre de membres actifs acceptant de prendre en charge une tâche spécifique. La tentation que

nous devons éviter dans les difficultés que nous rencontrons est celle du repli frileux sur nous-mêmes ; c'est sans doute là que se joue l'avenir de notre communauté: Ou bien nous unissons nos trop faibles effectifs pour affronter nos problèmes et prenons les moyens de donner à notre discipline la place qui doit être la sienne ; ou bien nous multiplions les comportements négatifs, laissons nos autorités de tutelle ou nos partenaires scientifiques définir à notre place la politique informatique, auquel cas notre sort risque d'être comparable à celui d'autres disciplines ayant peu à peu subi une "phagocytose" de la part de voisins plus puissants et mieux organisés.

J'espère avoir traduit par ce bref aperçu l'immensité du travail qui doit être le nôtre et l'urgence d'une mobilisation plus grande ; Je souhaite que l'activité de SPECTIF soit mieux comprise et mieux soutenue, et que l'excellente ambiance dans laquelle nous avons travaillé jusqu'à présent soit la même l'an prochain. Je profite de ce "mot du président" pour adresser à tous mes vœux de bonheur et de réussite pour 89, et pour exprimer à tous les membres de notre "équipe SPECTIF", bureau, conseil d'administration et correspondants, mes remerciements pour leur dévouement.

Bien amicalement

Gérard COMYJN
Président de SPECTIF

Lettre des Co-éditeurs

H. BESTOUGEFF - N. COT

Désormais les co-éditeurs du bulletin de SPECIF sont Hélène BESTOUGEFF et Norbert COT. Les numéros précédents ont été édités par Dominique SOTTEAU qui s'est acquittée avec beaucoup de brio et de succès d'une tâche souvent ingrate. Dominique a su donner forme et contenu à un document aujourd'hui très apprécié par toute la communauté informatique française. Qu'elle en soit remerciée.

Notre objectif est que le bulletin de SPECIF continue à être le document de référence des informaticiens français, à la fois source d'informations, lieu d'échanges et pourquoi pas de polémiques. Outre les rapports des commissions de SPECIF, nous souhaitons publier aussi bien des information générales que des articles de fond, des échos ou les "bonnes feuilles" d'ouvrages pertinents. Au service de la communauté informatique française, nous entendons contribuer avec elle à la conception du bulletin de SPECIF.

Les Archives de SPECIF

Outre le Bulletin, SPECIF édite chaque année plusieurs documents, tels les rapports suivants :

- Journées Licence-Maîtrise (1985)*
- Journées DESS (1986)*
- Journées DEA (1987)*
- Journées Informatique dans le DEUG (1988).*

Ces documents fort appréciés seront désormais sauvegardés à l'adresse suivante :

*Archives de SPECIF
Madame Chantal GRANIER
EHEI
45, rue des Saints-Pères
75006 PARIS*

Ils pourront être consultés sur place. Eventuellement, si cela paraît souhaitable, ils pourront être envoyés sur demande selon des modalités à préciser.

Norbert COT

**Compte rendu de l'Assemblée Générale et du
Conseil d'Administration de SPECIF
du 1er Décembre 1988.**

I- RAPPEL DE L'ORDRE DU JOUR

- 10 h-12 h : Bilan des activités de SPECIF
Rapport des commissions
Rapport financier
- 12 h-12 h 30 : Renouvellement du Conseil d'Administration
- 12 h 30-14 h : Repas
- 14 h : Présentation du (nouveau) bureau par le (nouveau) président
- 14 h 15 : Bilan de la rentrée en informatique :
(problèmes de postes, de crédits d'équipement, de fonctionnement, mesures prises dans les universités pour éviter la copie des logiciels...)
- 16 h-17 h : Réunion des correspondants
- 17 h-17 h 15 : Synthèse et fin de l'A.G.

II- COMPTE-RENDU DE L'A.G.

Plus de 200 membres présents ou représentés ont participé à l'A.G.

Claude Pair ouvre la séance et explique que compte tenu de ses nouvelles attributions au Ministère il ne souhaite plus faire partie du Conseil d'Administration, mais qu'il reste cependant très attentif aux actions de SPECIF. Gérard Comyn, Vice-Président, présente les activités de l'association et la répartition des tâches à prévoir pour la nouvelle année, puis il donne la parole aux différents responsables des commissions pour un compte rendu des activités de l'année écoulée : C. Carrez (matériel-logiciel), M.Lucas (enseignement), J.Vignolle (personnel). M. Lohro intervient à la suite de cette dernière présentation pour donner des informations concernant la dernière réunion du C.N.U. (un résumé détaillé de ces exposés est donné dans la suite du bulletin). Enfin Michel Schneider fait le rapport financier : la situation financière est saine et le reliquat de cette année doit permettre de mettre en place de nouvelles actions pour 1989.

Après un vote du quitus et le vote concernant la cotisation 1989 (100 FF) il est procédé aux élections.

Le nouveau Conseil d'Administration est le suivant:

BARTHET	Université de Toulouse, <i>Rapporteur commission matériel</i>
BESTOUGEFF H.	Université Paris7, <i>Secrétaire</i>
BOYAT J.	I.U.T Montpellier
CARREZ C.	C.N.A.M. Paris, <i>Vice Président</i>
CHRETIENNE P.	Université Paris 6, <i>Président commission personnel</i>
COMYN G.	Université de Lille, <i>Président</i>
ÇOT N.	Université Paris 5, <i>Responsable du bulletin</i>
DESABLET	I.U.T Paris 5, <i>Président commission matériel-logiciel</i>
DUSSAUSOY A.	Université de Lyon
FAYARD D.	I.U.T Orsay, <i>Président commission enseignement</i>
HERMAN D.	INSA Rennes
LESCANNE P.	Université de Nancy, <i>Président commission recherche</i>
LUCAS M.	ENSM Nantes
MOSSIERE J.	Université de Grenoble, <i>Rapporteur commission recherche</i>
RENARD G.	INRIA Sophia Antipolis
RICHIER J.L.	Université de Grenoble
ROUSSEAU M.	IUT Orsay
RUEHER M.	Université de Nice
SCHNEIDER M.	Université de Clermont, <i>Trésorier</i>
SCHOLL P.C.	Université de Grenoble, <i>Rapporteur commission personnel</i>
SIROUX J.	IUT Lannion
TOURNIER E.	Université de Grenoble
TREHEL M.	Université de Besançon, <i>Rapporteur commission enseignement</i>
VIGNOLLE J.	Université de Toulouse

III - ACTION MENEES PAR SPECIF SUITE A L'A.G.

A la suite des présentations faites par les Universités de Paris VI et de Grenoble, ainsi que du bilan de la rentrée dans les IUT, les problèmes relevés ont fait l'objet d'un courrier au Ministère évoquant notamment :

- les difficultés provoquées par les nominations tardives (les enseignants sont nommés le 1er janvier pour la rentrée d'octobre...)
- les budgets de fonctionnement trop faibles, peu adaptés aux contraintes des informaticiens (lien nécessaire entre l'investissement et le fonctionnement pour la maintenance des ordinateurs)

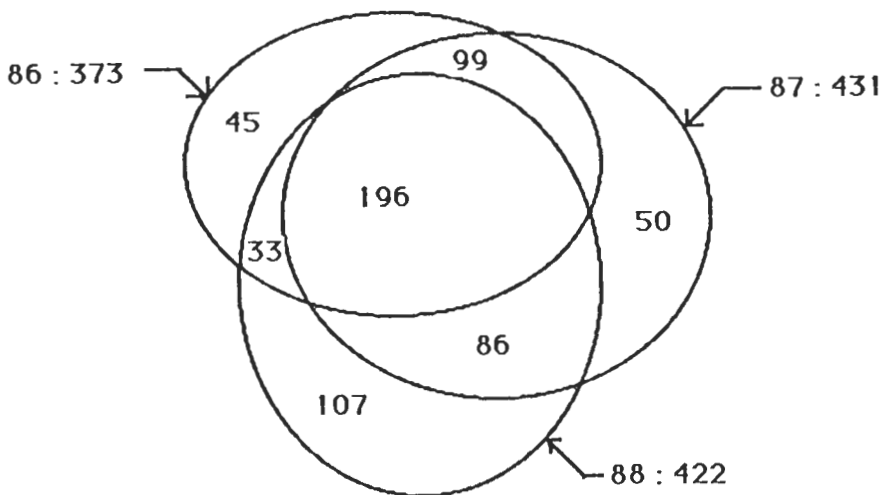
- l'insuffisance en locaux relevée dans toutes les universités

- l'insuffisance, pour ne pas dire l'absence de personnel technique affecté à l'entretien et au fonctionnement des ordinateurs.

Un rendez-vous avec le Ministère est fixé au 10 janvier pour régler ces problèmes.

Rédacteurs : Hélène BESTOUGEFF
Gérard COMYN

EVOLUTION DU NOMBRE DES COTISANTS



Ce diagramme suscite les commentaires suivants :

- le nombre des cotisants a augmenté assez rapidement de 1986 à 1987 mais s'est stabilisé en 1988 (le chiffre définitif de 1988 sera très légèrement supérieur à 422 compte tenu des régularisations qui sont enregistrées actuellement) ;

- de nombreux adhérents de 1987 n'ont pas renouvelé leur cotisation en 1988, mais on enregistre en 1988 un nombre important de nouveaux adhérents ;

- le nombre des adhérents qui ont cotisé sur l'ensemble des trois années reste faible (196) ;

- le nombre total de personnes qui ont cotisé au moins une fois reste modeste par rapport à la population estimée des enseignants et chercheurs en informatique (de l'ordre de 2000 personnes).

**Les CONSÉQUENCES
dans l'ENSEIGNEMENT
de la LOI du 3 Juillet 1985
sur la PROTECTION
des LOGICIELS**

Rapporteur: **Christian CARREZ**
CNAM, PARIS

24 Juin 1988

La loi du 3 Juillet 1985 a défini de façon très restrictive ce que peut faire l'acheteur d'un logiciel. Il n'est sans doute pas inutile de rappeler ici les sanctions pénales encourues en cas d'infraction: amende de 6 000 à 120 000 Francs, 3 mois à 2 ans de prison avec ou sans sursis. La condamnation au pénal, étant inscrite au casier judiciaire, peut entraîner, pour les fonctionnaires de l'Etat, la radiation de leur corps et donc la perte de leur emploi. Par ailleurs, une condamnation au civil signifie une évaluation du préjudice subi par le plaignant, donnant lieu à dommages et intérêts qui peuvent atteindre 500 000 Francs. Même si les enseignants considèrent que l'application de la loi est difficilement compatible avec leur mission d'enseignement, comme tout citoyen, ils sont tenus de la respecter sous peine d'encourir les sanctions ci-dessus. Il était donc important de savoir quelles sont les conséquences dans l'enseignement de l'application stricte de la loi.

Ce rapport est le résultat d'une enquête effectuée par SPECIF auprès de ses correspondants dans les différents établissements d'Enseignement Supérieur, au mois de Juin 1988. Comme pour toute enquête, on peut lui reprocher de ne représenter que le point de vue de ceux qui y ont répondu. Cependant il est probable que les autres sont dans l'expectative, peut-être moins conscients du problème, ou attendant des directives précises et réalistes du Ministère de tutelle. Néanmoins l'impression générale qui se dégage des réponses est suffisamment unanime pour en conclure que ce rapport représente l'opinion de la majorité des enseignants d'informatique.

1 - Répartition des matériels

Trois grandes catégories de formations apparaissent, qui vont mettre en évidence les difficultés de l'application stricte de la loi, et l'évolution de la pédagogie qui va en découler à terme.

Le premier cycle DEUG, et plus généralement les formations où une initiation à l'informatique est assurée, arrive en tête pour les effectifs des étudiants, mais n'utilise que 10 % des postes de travail. Exclusivement orienté vers les micro-ordinateurs, on trouve en moyenne 1 poste pour 37 étudiants. Les étudiants utilisent surtout Turbo Pascal, parfois des logiciels base de données, traitement de texte ou tableur.

Les deuxième et troisième cycles non informatiques, et plus généralement les filières qui enseignent l'informatique en tant qu'outil sans que ce soit leur discipline principale, utilisent 7 % des postes de travail. Également exclusivement orienté vers

les micro-ordinateurs, on trouve en moyenne 1 poste pour 27 étudiants. Outre les logiciels déjà évoqués dans la première catégorie, ces étudiants utilisent également des logiciels plus spécifiques.

Les IUT informatiques ainsi que les deuxième et troisième cycles informatiques, et plus généralement les filières où l'informatique est la discipline principale, utilisent 83 % des postes de travail. On trouve en moyenne 1 poste pour 4 étudiants, ces postes étant répartis à égalité entre des micro-ordinateurs et des postes sur mini ou gros systèmes, le tout étant souvent organisé en réseau.

Il faut noter que la disparité entre les différentes catégories pour le nombre d'étudiants par poste vient surtout du fait que l'informatique est ou non discipline principale. Le tableau suivant schématise la répartition de 100 postes de travail suivant ces différentes catégories, et donne la population des étudiants concernés (telle qu'elle ressort des réponses à l'enquête). Il est probable que la proportion de Deugs est sous évaluée. Néanmoins ce tableau montre que les effectifs étudiants les plus importants, et donc où le respect de la loi est le plus difficile à contrôler, n'utilisent qu'une faible part de l'ensemble des postes de travail. Par ailleurs, la proportion de postes de travail sur mini-ordinateurs, déjà de 40 %, a tendance à augmenter du fait de la loi. De plus en plus d'enseignants, particulièrement dans les filières informatiques, suggèrent l'abandon de la micro-informatique tant que la loi n'a pas été modifiée, d'autant plus que l'accueil de la micro-informatique dans la profession est plutôt mitigé.

catégorie	effectifs	micros	minis
initiation	370	10	0
filières non info.	189	7	0
filières informatiques	332	41	42

2 - Mesures prises à la rentrée

Pendant de nombreuses années, devant la faiblesse des moyens des Etablissements, et avec l'accord tacite ou explicite des distributeurs, qui y voyaient alors leur intérêt, les logiciels de micro-ordinateurs utilisés pour la pédagogie ont été achetés en un nombre réduit d'exemplaires, dupliqués par les enseignants, et distribués aux étudiants. Le Ministère a d'ailleurs encouragé tacitement ces duplications, en ne fournissant pas le nombre d'exemplaires de logiciel égal au

nombre de machines, par exemple, dans le cadre de l'informatique pour tous. De même les distributeurs, pour pouvoir vendre du matériel, proposaient un contrat « développeur » : tous les logiciels sont fournis gratuitement, y compris les copieurs les plus sophistiqués. Il n'est pas rare, encore actuellement, qu'ils fassent des « dons » de logiciels, sans document écrit cependant ; peut-être reprochera-t-on ultérieurement aux enseignants l'utilisation de tels logiciels !

Devant cette situation, les établissements ont alors développé les salles de micros mises à la disposition des étudiants en libre service. La pédagogie consistant à faire quelques séances d'initiation, puis à laisser le libre accès aux machines et aux logiciels s'est avérée positive et efficace. Les étudiants peuvent aller à leur propre rythme, se faire aider par d'autres de niveau supérieur présents dans la même salle, le rôle de l'enseignant restant évidemment de dégager les concepts et non de donner des « trucs ». Par ailleurs, la variété des logiciels proposés était importante, rapidement actualisée, les vendeurs de logiciels y trouvant leur compte, puisque les étudiants connaissaient et étaient formés à leurs produits. La loi et les inculpations récentes, suite à la plainte de La Commande Electronique, ont mis un frein à cette pédagogie.

L'application de la loi couvre deux aspects fort différents, puisqu'elle concerne les copies qui peuvent être faite d'une part par les enseignants, d'autre part par les étudiants.

Les enseignants sont décidés à appliquer la loi, même si cela a des conséquences sur la pédagogie. Ceci implique d'acheter autant d'exemplaires d'un logiciel donné qu'il peut y avoir de postes de travail utilisant ce logiciel au même moment. On peut considérer que c'est en application, actuellement, pour les logiciels bon marchés tels que le Turbo Pascal. Pour les logiciels onéreux qui étaient déjà utilisés dans l'enseignement, il est probable que *les travaux pratiques qui les utilisent seront supprimés*, ou remplacés par des *présentations avec rétroprojecteur* (vive la théorie!), *ou au mieux suspendus jusqu'à réalisation de l'investissement correspondant*. Pour l'avenir, leur coût sera prévu dans l'investissement initial des machines, *ce qui diminuera d'autant le nombre de postes de travail*. La communauté est unanime à espérer que *les tarifs « éducation » seront en rapport avec les moyens dont ils disposent*. Il est évident par ailleurs que certains thèmes de travail ne pourront plus être proposés, dans tous les cas, car *non rentables*, comme par exemple la comparaison de différents prologs. Enfin il faut noter une tendance des enseignants à se *dégager de la micro-informatique*, et à se tourner vers les stations de travail en réseau de type SUN 3-50, ou vers les systèmes multipostes lorsque le logiciel est coûteux.

La limitation de la copie de logiciels par les étudiants est beaucoup plus difficile à faire respecter. Il est facile évidemment, comme le font presque tous les sites, d'afficher le texte de la loi et d'informer les étudiants de ses conséquences.

Cela fait partie du rôle de l'enseignant d'expliquer le bien fondé de la limitation du droit de copie, et tous semblent s'y employer. Cependant il ne fait pas partie de leur rôle de faire le gendarme dans leurs salles de travaux pratiques. Certains mettent en œuvre des mesures dissuasives telles que: *décharge signée par les étudiants, assimilation de la copie à la fraude aux examens*. Ils ne sont pas certains que cela les dégage juridiquement de leur responsabilité en cas d'infraction de la loi par un de leurs étudiants. *Une partie d'entre eux envisagent de refuser d'encadrer des travaux pratiques s'ils n'ont pas la garantie que leur responsabilité ne sera pas engagée dans ce cas.*

Plus généralement, il ressort de l'enquête que le respect strict de la loi entraîne une remise en cause de l'accès libre aux salles de micro-ordinateurs. En effet, il est facile de reprocher aux enseignants de ne pas avoir pris, dans ce cas, toutes les précautions pour empêcher les copies illicites. Les mesures envisagées pour diminuer les risques sont variables: *limitation du libre service au logiciel courant, libre service uniquement pour les logiciels réseaux ou sur des matériels sans disquette, personnel technique permanent, fermeture des salles*. Même en cas de surveillance stricte, il est difficile d'empêcher les étudiants de lancer une copie pendant la séance. Certains se rappellent de telles copies effectuées en présence du représentant du distributeur venu faire une démonstration de son logiciel, sans que celui-ci s'en rende compte! N'est-ce pas plutôt au concepteur du logiciel ou au distributeur de faire en sorte que son logiciel soit non copiable, alors qu'actuellement les distributeurs se font un plaisir de vendre des programmes spéciaux de copie (quand ce n'est pas les donner). N'est-ce pas aussi la conséquence du prix élevé des logiciels qui entraîne la pratique actuelle de la copie, alors que ceci semble moins fréquent pour les livres, de prix plus raisonnables.

En fait, l'application stricte de la loi conduira à un certain nombre d'absurdités, et un gâchis important.

- 1 Pour permettre à un groupe de 50 étudiants d'expérimenter un logiciel coûteux pendant 25 heures, combien d'exemplaires doit-on acheter? Un seul est nécessaire si on se réfère au temps total annuel de 1250 heures, 4 si on suppose qu'il n'y aura jamais plus de 4 étudiants qui l'utilisent en même temps, et 12 si on doit faire des groupes de travaux pratiques encadrés. Notons que dans ce dernier cas, il faut ajouter 1/4 de service enseignant pour l'encadrement, alors que le résultat sera probablement moins bon que la formation en accès libre. Peut-être faut-il alors le « louer » pendant 1 mois, mais les conditions seront-elles avantageuses?
- 2 Les salles informatiques seront fermées en dehors de la présence d'un enseignant ou d'un moniteur (y aura-t-il encore des volontaires moniteurs?). Alors qu'actuellement le matériel est utilisé entre 12 et 24 heures par jour, on reviendra à des horaires de 5 à 8 heures par jour. Où est le gain?

