

**UNIVERSITÉ PARIS VI**



**INSTITUT  
DE  
PROGRAMMATION  
1963 - 1973**







**L'Institut de Programmation  
a  
dix ans**







**Le mot du Président...**







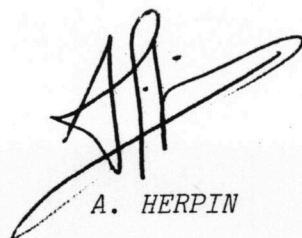
*L'Institut de Programmation a été créé il y a maintenant dix ans par la Faculté des Sciences. Il y avait dans cette création une double novation. D'une part, donner droit de cité à l'Informatique qui, à l'époque, avait encore à faire preuve de son indépendance en tant que discipline. D'autre part, c'était la première fois qu'un enseignement était créé particulièrement pour des étudiants déjà engagés dans la vie professionnelle et qui n'auraient trouvé leur place dans les enseignements traditionnels.*

*Sur ces deux points, ce fut une réussite, qui, il y a quelques années, était trop belle puisque les enseignants de l'Institut de Programmation, valeureux mais en trop petit nombre ont risqué d'être submergés par le nombre croissant des étudiants.*

*L'Informatique est maintenant reconnue comme une discipline parfaitement autonome, ayant ses modes de pensée propres, aussi distincte des Mathématiques qu'elle est de l'Electronique. L'existence de l'Institut de Programmation, U.E.R. à dérogation de l'Université, où les informaticiens peuvent décider entre eux des problèmes qui leur sont propres, y est certainement pour beaucoup.*

*L'autre aspect novateur de l'Institut de Programmation s'appelle aujourd'hui la Formation Permanente dont l'utilité n'est plus à démontrer.*

*Depuis sa création, l'Institut de Programmation a connu bien des modifications, comme tous les êtres jeunes. Il en connaîtra bien d'autres, je le souhaite car ce serait la preuve, si celle-ci restait à faire, de la valeur et du dynamisme de nos informaticiens.*



A. HERPIN





## Table des matières





## TABLE DES MATIERES

L'INSTITUT a 10 ANS

LE MOT DU PRESIDENT

HISTORIQUE

ENSEIGNEMENT

L'Enseignement à l'Institut de Programmation.....	3
Maîtrise d'informatique.....	11
Diplômes de l'Institut de Programmation.....	27
Enseignements de 3ème cycle.....	31
Informatique appliquée .....	45

APPRECIATIONS DU MILIEU PROFESSIONNEL

RECHERCHE

Informatique théorique.....	61
Reconnaissance des formes.....	73
Structure de l'information.....	81
Informatique appliquée.....	89
Informatique opérationnelle.....	99
Systèmes.....	105
Laboratoire d'informatique structurale expérimentale (Lise).....	125

SEMINAIRES

Séminaire de l'Institut de Programmation.....	139
Séminaire d'Informatique Heuristique.....	147
Groupe d'étude sur la théorie des langages formels et la complexité des algorithmes.....	153
Groupe d'étude sur la théorie des graphes et l'informatique.....	155

LIVRES PUBLIES.



**Historique**





L'histoire de l'Institut de Programmation mériterait d'être écrite par des historiens de profession car elle montre, sur un exemple important et précis, la façon dont l'Université Française s'adapte (les esprits chagrins ajouteront "dans les meilleurs cas") à l'apparition d'une science et d'un corps de techniques en rapide expansion. Ces historiens devraient être bien au fait de la donnée fondamentale que constituent la naissance et le développement des calculatrices électroniques, mais on les souhaiterait habiles aussi à manier les concepts les plus subtils, les outils les plus fins de l'histoire des opinions et de la sociologie des attitudes. Bien entendu, ils ne s'en tiendraient pas au seul cadre parisien mais sauraient opérer les indispensables rapprochements avec ce qui se passait, à la même époque, dans les grandes villes universitaires de province : Grenoble, Toulouse et autres ...