3. Il n'est pas rare de trouver actuellement dans une même salle de micros des étudiants de provenances diverses, qui s'épaulent mutuellement. La suppression de l'accès libre supprimera aussi le brassage des populations, et les étudiants d'un niveau supérieur ne pourront plus faire part de leurs expériences à ceux qui débutent.
4. L'alourdissement de l'investissement aura pour conséquence de diminuer le taux de renouvellement annuel des matériels, ainsi que de réduire la diversité des logiciels proposés aux étudiants pour leurs expériences.
5. Les versions bridées ou de démonstration reçoivent un accueil mitigé, suivant que les expériences faites ont été positives ou négatives. Elles ne sont en fait pour le moment qu'un palliatif. Mais étant donné le nombre de versions que l'enseignement supérieur devrait acheter, et la masse financière qui en découle, ne devrait-on pas s'attendre à un effort dans cette direction, de la part des distributeurs? Cependant si des accords négociés au niveau du ministère peuvent apporter une solution, il ne faudrait pas que cette procédure introduise les mêmes contraintes que pour la mini-informatique dans le passé: décalage entre les besoins et les propositions, difficulté d'évolution rapide, politique en faveur des produits nationaux, etc..
6. Le respect strict de la loi pose, par ailleurs, un problème d'organisation. Lorsque les disquettes sont dans les salles en libre service, elles disparaissent, ce qui incite les étudiants à avoir leur propre copie, même illégalement. Comment gérer un ensemble de disquettes de prêt aux étudiants, disquettes contenant les logiciels achetés qu'ils doivent utiliser pour leurs enseignements? Lorsque il y a par exemple près de 1000 étudiants dans un 1^{er} cycle, et 50 exemplaires d'un logiciel, il faut mettre en œuvre une organisation de type bibliothèque universitaire. Notons que le problème est le même pour la documentation.
7. On peut noter une tendance des enseignants à s'orienter vers des solutions matérielles à base de micros à disque dur au lieu de disquettes, puis vers les réseaux de micros avec éventuellement un serveur disque pour permettre le téléchargement, puis vers les mini-ordinateurs multipostes. Ils ne sont cependant pas convaincus que cela n'entraîne pas une certaine lourdeur de gestion d'une part, ni que la loi est bien respectée dans chacun de ces cas.

3 - logiciels nécessaires

Les logiciels estimés nécessaires varient évidemment suivant la catégorie à laquelle appartiennent les étudiants qui les utiliseront.

Pour l'initiation, un compilateur Pascal (Turbo-Pascal), est jugé indispensable par tous. La moitié des établissements juge par ailleurs nécessaire de disposer également d'un logiciel de bases de données, d'un traitement de texte et d'un tableur. Notons que pour ceux-ci, les versions « éducation » semblent convenir à ce niveau.

Pour les filières non informatiques, on retrouve les mêmes logiciels que ci-dessus, mais en versions professionnelles. Il convient d'y ajouter les compilateurs de Lisp et Prolog, ainsi que des logiciels d'application liés à la discipline principale.

Pour les filières informatiques, le classement met toujours Pascal en tête, suivi d'un logiciel de bases de données, puis Lisp, Prolog, C ainsi qu'un traitement de texte. ADA commence à apparaître. Notons que le besoin d'UNIX est résolu par les postes sur mini-ordinateurs. Les logiciels estimés nécessaires dans cette catégorie ne sont pas tous sur micros, la diversité du matériel et la professionnalisation des logiciels étant considérés comme un impératif.

A titre d'exemple, une configuration logicielle moyenne de base constituée de *Pascal, C, sidkick, DBase III-, word, Masm, Cobol, windows, multiplan*, coûte environ 7000 Francs sur la base d'un achat de 15 versions, c'est-à-dire près de 50 % du prix d'une configuration matérielle de base. La durée de vie d'un tel logiciel devrait être la même que celle du matériel. Cependant la réalité est différente, car les pressions diverses sont très fortes pour forcer les utilisateurs à considérer comme périmé tout logiciel qui ne vient pas de sortir. D'un autre côté, il y a certainement moins de différence entre les modèles de compatibles PC, quelque soit leur âge, qu'entre les différentes versions ou modèles d'un logiciel de bases de données pour compatible PC. C'est pourquoi le matériel ne donne pas l'impression de se démoder, ce qui n'est pas le cas du logiciel. Il faut que les enseignants admettent que la durée d'utilisation d'un logiciel doit être au moins de 3 ans.

4 - Budget disponible

Les budgets de fonctionnement que les établissements peuvent réserver à l'achat de logiciels sont évidemment très variables. Pour 100 étudiants, on trouve en moyenne 3200 Francs pour les Deugs, 4900 Francs pour les filières non informatiques, et 32000 Francs en filière informatique. Cependant, ramenée en poste de travail, la moyenne est autour de 1200 Francs, quelle que soit la catégorie d'enseignement. Il faut noter l'écart qui existe entre cette somme et l'évaluation des besoins faite plus haut. On peut en conclure que l'achat de logiciels ne peut se faire que sur les crédits d'investissements, au détriment du matériel.

Quant à demander une participation aux étudiants, les avis sont très partagés. Certains considèrent que ce n'est pas possible, étant donné que l'on demande déjà

des droits d'inscription. D'autres admettent qu'il serait possible de leur demander environ 300 Francs. La répartition par cycles et filières a été impossible à établir. Il est probable qu'une telle somme ne serait pas acceptable pour les Deugs, et partout où l'informatique a une faible importance. Dans les filières informatiques, cette somme couvrirait l'équivalent de Turbo-Pascal et de quelques disquettes.

5 - Questions sur la loi

Les enseignants se posent un certain nombre de questions sur la loi. Tant que ces questions n'auront pas eu de réponses, ils sont tenus de prendre l'interprétation de la loi dans sa plus grande rigueur, et d'en tirer les conséquences sur la pédagogie. De plus, dans le cadre de leur enseignement, il est important pour les étudiants qu'ils forment, et plus particulièrement ceux des filières informatiques qui seront employés dans le domaine de la production de logiciels, que les problèmes de protection soient clairement et légalement définis et respectés.

5.1 Contenu de la loi

La loi apparaît claire dans sa rigueur. En est-il bien ainsi?

Est-il légal de la part des éditeurs de logiciels de vendre des disquettes dont les copies de sauvegarde sont inutilisables, alors que les matériels ne garantissent pas les destructions accidentelles de ces disquettes? La loi devrait permettre (et obliger les vendeurs à permettre) de faire autant de copies de sauvegarde qu'il faut pour se prémunir de ces destructions accidentelles.

Quand quelqu'un fait une copie illégale d'un livre, c'est le copieur qui est inquiété; comment se fait-il que pour les logiciels, on se retourne contre le «propriétaire» du logiciel et non contre le copieur?

Si on accepte d'un revendeur un don de logiciel sans document écrit stipulant ce que l'on peut en faire, ne risque-t-on pas de se voir reprocher ultérieurement d'enfreindre la loi?

Une stratégie consiste à organiser les machines en réseau avec un serveur disque de type UNIX, et à utiliser la hiérarchie de fichier pour restreindre l'accès aux seuls groupes autorisés. Les établissements achètent chaque logiciel en nombre correspondant au nombre de postes simultanés utilisables par un groupe, dont les membres peuvent télécharger ce logiciel sur n'importe quelle machine. Cette stratégie satisfait la conscience des enseignants vis-à-vis de la loi, mais celle-ci est-elle respectée?

La copie de disquette vers la mémoire centrale pour exécution est-il possible de la loi? sinon, qu'en est-il si le serveur est commun à plusieurs machines?

5.2 Protection des enseignants vis-à-vis des étudiants indélécats

Les enseignants n'étant pas des policiers, il est nécessaire que des dispositions légales, même si elles imposent la prise d'un certain nombre de précautions d'ordre général, fassent qu'ils ne soient pas tenus responsables d'utilisations illégales par les étudiants des logiciels et des matériels mis à leur disposition (*copies de logiciels qui leur sont fournis, installation clandestine de logiciels «piratés», utilisation à des fins commerciales de logiciels installés pour des raisons pédagogiques*).

Les documents de décharge de responsabilité signés par les étudiants ont-ils une valeur légale? Le Ministère ne peut-il étudier la forme juridique d'un tel type de document permettant de garantir que les enseignants qui respectent la loi ne puissent pas être incriminés?

Est-il légal d'assimiler la copie de logiciel à la fraude aux examens?

5.3 Amélioration de la loi

La loi est du type restrictif: a priori on ne peut rien faire avec un logiciel acheté, sauf ce qui est stipulé dans le contrat, mais la loi n'impose rien dans ce contrat. Si par la suite on désire utiliser ce logiciel d'une façon non prévue dans le contrat, ce n'est pas possible. La loi ne devrait-elle pas plutôt permettre de tout faire sauf ce qui est interdit dans le contrat?

Ne pourrait-on éclaircir la notion de licence de site (licence par CPU, licence globale) et permettre que chaque étudiant ait sa copie individuelle pendant l'année scolaire (principe de la charte Borland)?

Ne pourrait-on s'inspirer de la loi n° 87-890 du 4 Novembre 1987 relative à la protection topographique de produits semi-conducteurs, pour introduire des aménagements à la loi du 3 juillet 1985 relative à la protection du logiciel?

La loi a pour but la protection des biens et des personnes. Quel préjudice peut causer un étudiant lorsqu'il utilise une copie d'un logiciel pour étudier son fonctionnement. L'établissement d'enseignement ne devrait-il pas plutôt être rémunéré pour la publicité gratuite de ce logiciel? La loi ne devrait-elle pas être plus souple, et distinguer la fraude intentionnelle de la copie faite à des fins *pédagogiques et non lucratifs*?

Puisque la loi doit protéger les droits des auteurs, comme en musique, elle devrait autoriser toute copie à des fins personnelles, quitte à rétribuer les auteurs par le biais d'une taxe sur les disquettes, comme il en existe sur les cassettes.

Ne pourrait-on réduire la durée des droits sur les versions de logiciels à 2 ou 3 ans? Passé cette durée, le logiciel tomberait dans le domaine public. Dans bien des cas, l'enseignement des concepts a tout autant de valeur sur une version périmée que sur la version la plus récente.

5.4 Question diverse

Quels moyens financiers le Ministère prévoit-il pour permettre l'application stricte de la loi telle qu'elle est, c'est-à-dire un logiciel par poste de travail.

Ces Informations sur le CNU seront publiées de façon
régulière dans chaque bulletin pour que les intéressés
puissent en être informés.

UNIVERSITE D'ORLEANS
Faculté des Sciences

Orléans, le 13 décembre 1988

LIFO

BL/JB/88-104

Monsieur(Madame) le Président
de la Commission de Spécialistes
de 24ème Section Informatique

Cher(e) Collègue,

A l'issue des derniers concours de recrutement, la 24ème Section du Conseil National des Universités a constaté que nombre de dossiers de candidature, tant à des postes de Professeurs qu'à des postes de Maîtres de Conférences, étaient constitués de manière inacceptable.

Les principales critiques relevées soulignaient la sous-estimation, de la part des candidats, de certaines missions inhérentes à des fonctions universitaires, en particulier la légèreté avec laquelle étaient présentées leurs activités d'enseignement et de fonctions collectives d'animation. Un reproche fréquent concernait les activités de recherche dont la présentation ne permettait que difficilement une évaluation objective à cause, par exemple, d'une absence de différenciation entre des congrès à audience internationale et des rapports internes.

Nous avons vu trop de dossiers constitués d'une description d'activités que rien, sinon la déclaration du candidat, ne permettait d'étayer. C'est pourquoi nous demandons que les responsables de filières d'enseignement, de recherche et d'administration joignent leur avis au dossier des postulants. Vous comprendrez, nous en sommes persuadés, le bien fondé de cette demande.

Un reproche général concernait l'absence systématique de tout engagement des candidats sous forme de projets pédagogiques et de projets de recherche indiquant comment ils viendraient s'intégrer au sein de l'établissement où ils postulent.

L'objectif de cette note est de définir des informations indispensables que nous souhaiterions connaître des candidats afin de pallier aux critiques signalées plus haut. Notre but, ici, doit être clair : il ne s'agit aucunement d'astreindre les candidats à remplir les cases d'un dossier pré-imprimé mais uniquement de les aider en leur indiquant les points qui nous semblent essentiels pour effectuer le plus correctement possible notre rôle d'instance nationale. Il est certain que des candidats au profil non-standard ne peuvent justifier complètement de certaines fonctions antérieures, comme l'enseignement pour des chercheurs CNRS ou INRIA ; cela ne rend que plus impératif pour eux de formuler un projet où ils décrivent comment s'organiseront, sur ces plans, leur future activité universitaire.

Laboratoire d'Informatique Fondamentale d'Orléans

Département de Mathématiques et d'Informatique

Rue de Chartres BP 6759 - 45067 ORLEANS Cedex 2

Tél: 38 41 71 71 Télèx: UNIVORL 783 388 F Mail: ...!mcvax!inria!univor!...

Nous vous demandons d'assurer la plus large diffusion à cette note qui, nous le souhaitons, aidera toutes les instances impliquées, en particulier les Commissions de Spécialistes et les différents conseils qui interviennent avant le CNU, à remplir encore plus efficacement leur rôle.

A propos des Commissions de Spécialistes, pourriez-vous veiller à ce que les rapports présentés dans les réunions que vous présidez soient joints au dossier des candidats, classés ou non, et signés lisiblement ? Merci de votre aide qui nous permettra de mieux travailler.

N'hésitez pas à nous communiquer toute information qui pourrait nous éclairer sur des situations locales particulières.

Nous sommes à l'écoute de toute remarque, commentaire, critique, conseil, que vous inspirerait cette initiative que les membres de la section ont unanimement souhaitée et qui doit beaucoup à Jean-Claude BOUSSARD que nous remercions.



Bernard LORHO
Président du CNU 24^{ème} Section

**Note aux Candidats
aux concours de recrutement**

L'objectif de cette note est de définir un canevas général que nous demandons à chaque candidat de suivre afin que nous disposions de toutes les informations qu'il nous semble normal de connaître afin d'évaluer sa candidature.

Notre but, ici, doit être bien clair : il ne s'agit pas d'astreindre les candidats à remplir un dossier "standard" mais uniquement de les aider. Nous encourageons vivement toute initiative qui éclairerait ou ferait mieux comprendre le dossier.

Nous insistons tout particulièrement sur la nécessité **IMPERIEUSE** de joindre au dossier des attestations sur la carrière antérieure, qui viennent conforter et étayer la description des activités du candidat.

Nous demandons d'organiser le dossier en quatre parties dont le contenu est précisé ci-après, la notation (MC) s'adressant aux candidats à des postes de Maîtres de Conférences et (PR) aux candidats à des postes de Professeurs.

Curriculum Vitae :

- . Identité : Nom, prénom, naissance, adresse.

- . Pour chaque année après le Baccalauréat (MC) ou après le DEA ou sa dispense (PR), fournir l'activité scolaire :
 - Pour chaque année où un diplôme a été obtenu : lieu, date, mention
 - Pour un DEA (resp. diplôme d'ingénieur) :
 - . identité du responsable et sujet du mémoire (resp. du projet de fin d'études et/ou du stage).
 - Pour une thèse :
 - . identité du directeur de thèse, des rapporteurs et des membres du jury ;
 - . mémoire de thèse ;
 - . rapports de pré-soutenance et de soutenance (les faire envoyer le cas échéant par l'établissement).

Rappelons que le seul rapport de soutenance n'a aucune valeur scientifique et que l'absence des rapports de pré-soutenance est un manque GRAVE souvent interprété négativement.

. Fonctions assurées :

- Lieux et dates des prises de fonction. Joindre une description succincte de ces fonctions si elles ne relèvent pas de l'Education Nationale ou si elles présentent des particularités notoires ;

- Attestation des responsables directs.

. Joindre la liste des candidatures déposées pour le présent concours.

Enseignement :

. Pour chaque année ayant donné lieu à des activités pédagogiques et en détaillant complètement les cinq dernières années effectives (abstraction faite du service national, des maternités ou autre interruption forcée) :

- Sujet, durée, auditoire et nature (cours, TD, TP, projets, etc) de chaque activité ;

- Plan suivi, éventuels sujets d'exercices ou d'examens, etc...

. Pour au moins la dernière année :

- Attestation du responsable direct d'enseignement ;

- Polycopiés ou publications relevant des activités citées.

. Exposé (quelques pages) du projet pédagogique personnel du candidat sur le poste convoité (obligatoire pour PR, apprécié pour MC) :

- Motivations, plans détaillés, bibliographies, méthodes pédagogiques ;

- Eventuellement, sujets de projets, modalités particulières de contrôle, etc.

Ce projet est bien entendu appelé à dépendre des caractéristiques du poste et peut donc différer notablement d'une candidature à l'autre. Il implique que le candidat ait pris contact avec l'établissement visé, ce qui est le moins qu'on puisse lui conseiller.

Pour les chercheurs et ingénieurs n'ayant jamais eu de charge obligatoire d'enseignement, une implication personnelle dans les filières existantes sera appréciée car il est bien connu que de nombreuses possibilités existent dans les établissements.

Cependant, afin de ne pas décourager ce genre de candidature -souvent très intéressantes du seul point de vue scientifique- nous acceptons d'être peu exigeant sur le volume des activités en question. En revanche, **NOUS EXIGEONS DU CANDIDAT UN EFFORT PARTICULIER DE SYNTHESE ET DE PROSPECTIVE DANS LE CADRE DE SON PROJET PEDAGOGIQUE PERSONNEL.**

Recherche

. Pour chaque année ayant donné lieu à des activités de recherche et en détaillant complètement les cinq dernières années effectives :

- Sujet, lieu et nature de chaque activité ;
- Résultats obtenus :
 - . Résultats théoriques ou méthodologiques, synthèses ;
 - . Résultats d'expériences, mesures, évaluations ;
 - . Propositions de langages, d'architectures logicielles ou matérielles ;
 - . Développement de logiciels ou de matériels.
- Divulgation de ces résultats :
 - . Organisation de colloques, formations spécialisées, distribution de produits, etc.
- Séjours extérieurs, relations mises en oeuvre, coopérations éventuelles, etc.

. Liste des publications (autres que les photocopiés et mémoires cités par ailleurs), mentionnant la part du candidat en cas de publication collective, et IMPERATIVEMENT classée comme suit :

- Ouvrages édités ou participations à de tels ouvrages.
- Articles publiés ou acceptés :
 - . Dans des revues d'audience internationale avec comité de rédaction ;
 - . Dans des revues d'audience nationale avec comité de rédaction ;
 - . Dans des revues sans comité de rédaction.
- Communications effectuées ou acceptées :
 - . A des manifestations d'audience internationale avec comité de direction
 - . A des manifestations d'audience nationale avec comité de direction ;
 - . A des manifestations sans comité de sélection ;
 - . A des séminaires internes.
- Rapports internes, rapports de fin de contrats, documentation technique.
- Autres formes de publications (préciser la forme et l'audience)
- Brevets.

Pour les publications de la liste précédente, quelques remarques doivent être faites :

- Nous insistons sur la notion d'audience, internationale ou nationale. En effet, un congrès au Nébraska peut n'avoir qu'une audience nationale.

- Nous REFUSONS d'examiner les publications soumises et non encore acceptées étant donné leur inflation galopante (pourquoi pas des publications envisagées ?). Pour les publications soumises et acceptées, joindre un justificatif d'acceptation.

- Contrairement à certaines idées répandues, nous ne négligeons pas, bien au contraire, les articles de synthèse et d'application, à la condition qu'ils soient, comme les articles théoriques, de qualité.

- Nous apprécierions que les candidats indiquent les 3 ou 4 publications qui LEUR paraissent les plus significatives de leurs travaux dans l'ensemble de leurs publications, cette "auto-évaluation" pouvant nous être très utile.

- Si toutes les publications ne peuvent être jointes, il appartient au candidat de juger de celles qu'il estime, outre les 3 ou 4 précédentes, devoir être prises en compte en priorité pour juger de son dossier.

. Attestation au minimum du responsable de recherche actuel.

. Exposé (quelques pages du projet de recherche personnel du candidat sur le poste convoité (obligatoire pour PR et MC). Ce projet peut dépendre des caractéristiques du poste et peut donc différer légèrement d'une candidature à l'autre.

Charges collectives :

. Pour chaque année ayant donné lieu à des activités administratives et en détaillant complètement les cinq dernières années effectives :

- Sujet, lieu et nature de chaque activité ;
- Evaluation du temps consacré à ces activités et des éventuels résultats obtenus.

. Pour au moins la dernière année, attestation d'un responsable direct.

Merci de votre collaboration.

Les jurys de la 24^{ème} Section Informatique

JURY 1988

Maîtres de Conférence

ÉTABLISSEMENT	NOM Prénom	Jury
AIX-MARSEILLE 2	SABATIER Claude Gérard	2402
AIX-MARSEILLE 3	SABATIER Claude Gérard	2402
AMIENS	MOREAU Philippe	2401
BORDEAUX (ENSERB)	COUSIN BERNARD	2401
BORDEAUX (ENSERB)	LITOVSKY Igor	2401
BORDEAUX 1	BARBAR Kablan	2400
BORDEAUX 1	BIANCHI Guliana	2401
BORDEAUX 1	DURAND Irène	2401
CAEN	MADELAINE Jacques	2400
CLERMONT 2	EL OUSSOUL Abdellatif	2402
CLERMONT 2	KELLERT Patrick	2402
COMPIEGNE	TRIGANO Philippe	2401
GRENOBLE (ENSIMAG)	BIENIA Wojciech	2401
GRENOBLE (INP)	BROCHIER Alain	2400
GRENOBLE 1	RIALLE Vincent	2400
LA REUNION	LECERF Christophe	2401
LILLE 3	TERLUTTE Alain	2400
LILLE 3	WARIN Bruno	2400
LYON (INSA)	BLATTNER-DILL Anne-Marie	2400
LYON 1	REDON René	2400
LYON 1	TOUSSAN-BERGER Josette	2400
MULHOUSE	ELBAZ SABAN Yona	2400
NANCY 1	LUGIEZ Denis	2401
NANCY 1	WROBEL-DAUTCOURT Brigitte	2400
NANCY 2	ROUSSANALY Azim	2400
NANTES (ENSM)	BELDICEANU Nicolas	2401
NANTES (IUT)	BELDICEANU Nicolas	2401

NICE (IUT)	BEGUE Jean-Michel	2400
ORLEANS	LIGOU-DECORSIERE Marianne	2401
PARIS (CNAM)	BARKAOUI Mohammed	2400
PARIS 1	ACCART-HARDIN Thérèse	2400
PARIS 5 (IUT)	MARTELLI Thérèse	2400
PARIS 6	CHESNEAUX Jean-Marie	2401
PARIS 6	FDIDA Serge	2400
PARIS 6	HADDAD SERGE	2401
PARIS 6	HORLAIT Eric	2400
PARIS 6	LEGRAND Rémi	2400
PARIS 6	PALIES Odile	2400
PARIS 7	GOOSENS Bernard	2400
PARIS 8	TANGUY Roger	2401
PARIS 9	FROSSARD de BOISSIEU Anne	2400
PARIS 10 (IUT Ville d'Avray)	BONALY André	2402
PARIS 11	DOUCET Anne-Marie	2400
PARIS 11	JOHNEN Colette	2400
PARIS 11	MAILLARD-VILNAT Anne	2400
PARIS 11	NICAUD Jean-François	2401
PARIS 13	FOUQUERE Christophe	2401
POITIERS (IUT)	RAICEA-POPESCO Liana	2401
POITIERS	RANDRIANARIMANANA Bruno	2400
REIMS	LAVILLE Alain	2400
RENNES (IUT Lannion)	GUITTON Michel	2401
RENNES 1	GRAZON Anne	2400
RENNES 1	LE MOAL-LE CERTEN Pascale	2400
RENNES 1	ROBIN-ERABIT Sophie	2400
ROUEN (INSA)	HANEN Claire	2401
ROUEN	KROB Daniel	2401
STRASBOURG 1	LIENHARDT Pascal	2401
TARBES (ENT)	SAHRAOUI Abdelkader	2401
TOULOUSE (INP)	BERGER Philippe	2401
TOULOUSE (INP)	KREY Charlie	2401
TOULOUSE 3	GLEIZES Marie-Pierre	2401
TOULOUSE 3	HAMEURLAIN Abdelkader	2400
TOULOUSE 3	MAUREL Christine	2400
TOULOUSE 3	TESTEMALE Claudette	2401
VALENCIENNES	HAMROUN Mohammed	2400

JURY 1988

Professeurs

ÉTABLISSEMENT	NOM Prénom	Jury
AIX-MARSEILLE 1	SIEGEL Pierre	2401
AMIENS	THIMONIER Loys	2401
BORDEAUX 1	BOND Ioan	2400
DIJON	PARENT Christine	2401
GRENOBLE (IUT b)	BOITTIAUX-ZIDANI Jacqueline	2401
GRENOBLE 1	NGUYEN HUY Xuong	2400
LIMOGES (IUT)	CARON Armand	2400
LYON (IUT a)	LAURINI Robert	2402
LYON 1	FOUET Jean-Marc	2400
LYON 1	ROBERT Yves	2400
NANCY (INP)	PORTMAN Marie-Claude	2400
NANCY 2	LEGLISE-THIERY Odile	2402
NANTES	BEZIVIN Jean	2401
NANTES (IRESTE)	JOURLIN Michel	2401
NICE	GAILLET-PEYRAT Claudine	2400
ORLEANS (IUT)	THUILLIER Henri	2401
ORLEANS	FERRAND Gérard	2401
PARIS (CNAM)	ISRAEL Michel	2400
PARIS 6	BEAUDELLOT-ROUCAIROL Catherine	2400
PARIS 6	GANASCIA Jean-Gabriel	2401
PARIS 8	LAVALLEE Yvan	2400
POITIERS (IUT La Rochelle)	BONNEFOY Jean-Pierre	2401
RENNES (ENSSAT Lannion)	BOSC Patrick	2401
RENNES 1 (IUT Lannion)	DIVAY Michel	2400
TOULOUSE 3	CHRISTMENT Claude	2400
TOURS	ASSELIN de BEAUVILLE Jean-Pierre	2400

MUTATIONS 1988

Professeurs

NOM Prénom	ETABLISSEMENT avant mutation	ETABLISSEMENT après mutation
ARQUES Didier	BELFORT (IUT)	BESANCON
CUNIN Pierre-Yves	DIJON	GRENOBLE 1
DUCATEAU Charles	CLERMONT 1 (IUT)	PARIS 5 (IUT)
ETIEMBLE Daniel	PARIS 6	PARIS 11
MOHR Roger	NANCY (INP)	GRENOBLE (INP)
PANSIOT Jean-Jacques	STRASBOURG 3 (IUT)	STRASBOURG 1

HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

(J.O. du 29.11.1988 - page 14825)

Le Ministre d'Etat, ministre de l'éducation nationale, de la jeunesse et des sports, le ministre de la solidarité, de la santé et de la protection sociale, porte-parole du Gouvernement, et le ministre de la recherche et de la technologie,

Vu la loi n° 84-52 du 26 janvier 1984 sur l'enseignement supérieur ;

Vu le décret n° 84-573 du 5 juillet 1984 relatif aux diplômes nationaux de l'enseignement supérieur ;

Vu l'arrêté du 19 février 1987 fixant la liste des corps de fonctionnaires assimilés aux professeurs des universités et aux maîtres de conférences, maîtres-assistants et chefs de travaux pour la désignation des membres du Conseil National des Universités ;

Vu l'arrêté du 23 novembre 1988 relatif aux études doctorales ;

Vu l'avis du Conseil national de l'enseignement supérieur et de la recherche,

Arrêtent :

Art. 1^{er} : L'habilitation à diriger des recherches sanctionne la reconnaissance du haut niveau scientifique du candidat, du caractère original de sa démarche dans un domaine de la science, de son aptitude à maîtriser une stratégie de recherche dans un domaine scientifique ou technologique suffisamment large et de sa capacité à encadrer de jeunes chercheurs.

Elle permet notamment d'être candidat à l'accès au corps des professeurs des universités.

Art. 2 : Ce diplôme est délivré, d'une part, par les universités et, d'autre part, par les établissements d'enseignement supérieur public figurant sur une liste établie par le ministre chargé de l'enseignement supérieur, après avis du Conseil national de l'enseignement supérieur et de la recherche.

Art. 3 : Les candidats doivent être titulaires :

- d'un diplôme de doctorat ou
- d'un diplôme de docteur permettant l'exercice de la médecine, de l'odontologie, de la pharmacie et de la médecine vétérinaire et d'un diplôme d'études approfondies,

ou justifier d'un diplôme, de travaux ou d'une expérience d'un niveau équivalent au doctorat.

Cette dernière disposition est notamment applicable aux titulaires d'un doctorat de troisième cycle ou d'un diplôme de docteur ingénieur complété par d'autres travaux ou une activité d'enseignement et de recherche à temps plein d'une durée minimale de cinq ans.

Les demandes d'inscription ne peuvent être déposées au cours d'une même année universitaire qu'auprès d'un seul établissement. Les candidats ayant déjà été inscrits en vue de ce diplôme dans un autre établissement sont tenus de le signaler.

Les demandes d'inscription sont examinées par le président ou le directeur de l'établissement, qui statue sur proposition du conseil scientifique siégeant en formation

restreinte aux personnalités habilitées à diriger des recherches et après avis du directeur de recherche si le candidat en a un.

Dans les disciplines juridiques, politiques, économiques et de gestion et par dérogation aux dispositions prévues à l'alinéa 1^{er} ci-dessus, l'autorisation d'inscription peut être accordée à titre exceptionnel, par le président ou le directeur de l'établissement, sur proposition du directeur de thèse ou de travaux, aux candidats inscrits à la préparation du doctorat.

ART. 4 - Le dossier de candidature comprend soit un ou plusieurs ouvrages publiés ou dactylographiés, soit un dossier de travaux, accompagnés d'une synthèse de l'activité scientifique du candidat permettant de faire apparaître son expérience dans l'animation d'une recherche.

ART. 5 - L'autorisation de se présenter devant le jury est accordée par le président ou le directeur de l'établissement suivant la procédure ci-après.

Le Président ou le directeur de l'établissement confie le soin d'examiner les travaux du candidat à au moins trois rapporteurs choisis en raison de leur compétence, dont deux au moins doivent être habilités à diriger des recherches.

Deux de ces rapporteurs doivent ne pas appartenir au corps enseignant de l'établissement dans lequel le candidat a déposé sa demande.

Les personnalités consultées font connaître leur avis par des rapports écrits et motivés, sur la base desquels peut être autorisée la présentation orale des travaux du candidat devant le jury. Ces rapports sont communiqués au candidat et peuvent être consultés par toute personne habilitée à diriger des recherches.

Avant cette présentation, un résumé des ouvrages ou des travaux est diffusé à l'intérieur de l'établissement.

L'avis de présentation des travaux est affiché dans l'enceinte de l'établissement.

Le Président ou le directeur de l'établissement prend les mesures appropriées pour assurer hors de l'établissement la diffusion de l'information relative à la présentation des travaux, notamment auprès des autres universités et établissements délivrant l'habilitation à diriger des recherches et auprès du Conseil National des Universités.

ART. 6 - Le jury est nommé par le président ou le directeur de l'établissement.

Il est composé d'au moins cinq membres choisis parmi les personnels enseignants habilités à diriger des recherches des établissements d'enseignement supérieur public, les directeurs et maîtres de recherche des établissements à caractère scientifique et technologique et, le cas échéant, de personnalités françaises ou étrangères retenues en raison de leur compétence scientifique.

La moitié du jury, au moins, doit être composée de professeurs ou assimilés au sens de l'article 1^{er} de l'arrêté du 19 février 1987 susvisé.

Le jury désigne en son sein un président et deux rapporteurs ; ces derniers doivent être extérieurs à l'établissement.

ART. 7 - La présentation des travaux est publique. Toutefois si l'objet des travaux l'exige, le président ou le directeur de l'établissement peut prendre toute disposition utile pour en protéger le caractère confidentiel.

Le candidat fait devant le jury un exposé sur l'ensemble de ses travaux et, éventuellement, pour une partie d'entre eux, une démonstration. Cet exposé donne lieu à une discussion avec le jury.

Le jury procède à un examen de la valeur du candidat, évalue sa capacité à concevoir, diriger, animer et coordonner des activités de recherche et de valorisation et statue sur la délivrance de l'habilitation.

Le président du jury, après avoir recueilli l'avis des membres du jury, établit un rapport. Ce rapport est contresigné par l'ensemble des membres du jury et communiqué au candidat. Il peut être consulté par toute personne habilitée à diriger des recherches.

Les candidats ayant été inscrits en vue de l'habilitation à diriger des recherches avant d'être titulaires du doctorat, selon les modalités prévues au dernier alinéa de l'article 3 ci-dessus, peuvent, dès l'obtention du titre de docteur, se voir décerner l'habilitation à diriger des recherches.

ART. 8 - Les universités et les établissements prévus à l'article 2 ci-dessus sont tenus de communiquer chaque année au ministre chargé de l'enseignement supérieur la liste des nouveaux habilités dans chaque discipline.

ART. 9 - Les professeurs des universités et assimilés au sens de l'article premier de l'arrêté du 19 février 1987 susvisé ainsi que les docteurs d'Etat, les docteurs d'Etat en biologie humaine, les docteurs d'Etat en sciences pharmaceutiques et les docteurs d'Etat en odontologie sont habilités à diriger des recherches.

ART. 10 - Les candidats inscrits à la date de publication du présent arrêté en vue de l'habilitation à diriger des recherches et en conformité avec les dispositions réglementaires antérieures relatives à ce diplôme sont de plein droit inscrits en vue de l'habilitation à diriger des recherches telle que prévue par le présent arrêté.

ART. 11 - L'arrêté du 21 mars 1988 relatif à l'habilitation à diriger des recherches en droit, en sciences politiques, en sciences économiques ou en gestion, l'arrêté du 5 avril 1988 relatif à l'habilitation à diriger des recherches en lettres et en sciences humaines et l'arrêté du 5 avril 1988, modifié par l'arrêté du 22 avril 1988, relatif à l'habilitation à diriger des recherches en sciences sont abrogés.

ART. 12 - Le présent arrêté sera publié au *Journal Officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 23 novembre 1988

*Le ministre d'Etat
ministre de l'éducation nationale
de la jeunesse et des sports,
Pour le ministre et par délégation :
Le directeur des enseignements supérieurs
C. PHILIP*

*Le ministre de la solidarité, de la santé
et de la protection sociale,
porte-parole du Gouvernement,
Pour le ministre et par délégation :
le directeur général de la santé,
J. F. GIRARD*

*Le ministre de la recherche et de la technologie,
Pour le ministre et par délégation :
Le directeur général de la recherche
et de la technologie,
J. PERGET*

RAPPORT DU GROUPE DE REFLEXION TEMPS REEL DU CNRS

Le CNRS, à l'initiative du Département Sciences Physiques pour l'Ingénieur (SPI) a demandé à un groupe de travail constitué de chercheurs, d'universitaires et d'ingénieurs, d'établir un rapport sur le "Temps Réel". Avec l'accord du CNRS, nous publions l'introduction au rapport, le rapport principal, la liste des membres du groupe et la liste des fiches techniques qui constituent le rapport annexe.

Le rapport complet est disponible au département SPI du CNRS ou auprès de J.P. ELLOY, qui en fut le rédacteur.

- | | |
|-------------------------------|---|
| - Introduction | p. 4, 5 et 6 du rapport |
| - Rapport principal | p. 7 à 18 du rapport |
| - Liste des membres | p. 3 du rapport |
| - Liste des fiches techniques | 2 e partie de la page 2 du rapport sans la pagination |



LE TEMPS REEL

*

RAPPORT ÉTABLI PAR LE
GROUPE DE REFLEXION TEMPS RÉEL

DU DÉPARTEMENT
SCIENCES PHYSIQUES POUR L'INGÉNIEUR
DU
CNRS

JUIN 1988

SOMMAIRE

MEMBRES DU GROUPE DE REFLEXION TEMPS REEL.....	3
0 - INTRODUCTION.....	4
0.1 - Pourquoi un groupe de réflexion sur le temps réel.....	4
0.2 - Présentation du rapport.....	6
1 - LA PROBLEMATIQUE DU TEMPS REEL.....	7
1.1 - Qu'est ce qu'une application temps réel ?	8
1.2 - Quels sont les concepts fondamentaux abordés lors de la conception d'une application temps réel ?	10
1.2.1 - Parallélisme et synchronisation.....	10
1.2.2 - Ordonnement.....	11
1.2.3 - Sûreté de fonctionnement	13
1.3 - Quels sont les problèmes rencontrés lors de la spécification et le développement d'une application temps réel ?.....	15
1.3.1 - Spécification et problèmes de mise en oeuvre	15
1.3.2 - Outils de mise en oeuvre en centralisé et réparti.....	16
1.4 - Conclusion; quelles sont les actions et recherches à promouvoir en temps réel ?	17
2 - FICHES TECHNIQUES.....	19
2.1 - Les problèmes spécifiques du temps réel (C. KAISER).....	20
2.2 - Emergence d'une théorie des systèmes temps réel autour des modèles de la programmation synchrone (A. BENVENISTE).....	21
2.3 - Concurrence et contraintes temporelles (G. LE LANN)	22
2.4 - Consensus distribué sur des variables autonomes (G. LE LANN).....	22
2.5 - Langages synchrones (P. CASPI)	23
2.6 - L'approche asynchrone (J.P. ELLOY).....	24
2.7 - Réseaux de Petri et systèmes temps réel (P. LADET).....	24
2.8 - Outils d'aide à la conception (G. LE LANN)	26
2.9 - Evaluation de performances (G. LE LANN).....	26
2.10 - Evaluation des performances et de la sûreté de fonctionnement des systèmes temps réel par les RdP stochastiques (G. FLORIN).....	27
2.11 - Reconfiguration dans les systèmes temps réel répartis tolérant les fautes (O. ROUX).....	28
2.12 - Réseaux et protocoles temps réel (G. LE LANN).....	29
2.13 - Les exécutifs temps réel (J.E. HANNE).....	29
2.14 - Les nouveaux processeurs (G. MICHEL).....	31
2.15 - Un exemple de système de conception des applications temps réel (J. SZYMANSKI).....	32
2.16 - Problèmes liés au flux d'informations (A. D'ANDREA).....	32
2.17 - Liste de laboratoires impliqués dans le temps réel (J.C. FRAVAL).....	33

Membres du Groupe de Réflexion

Mr A. BENVENISTE - IRISA - Campus de Beaulieu - BP 25A - 35042 - RENNES CEDEX Parmi ses actions : le langage synchrone SIGNAL animateur du pôle C2A (Greco Automatique)
Mr P. CASPI - Laboratoire de Génie Informatique - BP 68 - 38402 - SAINT MARTIN D'HERES Parmi ses actions : le langage synchrone LUSTRE pôle C2A (Greco Automatique) et Greco C3 croiets PAI/SNCF et SACEM / RATP (aide à la conduite)
Mr A. D'ANDREA - SOLLAC - 17, avenue des Tilleuls - BP 11 - 57191 - FLORANGE CEDEX Parmi ses actions : automatismes de laminoir à froid
Mr J.C. FRAVAL - SÉMA / METRA - Péripole 103 - 94126 - FONTENAY SOUS BOIS
Mr J.E. HANNE - CNET - 38, avenue du Général Leclerc - BP 850 - 92131 - ISSY LES MOULINEAUX Parmi ses actions : le projet SCEPTRE (exécutif temps réel)
Mr C. KAISER - CNAM - 292, rue Saint Martin - 75141 - PARIS CEDEX 03 Parmi ses actions : projet HALIOTIS (informatique embarquée Marine) projets ESOPE et SAPHIR (réseau d'atelier) croiet CHORUS (système d'exploitation réparti)
Mr P. LADET - Ecole Nationale des Mines - Cours Fauriel - 42023 - SAINT ETIENNE CEDEX Parmi ses actions : action PROCOL (langage et système temps réel) action AIDA (ADI) et action ARA (CNRS) projet PTA (Poste de Travail pour l'Automaticien)
Mr G. LE LANN - INRIA - Domaine de Voluceau - BP 105 - 78153 - LE CHESNAY CEDEX Parmi ses actions : projet HALIOTIS (informatique embarquée Marine) projet SCORE et simulateur SPHINX réseau local LYNX et protocoles GAM T103 projet COLUMBUS (Informatique embarquée Espace)
Mr G. MICHEL - APSIS / APTOR - ZIRST - Chemin du Vieux Chêne - 38240 - MEYLAN Parmi ses actions : projet Esprit SUPERNODE (Réseaux de Transputers)
Mr J.P. RUMEAU - CNES - Avenue Edouard Belin - 31055 - TOULOUSE CEDEX Parmi ses actions : Architecture de Télécommunications Sol, communications haut débit Autocommutateur de données spatiales, tolérance aux fautes
Mr J. SZYMANSKI - CGEE / ALSTHOM - 5, avenue Newton - BP 215 - 92142 - CLAMART CEDEX Parmi ses actions : la méthode de spécification TOCCATA
Mr J.P. THOMESSE - INPL / ENSEM - 2, rue de la Citadelle - BP 850 - 54011 - NANCY CEDEX Parmi ses actions : projet FIP et action AIDA (ADI) programme Euréka FIELDBUS (réseaux de terrain)

Animateurs du Groupe de Réflexion

Mr J.M. DION - CNRS / SPI - 15, quai Anatole France - 75700 - PARIS Chargé de Mission du département Sciences Physiques pour l'Ingénieur du CNRS
Mr J.P. ELLOY - ENSM / LAN - 1 rue de la Noé - 44072 - NANTES CEDEX 03 Parmi ses actions : le langage structurant asynchrone ELECTRE et l'exécutif réparti KerDx projet SCEPTRE (exécutif temps réel) et action AIDA (ADI) norme MMS (MAP) et projet FIP, pôles AI et C2A (Greco Automatique) programme Euréka PROMETHEUS (informatique embarquée véhicule)

Avec la collaboration de

Mr P. BERTRAND - LSS / ESE - 91190 - GIF SUR YVETTE Président de la section 08 du CNRS, membre du Comité National du CNRS
Mr M. FONTET - CNRS / SPI - 15, quai Anatole France - 75700 - PARIS Directeur-adjoint du département Sciences Physiques pour l'Ingénieur du CNRS

0 - INTRODUCTION

0.1 - POURQUOI UN GROUPE DE REFLEXION SUR LE TEMPS REEL

* On peut constater aujourd'hui que le développement de systèmes temps-réel a été plus lent que les autres secteurs d'applications de l'informatique. A cela probablement deux raisons principales:

- le nombre d'applications potentielles que l'on peut qualifier de temps réel est relativement faible par rapport à celles, beaucoup plus répandues, de gestion ou de bureautique;
- le développement des applications temps réel introduit tout un ensemble de problèmes nouveaux qui s'ajoutent à ceux, déjà non triviaux, posés par le développement de tout système informatique, tant lors de sa conception qu'au cours de ses phases de mise en œuvre.