N'étant pas l'oeuvre d'historiens, les quelques pages qui suivent ne peuvent viser qu'un but plus modeste : on se propose simplement de fixer quelques points de repère et d'évoquer le travail des pionniers au cours de la "phase obscure". On se propose surtout de rendre justice à la clairvoyance et à la ténacité du Professeur René de POSSEL, premier Directeur de l'Institut de Programmation, qui, aidé de A. LENTIN et L. NOLIN, a conçu l'entreprise et l'a menée à son terme.

\*

\*      \*

Sans doute convient-il pour commencer de rappeler la mémoire du regretté Doyen Joseph PERES, l'un des premiers mathématiciens français qui se soient intéressés au "Calcul Automatique". C'est à son instigation que le Centre National de la Recherche Scientifique avait créé l'Institut Blaise Pascal. En 1960, le Laboratoire de Calcul Numérique, l'une des sections de cet Institut, était dirigé par René de POSSEL qui était d'autre part titulaire de la Chaire d'Analyse Numérique récemment créée à la Faculté des Sciences de Paris. Le colloque organisé à Rome, sous les auspices du Centre International de Calcul, par le même René de POSSEL avait eu quelque retentissement. Emanant de chercheurs universitaires, les demandes de calculs commençaient d'affluer au Laboratoire de Calcul

Numérique dont les modestes machines arrivaient à saturation. Le CNRS envisageait l'achat d'une plus grosse machine ainsi qu'une extension du Laboratoire.

Ouvrons maintenant la chronique.

1961. - Pas de locaux. René de POSSEL, aidé de L. NOLIN et A. LENTIN, a installé son état-major dans les sous-sols, les caves, de l'Institut Henri Poincaré. Des tuyauteries de tout calibre s'enchevêtrent en un décor constructiviste et diffusent en fond sonore de la musique concrète.

A l'époque, il y a peu de programmeurs et guère, pour eux, de formation professionnelle. Les constructeurs parent au plus pressé, puis les gens se forment sur le tas. Dès qu'un programmeur est formé, on se l'arrache. Or, du fait que le statut de ses personnels est basé sur les diplômes universitaires classiques, le CNRS ne peut offrir à ces techniciens d'un type nouveau que des salaires dérisoires, et ne peut donc pas les retenir.

Les conclusions s'imposent. Il faut :

1. créer un enseignement pour former des spécialistes ;
2. leur délivrer des diplômes ;
3. faire reconnaître ces diplômes par la fonction publique, en particulier par le CNRS.

Certes. Mais les difficultés commencent aussitôt. La forme traditionnelle des enseignements des Facultés se montre peu satisfaisante dès lors qu'il s'agit de faire acquérir des connaissances d'un caractère "plus pratique" à des personnes qui n'ont pas nécessairement l'envie, ni peut-être les moyens, de devenir des "étudiants".

D'où la nécessité de définir des enseignements d'un type nouveau. Les premiers linéaments d'un projet sont présentés au Doyen PERES, qui en approuve l'idée. Il devait malheureusement décéder peu de temps après.

1962. - L'Institut Blaise Pascal s'installe, rue du Maroc - un quartier aussi peu universitaire que possible - dans des locaux pittoresques qui ont



abrité au cours du 19ème siècle les activités les plus diverses. On y trouve, assez bien conservée, l'écurie d'un âne. Parallèlement aux activités de construction, aménagement, déménagement, les réflexions se poursuivent et aboutissent à la publication, au mois de Juin, d'une plaquette de 21 pages, intitulée :

Projet de création  
d'un  
DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES TECHNIQUES  
(mention Programmation)  
et d'un

INSTITUT DE PROGRAMMATION.

On y trouve développée l'idée d'un enseignement à trois niveaux :

1. Programmeur-codeur ;
2. Programmeur analyste ;
3. Analyste en Traitement de l'Information.

Les programmes des Cours et Travaux pratiques, les diverses options, tout est minutieusement défini. Les curieux que tenteraient la lecture de ce vieux texte seront probablement frappés par le caractère de "modernité" qu'il conserve - sans doute parce qu'il ne fait aucune concession à la mode ou à la cuisine du moment. Au surplus, il est clair que le niveau 3. déborde largement du cadre de la programmation *stricto sensu*.