* Or d'importants secteurs industriels (aéronautique, militaire, surveillance, transport, industries manufacturières, industries des procédés, télécommunications) sollicitent actuellement de plus en plus le développement de solutions informatiques destinées à la définition et la mise en œuvre d'applications temps réel; ce souhait se manifeste particulièrement par l'incitation et la participation active de nombreux industriels à la définition de normes relatives au temps réel, tant, par exemple, dans le domaine des langages spécialisés que dans celui des protocoles de communication.

La dimension "Informatique temps réel" est en effet présente dans tous les grands projets ou programmes d'envergure nationale comme dans l'espace (télésurveillance d'Ariane, centre de contrôle de satellites, centre de mission, programme HERMES, Columbus), dans le nucléaire, dans le transport (régulation de trafic, systèmes d'aide à la conduite TGV, VAL, AIRBUS..), dans les télécommunications, dans les ateliers de fabrication de biens de consommation et d'équipement, etc...

D'après une enquête menée par J.C. Fraval, ces développements ont entraîné la livraison de plusieurs centaines de machines à vocation temps réel, de plusieurs milliers d'hommes/années de développement (exemple: le projet de contrôle commande du palier 1400 MW d'EDF a nécessité 200 hommes/années) et ont contribué de manière notoire à l'émergence de méthodes, outils et produits en Génie Logiciel du temps réel. En fait, l'informatique temps réel est généralement une informatique "enfouie" dans les systèmes: d'où certaines disparités dans les évaluations statistiques. A titre indicatif, le seul constructeur BULL reconnaît aujourd'hui un parc de 6000 systèmes temps réel (hors télécommunications) se répartissant en : Automatismes continus 60 %, Automatismes séquentiels 25 %, Instrumentation 10 %, Divers 5 %.

* A titre comparatif, il est utile de signaler l'impact et l'essor du temps réel aux Etats Unis. D'après une enquête effectuée par G. Le Lann, les recherches et développements en temps réel dans ce pays sont très inégalement répartis entre:

- les industriels comme General Dynamics, IBM, RCA,...
- les organismes tels que SRI, Rand Corp., MITRE,... ou les laboratoires "classifiés" associés aux universités comme Draper Lab. et Lincoln Lab. du MIT, Lawrence Livermore Lab. de l'université de Californie, etc...
- les universités

Ces études nécessitent un financement annuel total de l'ordre de plusieurs centaines de M\$, dont environ 10 M\$ pour le seul secteur universitaire.

Remarque: il faut noter que, dans les universités, beaucoup de travaux sur le temps réel sont financés indirectement au travers d'autres programmes, par exemple de robotique, traitement du signal, intelligence artificielle... ce qui représente un total plus proche de 25 M\$ que de 10 M\$; ce soutien est généralement assuré par les organismes tels que RADC, NOSC, DARPA, NASA, AFORS, ONR, SDIO, NSF, ou par les grands constructeurs tels que IBM, Unisys, HP, Motorola...

Il est également significatif de constater qu'aux Etats Unis un grand nombre de sociétés indépendantes ou de filiales de constructeurs ("spin-offs") spécialisées dans le temps réel sont apparues au cours des 5 ou 6 dernières années, comme Charles River Corp., Modcomp, Kendall Square Research,... pour développer du logiciel système et des architectures spécifiques pour le temps réel.

Ces informations mettent en évidence, non seulement l'importance en terme de parc ou d'impact financier, mais aussi la nature même du phénomène temps réel: cette informatique spécifique fait généralement partie intégrante de systèmes plus vastes, et son champ d'application couvre de nombreux domaines industriels.

* En France, un nombre important de chercheurs et universitaires réalisent tout autant des travaux théoriques que des réalisations pratiques dans des domaines touchant à la conception, la spécification, la modélisation, la validation d'applications temps réel ainsi que pour la conception de ses outils de mise en oeuvre comme les protocoles de communication, les exécuteurs, les langages synchrones et asynchrones, les techniques de clérance aux fautes, etc..

Une étude récente menée dans le cadre d'une mission confiée par le Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur fait ressortir les faits suivants:

- 15 à 20 laboratoires de recherche publics, couvrant tout le territoire, consacrent une partie de leurs efforts aux problèmes relevant du domaine de l'informatique temps réel.
- l'équivalent de 80 à 100 chercheurs "temps plein" travaillent sur ce domaine.
- la plupart de ces laboratoires sont impliqués massivement dans les programmes communautaires (comme BRITE, RACR, ESPRIT 1, EUREKA, et d'autres programmes liés en particulier à la supervision des sites industriels, , ...).

C'est pourquoi le constat de la conjonction de ces deux facteurs (importance industrielle et potentiel de recherche) est à l'origine de la constitution, à l'initiative du département Sciences Physiques pour l'Ingénieur (SPI) du CNRS, d'un groupe de travail ayant pour finalité le recensement de l'existant dans le domaine du temps réel, et la présentation des principaux problèmes ouverts dont la résolution s'avère, à l'usage, indispensable à la formulation, la modélisation, la réalisation, la validation et l'analyse de performances des applications temps réel. Ce groupe de travail regroupe un ensemble de chercheurs, d'universitaires et d'industriels dont la liste est présentée page 3 de ce rapport. Ce document présente le résultat des travaux de ce groupe qui a été appelé "Groupe de Réflexion Temps Réel du CNRS".

0.2 - PRESENTATION DU RAPPORT

- * Le rapport technique élaboré par le Groupe de Réflexion est divisé en deux parties:
 - le rapport principal intitulé "la problématique du Temps Réel" qui expose les difficultés théoriques et techniques spécifiques qui peuvent apparaître lors de la formulation d'une application temps réel, ou lors de son développement et de sa mise en oeuvre; ce rapport principal se conclut par le recensement des thèmes et actions qu'il est apparu nécessaire de promouvoir dans le contexte national en fonction des compétences recensées en laboratoires et des besoins exprimés par les industriels. *Ce rapport a été établi par l'ensemble des membres du groupe.*
 - une annexe rassemblant un ensemble de fiches techniques détaillant une difficulté ou une approche spécifique du temps réel, et destinées à commenter chacune un problème ou outil évoqué dans la partie principale du rapport; la dernière de ces fiches présente une liste non-exhaustive de laboratoires universitaires français impliqués dans le temps réel, et cite également quelques organismes et sociétés industrielles qui opèrent dans ce domaine. *Chacune de ces fiches a été établie sous la responsabilité de son auteur.*

Cet ensemble de réflexions a permis ainsi de dégager un ensemble de problèmes qui ne sont pas abordés en informatique classique; ils sont dus essentiellement à la prise en compte du temps comme contrainte logique de base et non comme un facteur de performances, et aux impératifs de sûreté qui obligent à considérer l'erreur de fonctionnement comme un phénomène qu'il faut prévoir.

* A l'issue de l'analyse menée dans ce rapport, il apparaît que la problématique "Temps Réel" est depuis longtemps très présente dans le monde industriel. Perçue jusqu'ici comme un corps de problèmes flanqué d'un arsenal de recettes, il lui manque d'apparaître comme une doctrine assortie d'une boîte à outils, dans laquelle une communauté de recherche puisse se reconnaître, échanger des connaissances, et proposer ses résultats en collaboration avec le tissu industriel, tout en se confrontant utilement avec les équipes similaires étrangères.

Faire émerger cette discipline est une tâche essentielle du CNRS, et cette tâche est à l'ordre du jour. Ceci implique que des efforts soient conduits:
--

- | |
|--|
| - pour asseoir un corps de doctrines supportant à la fois les aspects de parallélisme, synchronisation, ordonnancement, et sûreté de fonctionnement; |
| - pour favoriser le développement et la diffusion de logiciels et de matériels de qualité pour le temps réel; |
| - pour faire déboucher sur des produits ou des standards les travaux les plus avancés. |

Remarque: l'ensemble des réflexions de ce groupe a d'ores et déjà eu des retombées pratiques significatives, car elles ont servi de support à la rédaction de l'appel à candidatures Solutions Temps Réel pour l'Industrie (STRIN) émis et financé par le Ministère de l'Industrie en juillet 1968, et dont la gestion scientifique et financière a été confiée à l'équipe Temps Réel de l'ENSM / LAN, membre de ce groupe, sur proposition du CNRS / SPI.

(On peut incidemment remarquer que la même démarche est en cours aux Etats Unis, où un appel à propositions temps réel est actuellement lancé sous l'égide de DARPA et de ONR).

RAPPORT PRINCIPAL

1 - LA PROBLEMATIQUE DU TEMPS REEL

1.1 - QU'EST CE QU'UNE APPLICATION TEMPS REEL ?

Peut être qualifié de "temps réel" toute application mettant en oeuvre un système informatique dont le fonctionnement est assujéti à l'évolution dynamique de l'état d'un environnement (appelé ici procédé) qui lui est connecté et dont il doit contrôler le comportement.

Pour suivre et piloter l'état du procédé, le système informatique de contrôle doit alors généralement contenir un ensemble d'actions (tâches) dont les instants de début d'exécution sont, directement ou indirectement, assujétiés aux signaux émis (événements) ou prélevés (mesures) sur ce procédé, et dont les instants de terminaison d'exécution sont soumis à des contraintes temporelles imposées par le procédé.

Note: si le vocabulaire employé ici est le plus souvent celui des industries manufacturières ou des industries de production d'énergie, des concepts similaires sont présents dans les autres secteurs d'application du temps réel, comme, par exemple, dans le domaine des télécommunications, ou des applications embarquées

Dans cette formulation, il faut comprendre que le terme de procédé peut tout autant désigner, à titre d'exemple, un équipement isolé comme un robot (voire un axe de robot), une cellule ou un atelier de fabrication, ou bien l'ensemble des constituants d'un procédé continu (comme une centrale électrique), ou l'un de ses sous-ensembles (le contrôle d'altitude d'un aéronef). En conséquence, le terme d'action pourra désigner tout aussi bien la génération du signal de commande d'un moteur pas à pas (axe de robot) que la régulation dans un mode de marche spécifique de la production d'électricité d'une centrale.

Dans cette formulation également, il faudra comprendre que le terme de système informatique de contrôle peut tout aussi bien désigner un automate programmable, qu'un calculateur multi-processeurs ou qu'un ensemble d'équipements informatiques variés connectés en réseau.

Le système informatique de contrôle est fréquemment constitué de plusieurs équipements informatiques interconnectés et ce pour les raisons suivantes:

- soit parce que le procédé contrôlé est, par nature, constitué d'équipements multiples, dotés chacun de son unité informatique de commande; le système de contrôle consiste alors en l'ensemble de ces unités interconnectées dont il s'agit alors de coordonner les activités;
- soit parce que l'intégrité du procédé interdit d'en confier le contrôle à un seul équipement informatique, car la défaillance de ce seul équipement pourrait conduire le procédé dans des états définis comme intolérables pour lui-même ou pour son environnement;
- soit parce que les contraintes de promptitude de certaines actions créées par le système de contrôle ne peuvent être techniquement satisfaites que si que ces actions sont exécutées en parallèle, donc par plusieurs unités de traitement.

Pour pouvoir être piloté, l'environnement contrôlé est équipé de capteurs et actionneurs. Via ces capteurs, le procédé offre alors au système de contrôle une image fugace de son état (mesures et événements), qu'il met sans cesse à jour, et dont la vitesse d'évolution ne dépend que de ses propres dynamiques internes. Le rôle du système de contrôle consiste alors à suivre cet état et à réagir à toute évolution jugée significative du procédé dans un laps de temps qui garantisse que le procédé reste totalement contrôlé (piloté ou suivi) par le système de contrôle. Si ce contrôle consiste en le pilotage du procédé, la réaction du système consiste en l'émission de

commandes vers les actionneurs du procédé; si le contrôle consiste en le suivi du procédé, la réaction du système consiste en l'enregistrement et la signalisation des évolutions de son état. La qualité de ce pilotage ou de ce suivi est, en particulier, définie en termes de temps de réaction, et doit être spécifiée dans le cahier des charges de l'application.

La terminologie "temps réel" cache donc la notion d'un temps de réaction relatif aux dynamiques du procédé à contrôler: le système de contrôle doit réagir avec un temps de réponse imposé (ou recommandé) aux signaux émis par le procédé, alors que les instants d'occurrence de ces événements sont a priori asynchrones par rapport au fonctionnement du système de contrôle. La valeur de ces temps de réaction est fonction:

- des dynamiques internes du procédé lorsque le non-respect de ce temps de réaction peut laisser le procédé adopter un comportement jugé non-tolérable ou peu-tolérable (précision requise non assurée, stabilité non garantie); c'est le cas par exemple de la commande des procédés continus
- d'une "cadence de production", même si, par exemple, en l'absence de toute nouvelle commande le procédé conservera, dans certains cas, son état antérieur (et donc ne risque pas d'évoluer vers un état jugé insupportable); c'est le cas par exemple de certains équipements d'atelier.

Cette notion du temps peut être appréhendée par le système de contrôle de deux façons différentes:

- soit il s'agit d'un temps logique: le système de contrôle n'observe l'évolution du procédé qu'à des instants discrets pré-définis; cette perception du temps permet de définir rigoureusement des concepts comme la simultanéité d'événements et la synchronisation, et de préordonner les actions;
- soit il s'agit du temps physique: le système de contrôle observe "en continu" l'évolution du procédé; la définition de la simultanéité doit s'appuyer sur une datation fournie par des horloges physiques (couplées dans le cas réparti) ou doit être remplacée par des concepts comme des relations d'ordre ou de causalité entre événements; toutefois, le système de contrôle peut alors ordonner les exécutions des actions en fonction de leurs durées et de leurs temps de latence.

Dans les deux cas, la perception par le système de contrôle des instants d'occurrence d'un même événement, et en particulier la perception du temps lui-même, est généralement multiforme, en raison même de la nature parallèle et répartie du système. Rétablir la cohérence de cette perception fait partie des problèmes majeurs rencontrés dans la spécification des applications temps réel.

1.2 - QUELS SONT LES CONCEPTS FONDAMENTAUX ABORDES LORS DE LA CONCEPTION D'UNE APPLICATION TEMPS REEL ?

1.2.1 - PARALLELISME ET SYNCHRONISATION

Comme tout procédé est susceptible de mettre à jour ou d'émettre à n'importe quel instant une variété de signaux (mesures ou événements), le système de contrôle peut devoir au même instant traiter simultanément plusieurs de ces signaux. La spécification d'un tel comportement est alors tout à fait naturelle et lisible lorsqu'on l'exprime sous forme d'actions parallélisées; mais ce parallélisme d'expression repose en fait sur l'hypothèse implicite que l'exécution de chaque action sera supportée par un processeur fictif dédié, et que ces processeurs communiquent entre eux instantanément. En première approche, temps réel implique donc parallélisme d'exécution. En fait, ce parallélisme d'expression peut conduire à un parallélisme d'implantation qui peut, soit être vrai sur un nombre fixé de processeurs réels (asynchrones), soit être traduit en un pseudo-parallélisme consistant en le repliage des activités de plusieurs processeurs fictifs sur un processeur réel. Mais ce repliage doit alors garantir que le traitement de chaque action respecte son échéance définie par le cahier des charges.

C'est pourquoi, la réalisation de ce parallélisme peut différer selon le niveau d'abstraction envisagé:

- lorsqu'une action est considérée comme une opération atomique, alors satisfaire les échéances d'un tel ensemble d'actions peut se ramener à ordonner leurs exécutions sans jamais en interrompre une seule (en l'absence de comportement fautif). Si en outre les durées d'exécution des actions peuvent être considérées comme instantanées (vis-à-vis des dynamiques du procédé), alors l'expression du parallélisme des actions, de leurs éventuelles relations de précédence et de synchronisation, ainsi que des conditions événementielles de leurs exécutions peut être traduite sous la forme d'un automate duquel tout parallélisme a disparu: c'est typiquement le cas de l'approche synchrone qui offre, en outre, un cadre formel de spécification des applications répondant à ces hypothèses. On notera que l'automate produit peut être réparti dans le système de contrôle.
- si, par contre, les hypothèses de l'approche synchrone ne sont pas satisfaites, par exemple par les communications inter-processeurs dans une architecture répartie, ou, parce que le temps d'exécution de certaines opérations étant lié aux dynamiques du procédé, leurs durées d'exécution ne peuvent être considérées comme instantanées (ou sont variables en fonction du degré du parallélisme), ou parce que le procédé présente une variété de dynamiques aux temps de réponse très différents, alors l'approche asynchrone doit être envisagée. Les actions du système de contrôle pourront alors être préemptées (par un arrêt d'urgence, un changement de mode de marche, ..), et leurs conditions de reprise d'exécution devront être définies. Dans ce cas, le parallélisme "naturel" des actions est implémenté soit sous la forme d'un pseudo-parallélisme (exécutions enchevêtrées dans une même unité de traitement), soit sous la forme d'un vrai parallélisme (exécutions assurées par plusieurs unités de traitement), soit par les deux: c'est typiquement le cas de l'approche asynchrone.
- soit par une combinaison de ces deux techniques.

Le parallélisme qui émerge dans la phase de spécification d'une application temps réel modélise en fait le comportement externe du système de contrôle; ce parallélisme peut se retrouver lors de la conception de l'application, surtout lorsque l'architecture du système de contrôle est répartie. Mais ce parallélisme ne doit pas masquer les contraintes temporelles (temps de réaction) définies par l'application. Ces problèmes temporels s'additionnent donc à ceux posés par algorithmique parallèle, comme la synchronisation, l'accès aux ressources partagées, la détermination des propriétés de sûreté, vivacité ou validité... Le temps réel soulève donc un ensemble de difficultés spécifiques présentées ci-dessous:

Objectif

Spécification d'une application temps réel

Solutions, Outils et Problèmes

Solutions et outils (ou concepts) existants:

- modèles et langages synchrones
- mécanismes de synchronisation et langages structurants asynchrones (exprimant les conditions d'exécution et de synchronisation des actions temps réel),
- outils graphiques,
- réseaux de Petri variés (par exemple stochastiques),
- logique temporelle.

Problèmes non résolus:

- absence de modélisation générale des systèmes temps réel, et définition d'un modèle "noyau" de ces systèmes.
- en algorithmique parallèle asynchrone, expression des contraintes temporelles et des contraintes de cohérence,
- passerelles entre langage structurant et langages de programmation des actions, entre langages synchrones et asynchrones: nécessité de développer un langage structurant applicatif unique,
- modélisation à objets des entités manipulées (événements et actions) et de leurs interactions,
- taxonomie des outils et techniques existantes accompagnée de la portée de leur utilisation,
- spécification des contraintes de performances et de sûreté des systèmes.

1.2.2 - ORDONNANCEMENT

La synchronisation de tâches étant correctement maîtrisée, il convient alors de concevoir des systèmes de contrôle offrant, c'est à dire garantissant (avec une probabilité ou sous des hypothèses spécifiées), les temps de réaction définis dans le cahier des charges de l'application. Ceci pose plusieurs types de problèmes:

- l'évaluation des temps de réponse dans un système dont l'architecture matérielle est fixée, et dont le temps de réponse des composants élémentaires est connu;

- la définition de l'architecture matérielle garantissant les temps de réponse imposés par l'application, et ce sous les contraintes de sûreté de fonctionnement spécifiées;
- l'ordonnement des tâches concurrentes sous les contraintes imposées par une synchronisation correcte de façon à satisfaire les temps de réponse souhaités;
- le placement de tâches sur les processeurs disponibles garantissant les contraintes temporelles spécifiées avec la politique d'ordonnement adoptée.

Naturellement, la conception d'un ordonnancement doit s'appuyer sur un modèle de représentation du comportement temporel d'une application, qui permette ainsi son évaluation, donc la définition d'analyseurs de performances. On notera que si un ordonnancement peut être pré-défini dans des cas simples, il doit être dynamique dans de nombreux cas:

- soit il s'agit d'un ordonnanceur contenant une politique d'ordonnement fonction d'attributs dont la valeur évolue au cours du temps (comme l'échéance ou le nombre de processeurs disponibles);
- soit l'ordonnanceur contient un ensemble d'algorithmes d'ordonnement dont la commutation est fonction de l'état du système de contrôle.

Remarque: il est important de noter que le respect des échéances (bornes temporelles en temps physique) de certaines actions peut être, dans certains cas, imposé par le cahier des charges de l'application (par exemple pour garantir l'intégrité du procédé et de son environnement), soit être spécifié sous la forme d'une moyenne et d'un écart type. La première classe d'applications porte souvent le nom d'applications à contraintes temporelles strictes, la seconde d'applications à contraintes relatives.

Objectif

Ordonnement sous contraintes temporelles et de dimensionnement

Solutions, Outils et Problèmes

Solutions et outils existants:

- politiques d'ordonnement dynamique "optimales" (cas centralisé) en l'absence de fautes et intrusions,
- outils de modélisation analytique et de simulation de politiques d'ordonnement,
- heuristiques de placement de tâches sur un architecture répartie pour les cas simples.

Problèmes non résolus:

- dérivation des fonctions de coût temporel (en termes de bornes ou d'écart-type) lors des raffinements de la spécification,
- conception de l'architecture matérielle supportant les contraintes temporelles (temps physique) requises, en association avec des techniques de répartition des actions non contraintes à résidence et de la politique d'ordonnement choisie,
- politiques d'ordonnement en présence de fautes et intrusions,
- heuristiques de placement de tâches sur un architecture répartie tolérant les fautes,
- politiques d'ordonnement pour le cas réparti.

1.2.3 - SURETE DE FONCTIONNEMENT

Puisque temps réel implique suivi de l'évolution du procédé à des instants pré-définis ou conditionnés par des occurrences d'événements, l'apparition de fautes ou d'intrusions risque d'altérer la fidélité de ce suivi, de provoquer l'arrêt de certaines fonctions de commande du système informatique de contrôle, et donc de laisser dériver l'état du procédé vers des états inacceptables. Pour tenter d'éviter ce type d'altération (tout au moins pour les fautes dont les probabilités d'occurrence sont les plus élevées ou risquent d'engendrer des comportements destructifs), il est nécessaire d'envisager, dès la conception de l'application, les politiques de tolérance aux fautes à appliquer en de tels cas.

Une faute, c'est à dire la source d'une erreur, peut être soit le fait de l'instrumentation du procédé (capteurs ou actionneurs), soit due à un comportement incorrect d'un constituant du système de contrôle (mémoire, carte d'interfaçage, rupture ou bruitage entretenu de voie de communication, intrusion...), soit enfin résulter de la conception ou de la programmation de l'application. L'erreur résultante affecte alors généralement la valeur des commandes appliquées au procédé, mais elle peut également provoquer le dépassement de la date d'échéance d'une ou plusieurs actions.

La technique générale de mise en oeuvre d'une politique de tolérance aux fautes repose sur la redondance, c'est à dire en l'ajout au système d'éléments matériels ou de logiciels qui ne sont pas strictement fonctionnels, et sur des techniques spécifiques de reconfiguration automatique basées sur du matériel redondant. On distingue alors la redondance statique ou masquante associée à la compensation des erreurs et les redondances dynamiques (active ou passive) qui requièrent un mécanisme disjoint de détection des erreurs. Certaines de ces techniques impliquent une redondance matérielle associée à la redondance logicielle, d'autres n'engendrent qu'une redondance logicielle.

Dans un contexte temps réel, les techniques de redondance masquante offrent l'avantage d'être bornées en temps d'exécution, mais elles peuvent s'avérer pénalisantes puisque l'exécution redondante de certaines actions peut monopoliser les unités de traitement au détriment d'autres actions; satisfaire alors les contraintes temps réel peut alors conduire au sur-dimensionnement du système de contrôle. En outre, la redondance n'est pas toujours aisée, voire même possible, pour tolérer des fautes générées par un capteur et surtout par un actionneur (si les altimètres de l'Airbus sont tripliqués, il n'en est pas de même de ses volets d'aile). Enfin, on notera qu'une erreur temporelle (dépassement d'échéance) ne doit pas être détectée au moment de son occurrence, car il est alors généralement trop tard pour tenter de la compenser, mais devra être anticipée. Mais la compensation de telles erreurs par recouvrement, impliquant la réinsertion d'informations, pourra engendrer des délais de récupération non-négligeables.

Ces remarques illustrent le fait que le temps réel pose des problèmes particuliers de détection de certaines erreurs spécifiques, liées au temps ou à la connexion du système de contrôle au procédé. Ainsi que le temps réel introduit la nécessité de développer des politiques spécifiques pour traiter certains cas particuliers de fautes: le traitement d'un dépassement d'échéance pourra nécessiter la mise en oeuvre d'algorithmes dégradés (de 2ème urgence) dont les instants d'exécution devront être conditionnés par l'apparition de dates "au plus tard" évaluées dynamiquement. De même, le traitement de certaines erreurs pourra éventuellement nécessiter la mise en oeuvre de politiques de reprise en arrière qui devront être définies en fonction du

comportement du procédé contrôlé, et donc sur des états jugés sains du procédé (et non pas seulement du système de contrôle).

D'où la liste suivante des outils et problèmes spécifiques de tolérance aux fautes:

Objectif

Tolérance aux fautes matérielles, logicielles et temporelles

Solutions, Outils et Problèmes

Outils existants:

- tolérance aux fautes par redondance masquante, ou dynamique active, passive,
- points de reprise, blocs de recouvrement,
- modèles markoviens pour l'analyse de performances en présence de fautes,
- mémoire stable.

Problèmes non résolus:

- consensus distribué en temps contraint,
- commutation en modes dégradé et retour en modes principaux,
- reconfiguration dynamique en temps contraint,
- modèle quantitatif prenant en compte les temps de récupération des fautes,
- expression dans les langages structurants des conditions événementielles de reprise,
- outils de simulation pour la CAO / IAO de systèmes répartis temps réel devant tolérer les fautes,
- maintien de cohérence de structures de données en copies multiples en temps contraint.

1.3 - QUELS SONT LES PROBLEMES RENCONTRES LORS DE LA SPECIFICATION ET LE DEVELOPPEMENT D'UNE APPLICATION TEMPS REEL ?

1.3.1 - SPECIFICATION ET OUTILS DE MISE EN OEUVRE

Le développement d'une application temps réel engendre tout d'abord un ensemble de problèmes classiques aggravés dans le domaine du temps réel par le nombre des outils à mettre en oeuvre:

- tant lors de la spécification, la conception, la modélisation, la validation, la répartition des fonctions, la simulation, la mise au point, l'analyse de performances, la qualification de l'application ..
- que lors de sa mise en oeuvre: protocoles de communication, exécutifs, processeurs spécialisés, fonctions de conduite par l'opérateur..

Il apparaît en outre que la démarche, et donc les outils, à appliquer pour spécifier ou développer une application temps réel sont souvent spécifiques, et dans de nombreux cas n'existent pas. C'est en particulier le cas de la spécification des cas d'exception (où la méthode SADT ne suffit pas) et de la spécification des contraintes temporelles. C'est, par exemple, également le cas de techniques de modélisation qui pourraient servir d'outil d'évaluation en ligne du comportement temporel d'une application.

Objectif

Outils généraux d'aide au développement

Problèmes

Problèmes mal résolus:

- outils d'aide à la rédaction de spécifications non ambiguës, non contradictoires décrivant les modes de fonctionnement nominaux et exceptionnels attendus,
- outils de vérification de cohérence et de complétude de la spécification,
- environnement de programmation,
- intégration des différents outils dans un poste de travail,
- assemblage des différents outils d'implémentation conservant le bornage des temps de réponse des actions,
- outils de développement et de mise au point avec analyse des performances temporelles,
- prise en compte des contraintes de mise en oeuvre matérielle (architecture, intégration de certaines fonctionnalités en "dur"),
- outils d'aide à la qualification technique (recette)
- outils logiciels interactifs (graphiques) de supervision et diagnostic en ligne,
- outils d'aide à la conduite par l'opérateur et d'interfacage homme-machine

1.3.2 - DEVELOPPEMENT ET MISE EN OEUVRE: CENTRALISE, REPARTI**Objectif**

Mise en oeuvre dans un environnement centralisé par un exécutif temps réel

ProblèmesProblèmes mal résolus:

- standardisation des primitives et des services offerts par un exécutif temps réel,
- robustesse et portabilité des exécutifs sur différents processeurs et sous différents systèmes exploitation utilisés en phase de développement,
- ordonnancement et répartition en environnement multi-processeurs,
- adéquation aux services et fonctionnalités offerts par les processeurs à haut degré de parallélisme (Transputer) ou type Risc,
- développement de co-processeurs spécialisés dans la gestion des objets temps réel,
- interfaçage des entrées/sorties temps réel et des périphériques spécifiques.

Mise en oeuvre dans un environnement réparti par protocoles de communication et exécutif temps réel distribué

Problèmes mal résolus:

- désignation logique des objets permettant leur visibilité dans un univers réparti (et ce qui autorise leur migration dynamique),
- cohérences de copies multiples d'objets avec accès en temps réel,
- protocoles de bout en bout à ordonnancement temps réel des messages, et tolérant les fautes et les intrusions,
- construction d'un temps global,
- historisation datée des événements,
- protocoles de communication de gestion des objets application intégrant les contraintes temporelles,
- protocoles de communication dédiés à la diffusion cohérente (dans le temps et dans l'espace) de mesures et de commandes,
- outils de spécification et simulation de protocoles à contraintes temporelles de transmission de messages,
- accès concurrent réparti aux ressources partagées garantissant la ponctualité dans les cas synchrones et asynchrones

On trouvera en annexe une suite de fiches techniques qui décrivent plus finement quelques problèmes spécifiques de développement des exécutifs et des protocoles de communication temps réel. On y remarquera naturellement que la difficulté de spécification et de conception de tels outils réside dans le souci de voir respecter, à l'exécution, la ponctualité des actions délinées dans le cahier des charges de l'application; on notera aussi que ces développements sont également dépendants de l'évolution de la technologie (processeurs spécialisés, machines et protocoles très haut débit ..).

1.4 - QUELLES SONT LES ACTIONS ET RECHERCHES A PROMOUVOIR EN TEMPS REEL ?

A l'issue des travaux menés par le groupe de réflexion, il apparaît qu'en France certaines activités relatives au temps réel ont d'ores et déjà atteint un niveau international reconnu.

Il paraît évident qu'il faut les aider à s'y maintenir, ainsi qu'à confirmer la qualité de leurs approches en soutenant leur projection dans le milieu industriel. C'est le cas, par exemple, des langages synchrones, des réseaux de Petri (notamment stochastiques), des exécutifs, ainsi que des protocoles de communication à vocation temps réel.

En outre, il apparaît nécessaire de stimuler et promouvoir des actions de recherche sur des thèmes soit déjà en cours de développement dans l'environnement de recherche français, soit sur des sujets nouveaux dictés en particulier par l'évolution des matériels et des techniques, et qui s'avèrent d'importance essentielle pour la conduite d'applications temps réel.

C'est le cas par exemple:

- des langages asynchrones et de la modélisation des objets temps réel,
- de l'ordonnancement et de la répartition sous contraintes temporelles,
- de la spécification d'architectures matérielles dédiées au temps réel
- des algorithmiques et protocoles pour systèmes à hautes performances,
- de techniques de tolérance aux fautes en temps contraint et en environnement réparti,
- des outils d'aide à la spécification, à la validation, à la simulation et à l'analyse de performances de systèmes soumis à contraintes temporelles et tolérant les fautes,
- des outils logiciels de mise en oeuvre, comme les exécutifs répartis et les protocoles transactionnels de communication intégrant les contraintes temporelles, et adaptés aux nouveaux processeurs et interfaces spécialisés.

Enfin, il est essentiel de soutenir la mise en place ou la poursuite de travaux de normalisation d'intérêt évident et qui concrétisent une compétence nationale indéniable (comme le projet Sceptre).

C'est pourquoi le groupe recommande:

de stimuler la coordination des équipes de chercheurs automaticiens et informaticiens qui travaillent dans le domaine de l'informatique industrielle sans toujours se connaître (en France comme en Europe) grâce à la mise en place d'un Programme de Recherches Coordonnées, qui plus que tout autre devra offrir des modalités ouvertes de coopération et notamment avec l'industrie, comme des groupes de travail, des journées de présentation, des colloques, des publications d'articles de synthèses;

- de définir un programme détaillé d'enseignement du temps réel (avec plan de cours "standard") à l'intention de l'enseignement supérieur;
- de développer quelques projets communs ambitieux pour mettre en place des outils (ou produits prototypés) de développement d'applications temps réel et d'aide à la maîtrise de la complexité de gros systèmes, et ce grâce à des aides financières substantielles permettant la constitution et le fonctionnement de noyaux permanents de collaboration industriels-chercheurs;
- de soutenir une action destinée à l'établissement d'un cadastre des équipes et projets relatifs au temps réel (France, Europe), le recensement des résultats déjà existants, et l'élaboration d'une taxonomie des outils et techniques actuellement développés en laboratoires, accompagnée de critères permettant d'évaluer l'adéquation de ces outils aux problèmes concrets rencontrés dans le monde industriel.

ANNEXE

2 - FICHES TECHNIQUES

2.1 - LES PROBLEMES SPECIFIQUES DU TEMPS REEL

Ce sont des problèmes qui ne sont pas abordés par l'informatique classique; ils sont dûs essentiellement à la prise en compte du temps comme contrainte logique de base et non comme facteur de performance, et aux impératifs de sûreté qui obligent à considérer la panne comme un phénomène normal.

- Protocoles de communication à contrainte temps réel
- Maintien dans un système réparti d'un temps global et cohérent avec le temps physique
- Synchronisation d'horloges
- Gestion de l'interdéterminisme
- Gestion de copies multiples avec accès en temps réel
- Algorithmes pour la sûreté de fonctionnement en univers incertain (communications, traitements et votes fiables ou atomiques, avec contrainte de délai)
- Réseaux tolérant les fautes
- Protection pour confinement du logiciel de sécurité
- Spécification et "validation" des algorithmes comportant des contraintes de temps
- Modèles qualitatifs ou quantitatifs prenant en compte le temps, la répartition et les pannes
- Matériels spécialisés sur le plan fonctionnel ou sur celui de la tolérance aux fautes ou aux environnements hostiles d'atelier
- Langages pour la spécification ou la programmation du temps réel
- Preuves de programmes temps réel
- L'évaluation des performances, en termes de bornes plus qu'en terme de moyennes
- La gestion des priorités, des échéances, des sections critiques
- L'ordonnancement temps réel avec échéances, et éventuelle élimination de travaux de 2ème urgence
- La standardisation de protocoles temps réel associés aux capteurs et aux actionneurs
- Placement des fonctions sur une architecture répartie
- Le transactionnel temps réel
- La possibilité de coupler les environnements d'exécution en temps réel et les environnements riches en utilitaires, mais peu temps réel
- Conception de systèmes embarqués non réparables
- Conception de systèmes de sécurité (au sens de "catastrophe")

C. KAISER - CNAM

2.2 - EMERGENCE D'UNE THEORIE DES SYSTEMES TEMPS-REEL AUTOUR DES MODELES DE LA PROGRAMMATION SYNCHRONE

On peut distinguer très grossièrement quatre phases dans la genèse d'un système temps-réel.

- La spécification en termes d'objectifs: macro-assemblages de composants pré-définis, spécification de composants "à la demande",...
- La spécification fonctionnelle du système temps-réel: séquencements, synchronisations, logiques, parallélisme
- Etude des contraintes imposées par le doublon "répartition/temps-réel physique" simulation et évaluation
- Définition du système réalisant la mise en oeuvre répartie, et de ses protocoles.

Ces quatre phases sont en général traitées avec des formalismes étrangers les uns aux autres:

- SADT, et autres outils de spécification, CAO diverses...
- chaque constructeur a son langage, on peut aussi trouver du GRAFCET, et dans le meilleur des cas de l'ADA...
- réseaux de Petri temporisés, files d'attente...
- couches-logiciel des réseaux et exécutifs temps-réel.

Ceci rend difficile le maintien d'une cohérence au cours des phases de développement du système. Il paraît donc essentiel de développer des études aboutissant à un modèle-noyau qui puisse être le dénominateur commun à toutes les phases de développement. Les automaticiens disposent d'un vecteur unique supportant commande, identification, apprentissage...: la notion de "système dynamique" et la "théorie des systèmes" qui lui est associée. Cette théorie permet de caractériser les systèmes par des invariants, et de préciser quelles sont les transformations que l'on peut leur faire subir sans modifier leur fonctionnalité.

Dans le domaine du temps-réel, les défrichements effectués autour de la programmation synchrone permettent d'envisager un vecteur similaire pour effectuer les transformations requises avec maintien de la cohérence. Un développement d'études en ce sens constituerait le coeur d'une discipline "temps-réel" émergente.

A. BENVENISTE - IRISA

2.3 - CONCURRENCE ET CONTRAINTES TEMPORELLES

Les solutions connues au problème de la synchronisation des traitements parallèles à ressources partagées (ou, en d'autres termes, au problème de l'accès concurrent distribué) sont basées, d'une part, sur des techniques à estampilles/tickets ou sur des techniques à verrouillage et, d'autre part, sur des techniques à détection/résolution ou évitement d'interblocage.

Les algorithmes correspondant à ces solutions confèrent aux systèmes (répartis) toutes ou certaines des propriétés de sûreté (safeness), vivacité (liveness) et validité (correctness)

Ces solutions induisant des phénomènes d'attente ou d'annulation et retour-arrière (roll-back), il est extrêmement difficile de prouver si, et dans quelles conditions, la propriété de ponctualité (garantie d'initialisation et de terminaison en des délais physiques impartis) est obtenue. Ceci pose un problème fondamental en Temps Réel (réparti asynchrone).

Des solutions à ce problème sont connues lorsque sont faites certaines hypothèses restrictives. Par exemple, lorsque l'on ne tient pas compte d'occurrence de fautes ou bien lorsque l'on se ramène (indirectement) au cas des systèmes synchrones.

Il semble que l'on doive poursuivre les efforts de recherche dans deux directions:

- identification de nouvelles solutions dans les deux cas synchrones et asynchrones
- "taxonomisation" (classement multicritères) des solutions connues en fonction, par exemple, de leurs coûts, leurs performances, leurs propriétés.

G. LE LANN - INRIA

2.4 - CONSENSUS DISTRIBUE SUR DES VARIABLES AUTONOMES

Le problème du consensus en environnement distribué a reçu un certain nombre de solutions, pour des hypothèses de fautes variant du plus simple (fail-silent) au plus compliqué (arbitraire), lorsque l'objet du consensus porte sur la détermination de l'état de variables dont l'évolution est contrôlée par le système lui-même (la fin réussie d'un échange multi-entités par exemple).

Lorsque l'on suppose que les variables prennent des valeurs variant (continu, discret) en fonction du temps ou de phénomènes physiques "extérieurs" au système dans lesquels inévitablement intervient la dimension "temps physique", on constate que l'on dispose de peu de solutions au problème du consensus distribué.

La lecture fiable de capteurs ou la synchronisation d'horloges physiques sont des exemples de ces problèmes importants en Temps Réel, pour lesquels il serait souhaitable de:

- disposer de davantage de solutions théoriques
- disposer de davantage de solutions "réalistes" (de coût raisonnable)
- classer entre elles les solutions connues par rapport aux hypothèses faites et par rapport à leurs performances intrinsèques.

G. LE LANN - INRIA

2.5 - LANGAGES SYNCHRONES

Les langages parallèles les plus répandus sont asynchrones, et sont issus des concepts des systèmes d'exploitation en temps partagé: leur modèle d'exécution est l'entre-lacement indéterministe des actions des constituants. Il s'ensuit plusieurs conséquences:

- le comportement en présence de variables partagées par plusieurs constituants est très complexe. Cette difficulté a été traitée en proposant des concepts de communication et de synchronisation, comme le rendez-vous (CSP puis OCCAM et ADA) ou les flots de données dans des langages qui sont moins répandus.
- L'indéterminisme rend le test et la mise au point difficiles.
- La maîtrise et la mesure des temps d'exécution sont, de même, délicates.

Les langages synchrones ont été étudiés initialement pour procurer une programmation naturelle des activités de contrôle/commande. Ils reposent sur le principe de l'exécution simultanée d'actions des constituants, ce qui sous-entend que les actions ne prennent pas de "temps", au sens d'une certaine échelle de temps (discrète ou continue): c'est l'approximation du temps nul. Le modèle d'exécution obtenu est alors déterministe, ce qui a des conséquences importantes:

- on peut compiler un programme parallèle sous la forme d'un programme séquentiel unique, ce qui supprime les temps perdus en basculements de contexte
- sur ces programmes séquentiels, les temps d'exécution peuvent être calculés, et l'approximation du temps nul peut être éprouvée vis à vis du comportement de l'environnement
- la compilation en automate peut être optimisée et peut être utilisée pour mettre en oeuvre des méthodes de vérification formelle de comportements (à la Xesar).

Travaux en France et à l'étranger:

Il existe en France, actuellement trois projets de langages synchrones:

- ESTEREL (INRIA/Ecole des Mines, Sophia-Antipolis), langage synchrone impératif fondé sur le mécanisme unique de communication dit de "diffusion instantanée" de signaux valués. Chaque signal externe définit une échelle de temps, d'où une notion de temps multiforme.
- SIGNAL (INRIA/IRISA Rennes), et LUSTRE (LGI Grenoble) qui sont des langages à flots de données synchrones. Ces langages offrent la possibilité de représenter des flots de données évoluant à différentes échelles de temps (appelées ici horloges). Par leur aspect flots de données, ils sont particulièrement bien adaptés à la description de systèmes de commande et de traitement du signal numériques.

A l'étranger, on peut noter les "state charts" (Weizmann Institute), langage graphique de description structurée d'automates, et SML (Carnegie Mellon), langage impératif de manipulation événements, qui sont dans la lignée d'ESTEREL.

Si les projets cités ont donné lieu à des réalisations (compilateurs) plus ou moins avancées, il reste beaucoup à faire pour parvenir à des outils utilisables dans un contexte industriel. Il faudrait:

- étudier l'interfaçage de ces langages avec des environnements asynchrones, étant entendu que ces derniers resteront sans doute nécessaires
- doter ces langages d'outils de mise au point analogues à ceux qu'on trouve en programmation classique.

P. CASPI - LGI/UGM Grenoble

2.6 - L'APPROCHE ASYNCHRONE

Dans l'approche asynchrone:

- le comportement du système de contrôle est modélisé sous la forme d'un ensemble d'actions dont les instants d'activation sont conditionnés par des occurrences d'événements émis par d'autres actions ou par le procédé contrôlé; comme les temps d'exécution des actions sont supposés liés à leur réalisation effective par le procédé, tout événement peut engendrer la préemption de certaines actions au bénéfice d'autres actions dont l'exécution est alors requise; les conditions de reprise d'exécution de toute action ainsi suspendue doivent alors être définies;
- les actions du système de contrôle définies par l'application sont paramétrées d'une échéance imposée par les dynamiques du procédé à contrôler; cette classe d'application est donc souvent caractérisée par le respect impératif de ces échéances (ou une quantification de leur non-respect) ;
- l'exécution des actions gérées par une même unité de traitement est confiée à un exécutif centralisé; il est construit autour d'un noyau chargé de l'ordonnement dynamique des exécutions des actions en fonction de leurs échéances; ce noyau est encapsulé par un ensemble d'agences dont le rôle est d'offrir aux actions un ensemble de services de manipulation des objets qui en conditionnent l'exécution ou la coopération: les tâches, le temps, les événements, les boîtes aux lettres, la synchronisation, etc ...
- lorsque l'application est distribuée dans un réseau de calculateurs, l'exécutif réparti chargé de l'exécution de l'ensemble des actions de l'application est constitué d'exécutifs centralisés qui coopèrent entre eux via un protocole de communication; cet exécutif réparti constitue alors une machine virtuelle qui offre aux actions une visibilité identique des objets qui en conditionnent l'exécution ou la coopération, que ces objets soient locaux ou distants, que leur résidence soit permanente ou qu'ils soient susceptibles de migrer;
- les techniques de tolérance aux fautes ne doivent pas seulement être envisagées pour les cas de défaillance du système de contrôle (station, voie de communication, logiciel...) mais également pour les cas de défaillance partielle du procédé contrôlé; la poursuite du contrôle du procédé dans un mode de marche dégradé peut alors nécessiter la préemption d'actions en cours et la reprise du contrôle dans un état jugé sain du procédé.

Le langage ELECTRE (LAN - Nantes) constitue un exemple de langage structurant asynchrone qui vise à répondre à ce type de problèmes.

J.P. ELLOY - LAN / ENSM

2.7 - RESEAUX DE PETRI ET SYSTEMES TEMPS REEL

Les réseaux de Petri (RdP) sont utilisés depuis un quart de siècle dans les laboratoires d'informatique et d'automatique du monde entier dans la modélisation des systèmes discontinus, discrets ou séquentiels (selon la terminologie propre à chaque domaine). Leurs propriétés mathématiques ont été étudiées: elles en font, à ce jour, un outil de validation formel connu et facilement utilisable.

Différentes définitions de RdP ont été progressivement introduites avec notamment les RdP généralisés, les RdP stochastiques et les RdP colorés. La dynamique d'une application temps-réel se traduit en termes d'états et de transitions entre états, notions qui s'incarnent dans les concepts de place marquée et de transition, base de la structure graphique d'un Réseau de Petri. La complexité des applications industrielles chiffrée en nombre d'informations traitées trouve une expression concise dans l'utilisation des marquages colorés.

Les modèles obtenus peuvent être soumis à des algorithmes de validation bien connus (méthode des invariants par exemple). Cette première utilisation d'un modèle permet l'analyse des spécifications de l'application qu'il représente et la recherche des propriétés de cette application. Le même modèle servira dans les opérations de simulation après temporisation des places représentatives des activités. La variable temps est ainsi introduite.

Enfin le RdP utilisé en validation et simulation sera implanté sous la forme d'un modèle synchronisé et interprété. Interpréter un RdP revient à décrire l'interface procédé-système de commande. L'outil RdP, asynchrone, est dès lors utilisé en synchronisme avec le procédé selon une approche type automate programmable.

L'utilisation des RdP stochastiques se retrouve dans l'étude de la fiabilité et de la sûreté de fonctionnement des systèmes temps-réel. Une chaîne RdP stochastiques a été constituée qui permet une évaluation des systèmes complexes, informatiques notamment.

De nombreuses expériences ont permis de mettre en évidence et d'évaluer l'apport des Réseaux de Petri dans la description et l'implantation des applications temps-réel. Les RdP, longtemps outils de laboratoire, tendent aujourd'hui, devant la complexité croissante des installations industrielles et devant les besoins en conception et exploitation qu'elles expriment, à gagner le terrain de l'entreprise.

Un pas important et décisif reste à franchir qui fera véritablement des RdP un outil de commande utilisable par les ingénieurs de l'industrie. pour cela il convient de faire porter l'effort:

- sur la définition d'une famille restreinte de RdP suffisante pour couvrir les besoins et pouvant à terme déboucher sur une norme et sur la méthode d'utilisation qui doit l'accompagner,
- sur l'étude des relations entre la structure d'application et les activités décrites par ailleurs dans différents langages,
- sur l'utilisation des RdP dans l'implantation sûre des applications, notamment dans le cas des applications réparties; les aspects synchronisation avec le procédé et sûreté de fonctionnement doivent être particulièrement approfondis en relation avec les études menées sur les réseaux locaux,
- enfin sur l'intégration des RdP dans une approche plus large de l'automatisation des procédés incluant d'autres techniques (d'intelligence artificielle par exemple) susceptibles de compléter les modèles RdP dans l'appréhension des problèmes qui présentent une composante non séquentielle.

Les travaux menés en France depuis de nombreuses années par différentes équipes sont aujourd'hui reconnus par la communauté scientifique internationale; les résultats obtenus dans un domaine peu développé aux Etats-Unis constituent un point fort de la recherche française en automatisation des procédés et systèmes temps-réel. Le potentiel accumulé participe à l'éventail des recherches sur les systèmes temps-réel et doit être considéré et exploité dans ce cadre.

P. LADET - ENSM ST ETIENNE

2.8 - OUTILS D'AIDE A LA CONCEPTION

En matière de conception de systèmes, le problème de la dérivation rigoureuse des spécifications d'étape $n + 1$ à partir de l'étape n n'a toujours pas reçu de réponse satisfaisante pour des cas réalistes de systèmes répartis.

A ce jour, on recourt à des outils, tels que des "prouveurs" de théorèmes, des "vérificateurs" de propriétés, des compilateurs validés pour introduire la rigueur nécessaire lors de certaines étapes du processus de conception. Des outils de test et de validation sont également employés afin d'obtenir des taux de couverture aussi proches de 1 que possible.

Pour le Temps Réel, l'emploi d'outils de dérivation ou de vérification des propriétés comportementales (logiques) n'est pas suffisant. Il est nécessaire de dériver et de vérifier le maintien des propriétés physiques essentielles, à savoir les performances (délais, débits, capacités requises, etc.) et la tolérance aux fautes (et intrusions). Des outils tels que les "solveurs" analytiques, les simulateurs événementiels ou les "scrutateurs" d'activité stochastiques sont indispensables.

Bien que certains outils soient disponibles aujourd'hui (Veda, Xesar, RdPS, QNAP2, Sphinx...), seulement certains d'entre eux sont adaptés au Temps Réel. De plus, l'effort indispensable qui consisterait à "homogénéiser" ces outils n'a pas été entrepris (par exemple valider logiquement avec Xesar un algorithme spécifié, en Estelle puis dériver automatiquement ces spécifications en C++ afin de valider les performances physiques avec Sphinx).

Il paraît nécessaire d'encourager ce type de développement, dans la mesure où ces outils sont tout à fait indispensables à la réalisation aussi rigoureuse que possible des systèmes (répartis) Temps Réel.

G. LE LANN - INRIA

2.9 - EVALUATION DE PERFORMANCES

L'évaluation des performances d'un système nécessite l'élaboration d'un modèle (i) de l'environnement du système (ii) de l'algorithmique et de l'architecture propres au système, (iii) de leur implantation, (iv) des conditions opérationnelles.

Ces modèles sont basés sur des formalismes connus (réseaux de files d'attente, chaînes de Markov, réseaux de Petri, etc...) et décrits via des langages généraux ou spécialisés. Des outils, qui ont pour but de "résoudre le modèle", produisent les grandeurs caractéristiques représentatives des performances du système (par exemple, moyennes, écarts-types, bornes supérieures/inférieures de délais, débits, longueurs de files d'attente, capacités de traitement, temps de recouvrement de fautes, etc...).

Les outils utilisés actuellement sont de trois types: solveurs analytiques, simulateurs événementiels ou scrutateurs d'activités.

Le choix pour un outil d'un type particulier dépend essentiellement de trois critères de nature différente, qui sont:

- adéquation de la sémantique de l'outil au problème posé (i.e. nature de la modélisation des points (i) à (iv))
- efficacité à l'exécution et qualité des résultats produits (précisions, intervalles de confiance)
- qualité des environnements de développement et d'exploitation (aspects ingénierie du logiciel tels que interfaces graphiques interactives, ou gestion automatisée des données produites).

Les solveurs analytiques ne sont envisageables que pour les cas "canoniques" (par exemple, lois de Poisson pour (i), lois exponentielles pour (ii) et (iii) et conditions parfaites pour (iv)).

Les scrutateurs d'activités de type Markovien sont bien adaptés aux études de "performabilité" (étude de la variation des performances nominales en fonction d'hypothèses multiples de fautes, point (iv)).

Les simulateurs événementiels sont les mieux adaptés aux autres cas (étude des performances sous hypothèses quelconques, analyse de sensibilité, analyse de réponse impulsionnelle), supplantant d'autant plus les scrutateurs d'activité en termes d'efficacité et de précision que les modèles sont finement décrits.

La tendance observée joue en faveur d'outils basés sur les "normes" logicielles en vigueur les plus récentes (par exemple, langage général tel que C ou C++, interfaces telles que X11, Unix, etc.) permettant de bénéficier d'environnements de développement efficaces et de rendre les portages aisés.

Ces outils font partie de la panoplie des aides indispensables à la conception des systèmes Temps Réel (voir fiche "outils d'aide à la conception").

G. LE LANN - INRIA

2.10 - EVALUATION DES PERFORMANCES ET DE LA SURETE DE FONCTIONNEMENT DES SYSTEMES TEMPS REEL PAR LES RESEAUX DE PETRI STOCHASTIQUES

L'une des caractéristiques des systèmes temps réels est qu'ils fonctionnent sous des contraintes de synchronisation beaucoup plus complexes que les systèmes informatiques de gestion ou scientifiques. L'outil privilégié de l'évaluation de performances des systèmes informatiques classiques (les réseaux de file d'attente) n'est donc pas adapté car il n'y est pris en compte aucun schéma de synchronisation.

Les Réseaux de Petri stochastiques (RdPS) sont une généralisation de la notion de réseaux de files d'attente utilisant comme outil de description du comportement qualitatif sous-jacent la notion de Réseaux de Petri qui est l'un des outils les plus répandus de la représentation de la synchronisation.

Un modèle décrit en termes de Réseaux de Petri stochastiques permet donc d'une part la spécification et la validation qualitative de son fonctionnement, et d'autre part l'évaluation des performances du modèle (s'il n'est pas trop important) sous une hypothèse de temporisation obligatoire. La classe des RdPS la plus facilement calculable est la classe des RdPS markoviens homogènes.

Les différents sujets de recherche de la théorie des RdPS concernent:

- la définition formelle des RdPS,
- l'obtention de propriétés de conservation et de propriétés stationnaires,
- le calcul du régime permanent et du régime transitoire.

Les différents sujets de développement portent sur la programmation d'outils logiciels et l'utilisation industrielle des modèles RdPS.

G. FLORIN - CNAM

2.11 - RECONFIGURATION DANS LES SYSTEMES TEMPS REEL REPARTIS TOLERANT LES FAUTES

Le non respect de certaines échéances temporelles strictes doit être considéré en temps réel comme une défaillance du système informatique qui prouve alors son incapacité à fournir le service attendu défini dans les spécifications de l'application. Dès lors, pour éviter que le système présente de telles défaillances, le concepteur de l'application temps réel est amené à définir, au moment de la conception de l'application, des stratégies pour tolérer les fautes parmi lesquelles on trouve différentes formes de redondances pouvant se traduire par la commutation en mode dégradé, la reprise en arrière, etc.

Un cas particulier de mécanisme de tolérance aux fautes peut être mis en place dans le cas où les tâches de l'application sont réparties dans différentes stations interconnectées en réseau, pour traiter les fautes dues à la panne d'une ou plusieurs de ces stations. Cette technique consiste alors à remplacer les tâches résidant sur les stations défaillantes par leurs images ou des versions dégradées, de façon à reconfigurer l'ensemble de la partie applicative sur les sites restés sains. C'est la reconfiguration dynamique de tâches.

Cette technique est un mécanisme incontournable de tolérance des fautes dues aux pannes de stations, dans les systèmes ne supportant que la redondance dynamique passive, impliquant donc qu'une seule copie de chaque tâche est active à tout instant. Cette technique permet également de maintenir le degré de multiplicité de la redondance dans les systèmes supportant une redondance statique avec vote, ou une redondance dynamique active, c'est à dire lorsque plusieurs copies d'une même tâche sont simultanément actives.

Cette phase de reconfiguration dynamique doit être menée de façon à satisfaire, a priori ou a posteriori, les contraintes temporelles et de résidence des tâches imposées par l'application. La reconfiguration devient donc un problème de placement des tâches sur des processeurs répartis. Ce type de problème a été déjà largement étudié en l'absence de contraintes temporelles, et est formulé sous la forme d'un problème d'optimisation sous contraintes. Dans le cas des applications temps réel, il se traduit analytiquement par la minimisation d'une fonction de coût qui représente les taux d'utilisation temporels des différents processeurs, les coûts temporels de communication,....; malheureusement, il appartient à la classe des problèmes NP-complets. Pour obtenir une solution en temps borné, il devient donc nécessaire de résoudre ce problème par différentes approches, éventuellement sous-optimales (par la théorie des graphes, la programmation entière, les méthodes heuristiques), et de procéder à la détermination de la solution par anticipation partielle sur l'occurrence de pannes de stations, ce qui justifie le développement de toutes nouvelles démarches.

O. ROUX - LAN / ENSI²

2.12 - RESEAUX ET PROTOCOLES TEMPS REEL

La plupart des réseaux (WAN) et des protocoles normalisés aujourd'hui (ISO/OSI ou CCITT) ont tous été conçus dans une optique d'applications télématiques grand public, à une époque où les capacités de transmission, de calcul et de stockage étaient limitées. D'où le souci, évident à l'analyse des solutions retenues, d'optimiser ces dernières, en fonction d'hypothèses particulières concernant d'autre part la nature du "bruit" ambiant (probabilités d'erreurs de transmission).

Depuis l'apparition des réseaux locaux, une nouvelle race de protocoles (MAC) fait l'objet d'une normalisation (ISO 8802). Néanmoins, bien que les capacités de transmission, de calcul et de stockage soient radicalement différentes, les mêmes protocoles (au-dessus de la couche MAC) continuent à être utilisés, ceci conduisant à des performances parfois ridicules.

Pour ce qui concerne le Temps Réel, cette situation est très peu satisfaisante:

- d'une part, les performances assurées par les solutions normalisées sont non seulement insuffisantes dans la plupart des cas, mais, de plus, non garanties. En effet, les "services" offerts sont de nature probabiliste.
- d'autre part, et ce indépendamment des ordres de grandeur considérés, de nombreux services ayant un sens en Temps Réel sont totalement absents des solutions normalisées. On peut citer, par exemple, les services de type "échantillonnage", "alarme fiable" ou "concentration".

Il paraît nécessaire d'encourager des recherches sur les sujets suivants:

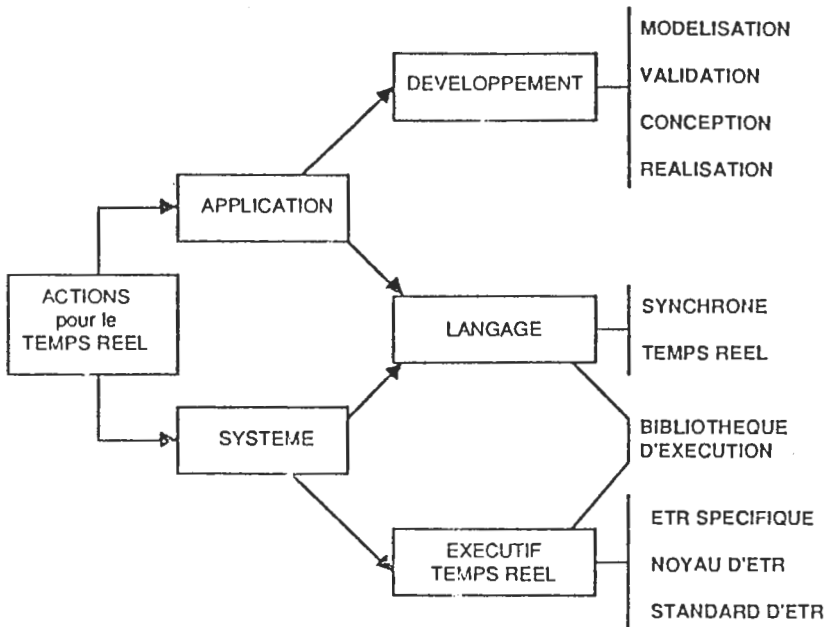
- protocoles MAC pour réseaux à haut débit
- protocoles de bout-en-bout à fonctionnalités temps réel
- architectures réseaux/protocole tolérant les fautes et les intrusions
- relations existant entre protocoles MAC déterministes et algorithmes d'ordonnement global de messages.

G. LE LANN - INRIA

2.13 - LES EXECUTIFS TEMPS REEL

Le schéma de la page suivante présente de façon synthétique les principaux axes de recherche dans le domaine du temps réel, et permet ainsi de situer l'activité Exécutifs Temps Réel dans ce contexte général.

Les travaux réalisés ces dernières années dans le domaine des Exécutifs Temps Réel (ETR) peuvent être regroupés en trois parties: le développement d'ETR spécifiques, l'étude de noyaux d'ETR et la définition de standards d'ETR.



Le développement d'ETR spécifiques

C'est la part la plus importante (en quantité) des travaux réalisés dans cette branche. Les développements ont été faits par secteur d'application et le plus souvent sans base réelle c'est à dire sans développement ni de méthodologie.

Notons dans le cadre des outils spécifiques que beaucoup de travaux ont été réalisés pour donner à des systèmes d'exploitation une couleur temps réel. Ces travaux ont permis soit de détacher du cœur des systèmes d'exploitation un noyau d'exécution pour des réalisations temps réel, soit d'établir des ponts pour permettre la sous-traitance de travaux par des processeurs spécialisés temps réel.

L'étude de noyau d'ETR

Afin de faciliter la réalisation des exécutifs, plusieurs noyaux d'ETR ont été étudiés. Citons par exemple MASCOT (standard britannique), TC8 (EWICS) et SCEPTRE.

Le projet SCEPTRE a notamment fourni un grand nombre de réalisations en France tant dans le domaine industriel que dans l'enseignement et la recherche. Initialisé au BNI ce projet répondait à un triple besoin: préciser les concepts et le vocabulaire du temps réel, standardiser un noyau minimal et général permettant la réalisation d'exécutifs en langage haut-niveau, introduire une méthode de construction des exécutifs en tenant compte de l'existence de besoins très diversifiés des applications et des langages de programmation.

La définition de standard d'ETR

A l'heure actuelle il n'existe principalement qu'une seule proposition de standard d'ETR: il s'agit de la norme IEEE Standard Specifications for Micro-processor Operating System Interfaces. Cette norme est une norme fermée qui ne pourra satisfaire dans l'avenir de nombreux besoins des applications temps réel. Aucune proposition n'a été faite, ni au niveau national, ni au niveau européen.

De nouveaux éléments sont venus modifier ces dernières années le paysage du développement des ETR dans le domaine industriel:

- le développement des micro-processeurs de très grande puissance;
- l'apparition de coprocesseurs spécialisés intégrant un grand nombre des mécanismes de base auparavant pris en charge par les noyaux d'ETR;
- l'introduction de microcircuits et des cartes d'entrées / sorties intelligentes s'appuyant sur des bus normalisés ou des réseaux, allégeant les contraintes de temps traditionnelles;
- l'apparition des transputers offrant un haut degré de parallélisme;
- le développement de machines tolérant les fautes.

Parallèlement, le marché a exprimé de nouveaux besoins:

- disposer d'un noyau d'ETR ouvert, c'est à dire supportant une variété de logiciels haut-niveau,
- nécessité de s'adapter à des configurations physiques très variables, donc de disposer d'un interface stabilisé garantissant d'une réelle portabilité des applications définies en langage C, Pascal ou Ada,
- prendre en compte les aspects de disponibilité et de sécurité, ce qui implique la robustesse des ETR et la conception de nouveaux services spécifiques (contrôle spatial et temporel, vérificateur d'invariants, délais de garde..).

Dès 1985, le groupe SCEPTRE avait entrepris des travaux dans cette direction, interrompus à la suite de la dissolution du BNI. C'est pourquoi il paraît important et urgent de mener les travaux du groupe SCEPTRE à leur terme.

J.E. HANNE - CNET

2.14 - LES NOUVEAUX PROCESSEURS

Les systèmes temps réel reposent sur des noyaux de systèmes d'exploitation dont les performances sont importantes pour le bon fonctionnement d'une application.

Le TRANSPUTER est un microprocesseur qui gère des processus parallèles. C'est un premier exemple de microprocesseur à noyau système temps réel intégré. Les performances sont extrêmement attrayantes, pour le temps de commutation de processus, par exemple.

L'étude de l'intégration de noyaux de systèmes temps réel, associée à des architectures de processeurs RISC paraît une voie de recherche très prometteuse. Il est nécessaire d'étudier, en terme d'architecture, les fonctions qui doivent être supportées de façon câblée ou microprogrammée, par rapport à la complexité correspondante et aux performances recherchées. Le choix des fonctions systèmes à intégrer présente la même problématique que le choix d'un jeu d'instructions pour un microprocesseur.

G. MICHEL - APTOR

2.15 - UN EXEMPLE DE SYSTEME DE CONCEPTION DES APPLICATIONS TEMPS REEL

La méthode TOCCATA (Technique d'Organisation de Conception par Comportements Abstraits et Types Abstraits) a été proposée afin de fournir un guide méthodologique permettant d'organiser la conception préliminaire des systèmes à forte composante temps-réel et en particulier des systèmes de contrôle de processus industriels. Son principe consiste à séparer explicitement des aspects réactifs et transformationnels des systèmes. Ceci permet d'exprimer la conception en utilisant un formalisme du haut niveau qui peut s'adapter à des environnements d'exécution très variés du type "langages synchrones" ou "moniteurs classiques et langages séquentiels".

Dans la démarche proposée, l'aspect réactif est envisagé d'abord. C'est lui qui permet de dégager l'architecture du système en forme d'une composition des processus communiquant par des messages/signaux/événements. Rien d'original en fait, si ce n'est la démarche qui permet d'aboutir à un tel résultat. Elle s'appuie sur les trois principes de décomposition suivants:

- abstraction: un (sous)système est représenté par son comportement
- hiérarchisation: le système est décomposé en sous-systèmes (sous-comportements) moins complexes, eux-mêmes décomposables,
- encapsulation: les sous-systèmes (sous-comportements) communiquent par des services spécialisés-protocoles

La décomposition se fait en trois axes:

- l'axe de raffinement permettant d'exprimer la hiérarchie structurelle de sous-systèmes; les feuilles de cette hiérarchie sont les processus réellement implémentés
- l'axe temporel exprimant l'ordonnement des sous-systèmes à l'intérieur d'un (sous) système
- l'axe opérationnel qui exprime les interactions des sous-systèmes.

L'aspect transformationnel du système est traité après l'aspect réactif et peut être résolu par une des techniques basées sur les types abstraits (comme MACH, une des méthodes orientées objets...)

J. SZYMANSKI - CGEE/ALSTHOM

2.16 - PROBLEMES LIES AU FLUX D'INFORMATIONS

Les installations à automatiser de taille importante (comme les laminoirs) peuvent être hiérarchisées en quatre niveaux:

- niveau des automates: ils traitent les automatismes réflexes et les régulations élémentaires (vitesse, serrage, cage, cisailles ..);
- niveau des micro-processeurs de synchronisation des automates du 1er niveau;
- niveau des calculateurs de conduite, gestion et optimisation en ligne, qui élaborent les consignes en fonction du planning de production;
- niveau de l'informatique de gestion, laquelle élabore les planning de mise en fabrication.

Les fonctionnalités allouées aux différents niveaux de cette hiérarchie ne sont pas aussi strictement définies qu'il pourrait paraître au premier abord; on constate en particulier une certaine tendance à déplacer le traitement des problèmes bien maîtrisés vers les couches basses de la structure, et à reporter vers les couches supérieures ceux sujets à multiples modifications et mises au point.

A cette hiérarchie de fonctionnalités et d'équipements informatiques associés correspond une hiérarchie de réseaux de communication inter-équipements aux fonctionnalités et performances différentes selon les couches. En effet, les temps de réaction aux phénomènes diffèrent sensiblement selon le niveau concerné: au bas de la structure, les délais de traitement seront de l'ordre de la dizaine de millisecondes, les micro-processeurs devront traiter les fonctions qui leur sont allouées avec une échéance de l'ordre de 100 millisecondes, les calculateurs de conduite décideront et dialogueront avec un temps de réponse d'une seconde, et la gestion d'usine répondra à la demande dans un délai d'une minute. C'est pourquoi il a fallu abandonner toute idée d'interconnexion de tous ces équipements informatiques par un seul réseau de communication à vocation universelle.

Il est donc important, pour le bon fonctionnement d'une telle structure hiérarchisée, que tous les niveaux perçoivent les mêmes informations de façon cohérente; c'est par exemple absolument indispensable pour les données que l'étage des micro-processeurs doivent transmettre aux calculateurs de conduite pour l'élaboration des consignes.

A. D'ANDREA - SOLLAC

2.17 - LISTE DE LABORATOIRES IMPLIQUES DANS LE TEMPS RÉEL

Parmi les laboratoires de recherche universitaires dont certaines équipes opèrent dans le domaine du temps réel, on peut, par exemple, mentionner celles ci-dessous, qui représentent un nombre de chercheurs équivalent temps plein supérieur à 50:

CNAM	Kaiser Florin Natkin
CRIN - Nancy	Thomesse
ENS Mines - St Etienne	Ladet
IDN - Lille	Gentina
INRIA - Rocquencourt	Le Lann Flajolet Fayolle Sedillot
INRIA - Sophia Antipolis	Berry Bacelli Boudol Borrelly

IRISA - Rennes (UA CNRS 227)	Beneveniste Le Guernic
LAAS - Toulouse (LP CNRS 8001)	Courvoisier Valette Powell Deswartes
LAMM - Montpellier	Prunet
LAN / ENSM - Nantes (UA CNRS 823)	Elloy Roux Molinaro Trinquet Deplanche
LGI - Grenoble (UA CNRS 398)	Halbwachs Caspi Mossière Sifakis
MAST - Paris VI (UA CNRS 818)	Girault Chretienne

A cette liste il faut, bien sûr, rajouter tous les organismes et sociétés industrielles qui consacrent une part significative de leur activité au temps réel. C'est le cas par exemple, de:

CHET, CNES, DRET, EDF, RENAULT, ONERA, PECHINEY, SFIM, SNIAS, SAGEM, MATRA, BULL, SA, CGEE, MERLIN GERIN, APTOR, APRIL, TELEMECANIQUE, MARBEN, VERILOG, CISI, SYSECA, SEMA-METRA, VALORIS, 3IP, AI, ARC, INCOM, STERIA, COMSIP...

J.C. FRAVAL - SEMA/METRA

LICENCE "INFORMATIQUE ET ENSEIGNEMENT"
(Projet de l'Académie de Lille)

1 - EN GUISE D'INTRODUCTION

Le document qui suit résulte d'une réflexion menée par un groupe de formateurs de l'Académie de Lille :

Claude BARATTE, Jean-François BERTHON, Michel BINSE,
Jean-Pierre DUPUIS (Rapporteur), Pierre LESPAGNOL,
Renée LETORET, Patrick MEAUX, Jacqueline POLNECQ,
Renaud SILVESTRI, Luc VAISSIERE.

Depuis l'expérience des 58 lycées (1972-1976) qui vit l'informatique effectuer une timide apparition dans l'enseignement secondaire, l'évolution est considérable, et la place prise maintenant par l'informatique dite pédagogique pose de redoutables problèmes aux enseignants utilisateurs : Que leur demande-t-on dans leurs établissements ? La formation dont ils ont bénéficié jusqu'ici leur permet-elle d'assumer pleinement leurs différentes tâches ? Et, sur un plan tout à fait différent mais tout à fait essentiel, quel impact peut avoir, sur le déroulement d'une carrière, l'investissement personnel dans ce type d'innovation pédagogique ? Un groupe de formateurs de l'Académie de Lille a tenté de faire le point et vous propose ici quelques éléments de réflexion prospective.

2 - LA SITUATION ACTUELLE DANS LES ETABLISSEMENTS

2.1 - EN COLLEGE

En collège, pour le moment, l'ordinateur c'est essentiellement, du fait du matériel livré (le nanoréseau : 6 ou 8 M05 THOMSON reliés à un semi + ou - compatible), une certaine conception de l'Enseignement Assisté par ordinateur : à la fois individuel (chaque élève en principe dispose d'un micro) et convivial (le réseau permet un travail collectif, en particulier les échanges entre postes). Le bon fonctionnement du site requiert deux types de qualification :

L'enseignant "lambda" y vient dans le cadre de sa discipline pour travailler, à l'aide de didacticiels spécifiques, tel ou tel point du programme en fonction d'une progression pédagogique. Son objectif n'est pas de "faire de l'informatique", mais bien du français, des maths ou de la géographie. Ses connaissances strictement informatiques doivent en faire un utilisateur suffisamment averti pour, devant ses élèves, maîtriser parfaitement l'utilisation courante de la machine et des logiciels, et lui permettre en outre de se tirer des

Le responsable du site, lui, doit posséder un bagage informatique plus important : il est l'homme-ressource capable d'apporter un soutien logistique aux collègues :

- il gère la logithèque,
- il assure la petite maintenance,
- il possède une connaissance approfondie et la pratique des

logiciels,

- il est en mesure de proposer différentes stratégies pédagogiques d'utilisation de tel ou tel logiciel,
- il possède des connaissances de base en programmation (impérative, applicative, etc...);

Il est souvent amené à encadrer des activités péri-scolaires : entre autres, le club informatique, et s'il s'agit d'un site IPT (ce qui est le cas de la majorité), il doit également répondre aux demandes des associations qui y ont normalement accès.

Dans ce cadre d'action, les connaissances informatiques -pour indispensables qu'elles soient- ne suffisent pas : didactique de l'informatique, possibilités et limites de l'EAO, informatique et sciences de l'éducation, autant de thèmes fondamentaux sur lesquels l'animateur doit avoir des connaissances solides.

2.2 - EN LYCEE

2.2.1 - E.A.O.

En lycée, on retrouve l'EAO et les exigences sur ce plan sont donc identiques à celles rencontrées en collège, toutefois le parc des matériels disponibles est beaucoup plus hétéroclite, du fait de l'implantation plus ancienne de l'informatique dans ces établissements : cela va des vieux 8 bits (logabax, silz II et III, micral, etc...) aux 16 bits actuels, en passant éventuellement par le nanoréseau. La formation de base en informatique du responsable de site doit donc être particulièrement solide.

2.2.2. Option Informatique

Le second volet de l'informatique dans les lycées est constitué par l'option informatique dont il convient de bien pénétrer l'esprit :

1. L'option est un enseignement à caractère général

2. Les connaissances techniques sont donc présentées de façon précise mais suffisamment générale pour permettre à l'élève de suivre l'évolution des techniques.

3. L'option doit offrir un apprentissage de méthodes de travail, dans le cadre d'un processus général de résolution de problèmes (développement de capacités d'analyse, de synthèse, de rigueur d'expression et d'efficacité).

4. Elle doit enfin viser à faire prendre conscience des enjeux économiques, sociaux et culturels de l'informatique :

- histoire et épistémologie de l'informatique
- économie et informatique
- informatique phénomène culturel
- informatique et communication
- les métiers et les qualifications de l'informatique
- les aspects juridiques et éthiques de l'informatique.

En fonction de ces objectifs, le recrutement des professeurs chargés de l'option se fait selon un cahier des charges extrêmement exigeant :

- le professeur de l'option ne doit pas être perçu comme un spécialiste, il doit continuer à enseigner sa discipline d'origine dans les classes où il enseigne l'informatique

- pour la même raison, l'enseignement de l'option doit être assuré par une équipe pluridisciplinaire : littéraires, géographes, physiciens, etc... sont sollicités au même titre que les mathématiques

- le niveau de compétence requis en informatique est celui atteint à l'issue d'un stage d'une année en université ou celui d'une formation universitaire de second cycle en informatique

- à cette compétence informatique doit s'ajouter une formation complémentaire orientée vers la didactique de l'informatique

- un suivi universitaire permet de garantir le niveau scientifique de l'enseignement

2.2.3. Enseignement professionnel

Troisième volet de l'informatique dans les lycées : l'enseignement professionnel et technique. On ne peut enseigner convenablement la bureautique, la DAO, la CAO, etc... sans de solides connaissances de base en informatique, même si l'objet de l'enseignement n'est pas directement informatique.

2.3. - LES BESOINS EN FORMATION

Cette analyse de la situation dans le second degré montre bien que les besoins de formation des professeurs utilisant à un titre ou un autre l'informatique dans leur enseignement sont complexes :

- Il leur faut de solides connaissances informatiques, tant dans le domaine du matériel que dans celui du logiciel d'autant plus que les jeunes se montrent souvent plus à l'aise que les adultes dans la manipulation des machines et des logiciels. Le professeur n'a certes pas à tout savoir, mais il se doit de ne pas se ridiculiser devant sa classe.

- Il leur faut dominer les problèmes posés par l'irruption de l'informatique dans la société : aspects juridiques, économiques, professionnels, politiques, etc...

- Il leur faut enfin avoir acquis la maîtrise pédagogique de ce nouvel outil : ses possibilités et ses limites, les différentes stratégies d'utilisation, ses effets médicaux et psychologiques sur l'enfant, l'adolescent, l'adulte, faute de quoi on risque de reproduire purement et simplement avec l'informatique les schémas didactiques du passé.

3 - LE DISPOSITIF LILLOIS

Dans l'académie de Lille, particulièrement sensibilisée à l'apport des technologies nouvelles, l'informatique pédagogique a connu un développement spectaculaire, grâce à une collaboration exemplaire entre la région et le rectorat :

Dès l'année scolaire 83-84, le Conseil Régional lance un vaste plan d'équipement, le PRII (Plan Régional d'Initiation à l'Informatique) qui, sur 5 ans, permettra de doter 800 sites, la MAFPEN (Mission Académique de Formation des

Personnels de l'Education Nationale) se chargeant d'assurer la formation des personnels. 1985 : c'est l'irruption du plan IPT qui démultiplie l'effort régional et suscite du même coup un besoin accru de formation. Simultanément se met en place une politique de développement de l'option informatique dans les lycées. Pour qu'un tel effort aboutisse, il a fallu initier les enseignants utilisateurs, prévoir l'encadrement et l'animation des sites, former les professeurs de l'option, mettre en place une formation continuée pour faire face à l'évolution considérable du matériel et des logiciels. La collaboration entre le rectorat, les universités et la région a permis de faire face à la situation grâce à une structure nouvelle de type pyramidal : l'ensemble CURFIP, CAFIP et CARFIP.

Une structure universitaire, le CURFIP (Centre Universitaire de Recherche et de Formation à l'Informatique Pédagogique) dispense une formation lourde (750 heures) destinée aux formateurs et professeurs de l'option.

L'ensemble des trois CAFIP (Centre Académique de Formation à l'Informatique Pédagogique) assure le lien entre l'université et le terrain : ils épaulent le CURFIP dans ses tâches de formation et d'expérimentation, et coordonnent, chacun dans sa zone géographique, le travail des 20 CARFIP (Centre d'Appui, de Ressources et de Formation à l'Informatique Pédagogique), chargés, eux, de répondre concrètement aux besoins des établissements (Initiation, animation, etc...).

L'ensemble des formateurs et des professeurs actuels de l'option est issu de ce réseau de centres lourds. Le programme de formation des stages CURFIP est établi en collaboration par des universitaires de Lille 1 (contenu scientifique) et par des formateurs de réseau (contenu pédagogique et professionnel). Ces formations n'ont jusqu'ici donné lieu à aucune délivrance de diplôme, le recrutement des formateurs à l'issue du stage terminal étant assuré par une commission de la MAFPEN.

Les formés "lourds" ainsi recrutés ont assuré à la fois la formation des animateurs de sites dans les CAFIP (en liaison avec le CURFIP et donc l'université, selon un programme constituant le premier module de la formation lourde), et celle des simples utilisateurs dans les 20 CARFIP de l'Académie.

Parallèlement à ce cycle de formation, un nombre croissant d'enseignants a commencé à s'inscrire de son propre chef à la licence informatique et, l'ayant acquise, a demandé à s'insérer dans l'équipe des formateurs. Un stage spécifique, axé sur la préparation au métier (aspects pédagogique et professionnel), a donc été mis en place à leur intention par le CURFIP.

Ce dispositif, sur lequel une évaluation précise est d'ailleurs en cours, a fait la preuve de son efficacité (cf statistiques) en permettant à l'Académie de Lille de garder sa place d'avant-garde, comme cela ressort des entretiens que les principaux responsables ont pu avoir récemment avec le représentant du Ministère, M. ARSAC.

Toutefois l'évolution rapide de la situation pose un certain nombre de problèmes :

Tout d'abord nous nous trouvons devant deux types de formateurs également compétents dans leur métier : les titulaires de la licence, et les autres qui ont suivi le cursus CAFIP-CURFIP. Les premiers disposent d'un diplôme reconnu, les autres non ; ces derniers risquent, à plus ou moins long terme, d'être éliminés du circuit, sans que leur compétence et leur savoir-faire soient en cause.

Une solution consisterait à leur demander d'acquérir la licence ; mais dans sa formule actuelle, elle ne répond pas vraiment aux besoins spécifiques de l'Education Nationale, car exclusivement consacrée à l'informatique au sens strict, de plus elle est très difficilement accessible à ceux qui ne disposent pas d'une solide formation mathématique, elle est même interdite aux formateurs non titulaires du DEUG, ce qui est le cas de certains (instituteurs, PEGC, PLP, ...) . La base de recrutement des formateurs et professeurs d'option risque donc à terme de se réduire aux seuls professeurs de mathématique, ce qui est absolument contraire à la pluridisciplinarité voulue en informatique pédagogique.

4 - LES OBJECTIFS A PRESERVER

Il semble donc souhaitable de faire évoluer le système actuel de formation en informatique, en tenant compte d'un certain nombre d'impératifs apparemment difficilement conciliables :

1. La licence d'informatique doit demeurer au niveau scientifique élevé qui est actuellement le sien : il n'est pas question de dévaloriser le titre.

2. Pour répondre aux besoins spécifiques de l'Education Nationale, une licence d'enseignement semble souhaitable dans la discipline informatique. Cette nouvelle licence peut s'envisager par aménagement de la licence actuelle ou création d'une licence spécifique. Si licence spécifique il y a, elle doit être de niveau équivalent à la licence actuelle. Le choix, pour un postulant, de la licence d'enseignement plutôt que de la licence "pure" ne doit en aucun cas résulter d'une plus grande facilité de l'une par rapport à l'autre.

3. Cette licence d'enseignement doit avoir un recrutement largement pluridisciplinaire (ce qui signifie qu'aucune discipline n'est exclue, mais également qu'aucune n'est privilégiée).

4. Pour assurer le haut niveau de l'ensemble de ses modules, il semble souhaitable d'associer à sa conception les universités de Lille I (pour la partie informatique) et Lille III (pour la partie touchant aux sciences de l'Education).

5. Il apparaît en outre souhaitable que les formateurs actuellement recrutés et qui ne souhaiteraient pas (ou seraient dans l'impossibilité de) s'inscrire à cette licence voient leur compétence officiellement reconnue au niveau réel qui est le leur (du fait de leur formation initiale et de leur pratique professionnelle). Il serait en effet regrettable de léser ceux grâce à qui le système fonctionne actuellement de façon satisfaisante, donnant à l'Académie de Lille une place de leader dans ce domaine.

6. Il faut enfin faciliter le renouvellement de l'équipe de formateurs.

En un mot, l'objectif fondamental est la création d'une licence originale, qui pourrait s'appeler "licence d'informatique et enseignement", accessible, selon

des modalités à définir (cf plus loin), à tout titulaire d'un DEUG, quel que soit ce DEUG.

5 - QUELQUES PROPOSITIONS

Pour résoudre au mieux le problème de la formation en informatique en fonction des paramètres énumérés ci-dessus, on peut imaginer un certain nombre de changements :

1) L'université pourrait créer une licence d'informatique et enseignement selon le schéma suivant :

- une structure fondamentalement identique à celle de la licence actuelle : 4 ou 5 modules de base obligatoires (on pourrait éventuellement scinder en deux le module AMI le plus lourd) associés à un ensemble de modules optionnels. Aux options actuellement existantes on en ajouterait d'autres, centrées sur les sciences de l'éducation (didactique de l'informatique, informatique et société, etc..., prises en charge par Lille III) et riches de potentialités pour la pédagogie (Systèmes experts et Intelligence Artificielle, logiciels professionnels, etc...).

- la licence d'enseignement ne se distinguerait de l'autre que par le choix obligatoire d'une ou plusieurs options à orientation pédagogique, et par le module pédagogique pratique suivi dans le cadre du CURFIP (correspondant en gros à l'actuel niveau 3 spécifique aux licenciés).

- l'accès à cette licence serait autorisé :

- * aux titulaires du DEUG A

- * aux titulaires d'un autre DEUG et d'un Certificat préparatoire délivré par l'université (éventuellement dans le cadre du CURFIP)

- * aux ex-stagiaires CURFIP titulaires d'un DEUG qui auraient accepté de se soumettre à un contrôle de leurs connaissances durant et à l'issue de leur stage, contrôle qui leur donnerait le certificat préparatoire et les dispenserait de certains modules de la licence

- La durée de validité du certificat préparatoire et des dispenses obtenues pourrait être limitée à un ou deux ans.

2) Pour monter un tel projet, on peut envisager d'associer l'ensemble CAFIP-CURFIP à l'université de Lille I. Il délivrerait un Diplôme Professionnel d'informatique pédagogique, assimilable à un DEUG ou à un DEUST et donnant qualité de formateur et de professeur de l'option dans le secondaire. La formation ainsi dispensée se structurerait en plusieurs modules (niveau 1, 2, 3) avec validation intermédiaire au niveau 1 donnant droit à la qualification d'animateur de site.

Ce diplôme professionnel permettrait en outre de s'inscrire en licence avec dispense des UV dont le programme aurait déjà été étudié au CAFIP (par exemple : programmation), dans les conditions énoncées plus haut.

Dans cette hypothèse, les formateurs actuellement en fonction pourraient se voir reconnaître le diplôme rétroactivement selon des modalités à définir, et le recrutement pluridisciplinaire d'animateurs, formateurs, et professeurs de l'option pourrait se poursuivre en fonction des besoins du rectorat.

3) Pour faciliter l'accès à la licence des professeurs non mathématiques, le CAFIP-CURFIP pourrait organiser des modules préparatoires, dont le contenu et les méthodes seraient à définir en fonction des besoins : conceptualisation mathématique, etc...

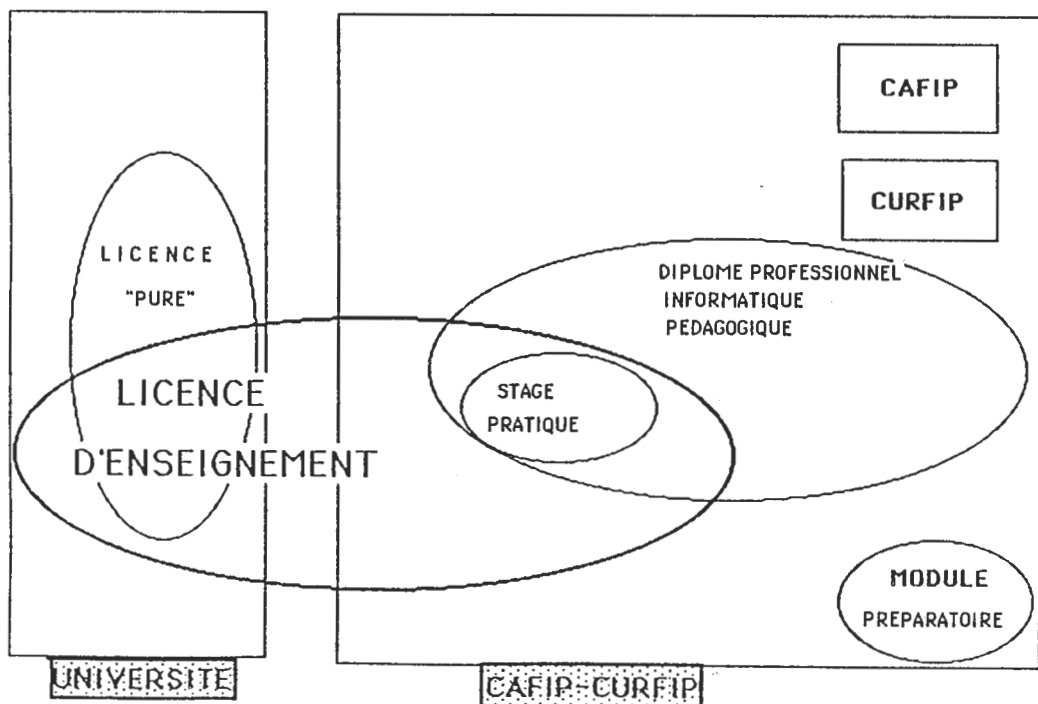
On créerait ainsi, entre le cursus universitaire traditionnel (DEUG + licence) et le cursus CAFIP-CURFIP un système de passerelles particulièrement intéressant : un étudiant issu du DEUG et titulaire d'une licence "pure" pourrait en faire une licence d'enseignement en passant les options qui lui manqueraient éventuellement puis en suivant le module CURFIP.

A l'inverse, un enseignant suivrait d'abord la filière CAFIP-CURFIP, puis passerait en licence, après avoir si nécessaire suivi les modules préparatoires.

Ces propositions nées de plusieurs années d'expérience dans l'informatique pédagogique devraient permettre d'ouvrir un vaste débat sur les orientations à définir en ce domaine. C'est le souhait que nous formulerons en terminant : nous serions heureux, en ce qui nous concerne, de recueillir les réactions et suggestions des lecteurs.

J. P. DUPUIS, Directeur du CAFIP
51, rue Fénelon
59 000 LILLE

PROPOSITION DE STRUCTURE



BILAN DES STAGES POST-DUT INFORMATIQUE 1987-1988

I - FINALITE

Le DUT est maintenant assez bien connu des entreprises et le niveau de connaissance acquis globalement satisfaisant..

Néanmoins, les tâches confiées à un technicien supérieur en Informatique deviennent de plus en plus diversifiées : participation à des applications faisant appel à la manipulation de grandes quantités d'informations structurées en bases de données sur des sites nécessitant des connaissances en téléinformatique. A partir du moment où ces applications ont une large diffusion, l'aspect de mise en forme devient primordiale et des connaissances en Informatique graphique deviennent indispensables. Les applications sont de plus en plus complexes et ne peuvent être menées à bout sans une méthodologie rigoureuse. L'Intelligence Artificielle commence à percer, et ses concepts eux-mêmes sont intéressants pour la formation des esprits.

Ajoutons que nos techniciens doivent naturellement savoir s'exprimer et manier une langue étrangère au moins, et nous voyons que le métier d'informaticien demande de plus en plus de connaissances et qu'il nous faut donc adapter notre enseignement en conséquence.

Quels que soient les efforts faits au niveau de la formation initiale en premier cycle, les bases utiles pour comprendre les mécanismes ne diminuent guère.

Pour le moment, les études en IUT sont limitées à 2 ans selon la loi de l'Enseignement Supérieur.

Depuis leur création il y a 20 ans -et c'était un pari à l'époque- les IUT ont montré leur capacité à former des techniciens et à s'adapter. Les modifications de programmes et les évolutions sont constantes et se font en liaison avec la profession.

Il faut bien reconnaître que les formations technologiques ont été difficilement acceptées par les entreprises, et qu'en Informatique, le niveau technicien a été correctement reconnu tant que les Ingénieurs ont été peu nombreux.

Dès lors que les formations Ingénieurs se développent, certaines grandes entreprises en particulier des SSII préfèrent l'auréole des Ingénieurs sans hésiter à leur confier des travaux de réalisation de techniciens, ce qui leur pose souvent des problèmes de carrière.

On peut tout de même se demander, à l'heure où l'Informatique entre dans une certaine industrialisation, s'il est vraiment raisonnable économiquement de construire un secteur entier en ne recherchant que les niveaux les plus élevés de la nation.

En tout état de cause, la presse se fait largement écho de cette évolution, même si elle n'est pas forcément suivie par l'ensemble des sociétés, en particulier les PME. Il est à noter que la plupart des Départements Informatique n'ont jamais reçu autant d'offres d'emploi qu'en 1988.

Nous constatons que nos étudiants sont de plus en plus nombreux à vouloir poursuivre leurs études et que, malgré certains bruits qui circulent, ils y réussissent fort bien. Mais ils sont obligés de rallier des formations qui ne sont pas conçues pour eux au départ et qui donc ne prennent pas en compte leurs acquis.

Aussi l'Assemblée des Chefs de Départements Informatique s'est-elle prononcée pour la mise en place d'un véritable cycle technologique suivant le DUT et pour une réflexion sur la durée des études en IUT.

II - TYPE DE FORMATION

Afin de répondre au désir des étudiants et aux souhaits de la profession et en attendant une modification du cycle initial, huit départements ont mis en place des formations post-DUT (Clermont-Ferrand, La Rochelle, Le Havre, Lyon, Metz, Montpellier, Orsay, Villetaneuse). D'autres ont des projets pour 88-89 dont Aix, Bordeaux, Nancy, Reims, Toulouse.

Ces stages durent de 600 à 900 heures et sont complétés par un stage en entreprise de 12 à 16 semaines.

Ils concernent des groupes de 16 à 24 étudiants et débouchent sur un diplôme d'université.

Les domaines retenus sont le plus souvent, bases de données, informatique graphique, téléinformatique. Certains proposent une orientation Informatique Industrielle.

Quelques formations sont déjà "européennes" :

Metz en liaison avec l'Allemagne

Bordeaux en liaison avec la Grande Bretagne.

Les étudiants sont pour le moment satisfaits de leur formation et ont trouvé des stages sans grande difficulté.

Il nous reste à faire connaître cette filière et à la faire progresser. Il faut aussi souligner que ces stages ont demandé une grande énergie de la part de nos collègues tant dans l'organisation, la recherche de financement que des contents avec la profession.

Martine ROUSSEAU

1
.....
Journées SPECIF 1988
Besançon - 17 et 18 Novembre 1988

L'informatique dans les premiers cycles scientifiques

textes des communications

ouverture

- * M. LUCAS
avant-propos 3

Etat de l'existant

- * P. JULLIEN (Univ. Marseille)
bilan de l'enquête sur les DEUG scientifiques (document séparé)
- * M. GRANDBASTIEN (Univ. Nancy)
l'enseignement de l'informatique dans les lycées: bilan, perspectives 7
- * G.L. BARON (Direction des Lycées)
la naissance de l'informatique comme discipline scolaire de formation générale 15

Quelle informatique enseigner ?

- * G. VIVIER (Univ. Grenoble)
Discussion et bilan d'expériences au sujet des éléments de formation
fondamentale que peut apporter un enseignement d'informatique en 1er Cycle 29
- * C. RANDRIANTSARA (INSA Rennes)
L'informatique dans l'enseignement: dominer la mutation et l'évolution 45
- * O. BARS, F. CORRE, H. L'HELGOUACH, J. MARTELLI, M. UTJES (Univ. Rennes)
Enseignement de l'informatique en section PC à Rennes I 51
- * C. BOISSEAU (Univ. Rennes)
Apports conceptuels de l'introduction d'un enseignement d'informatique dans
les filières biologiques 57
- * N. POLOMBO (Univ. Tours)
Une expérience de l'enseignement de l'informatique en aménagement et
urbanisme 63

Enseigner l'informatique autrement

- * P. MARTIN (Univ. Nantes)
Une expérience d'enseignement de l'informatique en DEUG A2 71
- * F. HEUZE (Univ. Caen)
Informatique en LEA ? 81
- * R.FAVRE-NICOLIN (Grenoble), J. PINCHINAT (Voiron)
Diverses approches de l'informatique dans un enseignement optionnel
au Lycée. 93

Quels outils pour l'enseignement en DEUG ?

- * G. VIVIER (Univ. Grenoble)
Présentation-démonstration du système d'auto-formation TELIMA 101
- * F. MADAULE (Univ. Paris VI)
L'EAO peut-il faciliter l'enseignement de masse de l'informatique ? le cas du
DEUG A à l'Université Pierre et Marie Curie 109

Perspectives d'avenir

- * J.P. BENEJAM, M. POC-PAJET (Univ. Paris VI)
La reconversion à l'informatique des enseignants-chercheurs du Supérieur:
l'expérience de l'Université Pierre et Marie Curie 125

comité de programme : J. Barré, P. Bazex, J.P. Bertrandias, J.C. Boussard, R. Castanet, J. Farré, D. Herman, P. Jullien, M. Lucas, G.R. Perrin, R. Raynaud, P.C. Scholl, J.P. Steen, M. Tréhel, M.C. Vialatte.

LISTE DES ZONES ET DES CORRESPONDANTS

ZONE	NOM
AIX	LE MOIGNE Jean-Louis
AIX IUT	FENEUILLE Daniel
AMIENS	FERMENT Didier
BELFORT	POULENARD Maurice
BESANCON	TREHEL Michel
BORDEAUX 1	CASTERAN Pierre
BORDEAUX IUT	LAFON Pierre
BREST	BEZIVIN Jean
CAEN	ALT René
CHAMBERY	LAURENT Jean-Pierre
CLERMONT	BONNEMOY Claude
COMPIEGNE	CARLIER Jacques
CORTE	DI SCALA Robert
DIJON	CHABRIER Jean-Jacques
GRENOBLE	VEILLON Françoise
LA ROCHELLE	EBOUEYA Michel
LANNION	SIROUX Jacques
LE HAVRE	CHAUCHE Jacques
LE MANS	VIVET Martial
LILLE	LEGUY Jeanine
LIMOGES	GAUTHIER Michel
LYON 1	LOUDIN Emmanuel
LYON 3	FLORY André
LYON ECL	DAVID Bertrand
LYON ENS	MOISY Jean-Louis
LYON INSA	EMPTOZ Hubert
LYON IUT	EYMARD Marie-France
MARSEILLE 1	BOUCELMA Omar
MARSEILLE 2	GIANNESINI Jacqueline
METZ	MERY Dominique
MONTPELLIER	COGIS Olivier
NANCY	PIERREL Jean-Marie
NANTES	HAMEON Jean
NICE	ROUSSEAU Roger
NICE IUT	CHIGNOLI Robert
ORLEANS	GRESSE Christian
ORSAY IUT	HEYDEMANN Marie-Claude
PARIS 1	ROLLAND Colette
PARIS 10	BEZERMAN Henri
PARIS 11	FROIDEVAUX Christine
PARIS 12	FOURNIER Jean-Claude
PARIS 13	PLATEAU Gérard
PARIS 5 EHEI	COT Norbert
PARIS 5 IUT	QUANG Hong-Hoang
PARIS 5 SORBONNE	FROUGNY Christiane
PARIS 6	CHRETIENNE Philippe
PARIS 7	CHAMPARNAUD Jean-Marc
PARIS 8	DALMASSO Gilbert
PARIS 9	BERTHET Charles
PARIS CNAM	KAISER Claude
PARIS ENS	PUEL Laurence

LISTE DES ZONES ET DES CORRESPONDANTS

ZONE	NOM
PARIS ENSET	RAUDRANT Jean
PARIS ENSIA	DUQUENOY Albert
PARIS ENST	GERMA Anne
PARIS IIE	BERTHELOT Gérard
PARIS SUPELEC	VIDAL-NAQUET Guy
PAU	HOCINE Ambrane
POITIERS	BARROUX-SIRIEIX Annette
REIMS	LAVILLE Alain
KENNES 1	MARIE Raymond
RENNES INSA	HERMAN Daniel
RODEZ	DE BARY Christiane
SAINT-ETIENNE	AHRONOVITZ Yolande
SOPHIA INRIA	RENARD Guy
STRASBOURG	DUFOURD Jean-François
TOULOUSE 1	BAZERQUE Georges
TOULOUSE 3	VIGNOLLE Jean
TOULOUSE 3 IUT	CASTAN Serge
TOULOUSE ENSEEIHT	RODRIGUEZ François
TOURS	PROUST Christian

APPEL DE COTISATION SPECIF 1989

L'Assemblée Générale de l'Association du 1er Décembre 1988 a décidé de maintenir la cotisation SPECIF à 100 Francs.

Tous les adhérents de 1988 (et les autres) sont donc invités à envoyer leur règlement au trésorier à l'adresse suivante

SCHNEIDER Michel
Laboratoire d'Informatique
Complexe des Cézeaux
63177 - AUBIERE CEDEX

accompagné de la fiche ci-jointe (indispensable pour les nouveaux adhérents et pour les anciens qui ont changé d'affectation).

NOM :	Prénom :
FONCTION(*):	Grade :
Adresse complète pour recevoir le courrier de SPECIF (professionnelle de préférence) :	
.....	
.....	
Téléphone :	
Etablissement administratif de rattachement (libellé uniquement) :	
.....	
Laboratoire (libellé uniquement) :	
Zone de rattachement :	

(*) enseignant, chercheur,....



SOUSCRIPTION

pour les actes du colloque francophone sur
LA DIDACTIQUE DE L'INFORMATIQUE

L'association *Enseignement Public et Informatique (EPI)* publiera, au cours du premier trimestre 1989, les actes du colloque francophone qui s'est tenu à Paris les 1, 2 et 3 septembre 1988.

Les articles retenus pour ce colloque ont été regroupés dans les principales rubriques suivantes :

- méthodologie de la programmation
- aspects sociaux, économiques et culturels de l'informatique
- outils (matériels et logiciels) d'aide à l'enseignement de l'informatique
- aspects cognitifs
- démarches pédagogiques
- etc.



BON DE SOUSCRIPTION
(valable jusqu'au 15-02-1989*)

Prix spécial de souscription pour un ouvrage de 320 pages environ en format EPI 15x22 cm : 80 FF TTC port compris.

Supplément forfaitaire pour envoi par AVION : 30 FF (par exemplaire).

nombre d'exemplaires.....

prix total (dont avion éventuel)

à adresser à (écrire en MAJUSCULES) :

.....
.....
.....
.....
.....

adresser fiche et chèque (ou bon de commande) à l'ordre de l'EPI à :
EPI - 13 Rue du Jura - 75013 PARIS.

* après cette date, les actes seront vendus 125 FF TTC port compris.

A VENIRdans le PROCHAIN BULLETIN

Liste des documents déjà en notre possession (ou à venir)

- Texte sur les "Neurones" par M. GELENBE
- les MIAGE en 1988
- Rapport ERASMUS par M. FAYARD
- Bilans de rentrée présentés à l'A.G. du 1er décembre 1988
par Mme ROUSSEAU, MM. PERROT et VOIRON
- Organigramme du Ministère par M. COMYN
- Texte sur la responsabilité des enseignants au niveau des TP
par Mme CONNAT (MEN)
- Synthèse des chiffres remis par M. LORHO

AUTRES :

(à communiquer avant le 10 mars 1989)

à l'adresse suivante :

Chantal GRANIER
EHEI
45, rue des Saints-Pères
75006 PARIS
Tél : 47.03.30.09