Mais il faut aujourd'hui une glose pour ce Diplôme d'Etudes Supérieures Techniques (D.E.S.T.) qui offrait alors aux pionniers la possibilité de s'infiltrer par ruse tactique à travers les bastions de la Défense Universitaire.

Le DEST correspondait au souci constant qu'a l'Enseignement Supérieur de créer des "enseignements courts". C'était à l'époque une sous-licence composée de trois certificats dont un Certificat de Technologie. L'astuce consistait donc à définir un certificat de technologie (ô boulons, ô pistons !) avec mention programmation et à le faire entrer dans le cadre de

la Chaire d'Analyse Numérique. On prouvait ainsi le mouvement en marchant et l'on anticipait sur la création d'un Institut.

Survint alors une autre occasion de se montrer présent. La logique interne des événements conduisit vers l'Institut Blaise Pascal un haut fonctionnaire du Ministère de l'Education Nationale, M. Henri COUARRAZE, qui y dirigeait alors le service de la statistique. M. COUARRAZE caressait le grand projet de réaliser un fichier national des étudiants et, à cette fin, de prendre l'information à la source, c'est-à-dire :

- . dans les déclarations des étudiants au cours de leur inscription ;
- . dans les fichiers des Facultés.

L'Institut Blaise Pascal tentera avec M. COUARRAZE de réaliser une expérience à Paris, notamment à la Faculté des Sciences, où le Doyen ZAMANSKY, et une partie de son entourage, se montrent favorables. Il faut vaincre les réticences du CNRS à participer à une action qui lui paraît de gestion et non de recherche (en fait, elle conditionne toutes sortes de recherches futures en sociologie!).

Un service de saisie est mis en place à la scolarité. L'Institut Blaise Pascal traitera ces données en attendant que l'exploitation soit confiée, sous la forme de travaux pratiques, à nos futurs étudiants.

La vertu étant parfois récompensée, M. COUARRAZE rend à la cause de l'Institut projeté un signalé service en suggérant de faire créer un Institut de Faculté où l'on trouvera liberté plus grande de définir, dans une appropriation maximale aux buts visés, les conditions d'admission, le contenu des enseignements, les diplômes.

Dès lors, les conditions humaines et de milieu devenant plus favorables, la machine administrative peut se mettre en marche : proposition au Conseil de la Faculté des Sciences, proposition au Conseil de l'Université, proposition à la section permanente du Conseil de l'Enseignement Supérieur...

Cependant, tout ce qui concernait les calculatrices électroniques restait à l'époque en dehors du champ conceptuel de la Faculté des Sciences.

Et c'est là qu'il conviendrait de mettre en oeuvre l'histoire des opinions et la sociologie des attitudes. Contentons-nous ici d'une anecdote.

Ayant réussi à "capter" un crédit destiné à l'Université, René de POSSEL et son équipe envisageaient de le faire servir à l'achat de la future machine du futur Institut (il s'agissait d'une Elliott 803 dont la plaisante histoire serait aussi à écrire). Mais la Faculté, peu soucieuse de s'encombrer d'un objet bizarre et suspect, entreprit d'en faire don au CNRS. L'affaire nécessita deux appels de procédure (on a compris qu'il s'agit de procédures administratives tirées de la bibliothèque "Courteline"), l'une pour céder la machine, l'autre pour en négocier le prêt.

1963. - Les cours et travaux pratiques du certificat de "Technologie" avaient lieu régulièrement, suivis par une quinzaine d'étudiants et par quelques auditeurs (dont un professeur de Faculté). On attendait la suite. Enfin le projet de création des diplômes des niveaux 1 et 2 (tout début, on le sait, doit se montrer modeste) et le projet de création de l'Institut de Programmation sont approuvés par la section permanente du Conseil de l'Enseignement Supérieur, avant les vacances de l'été 1963 : cela signifie qu'il faut préparer la rentrée de l'année universitaire 63-64. Le décret Ministériel paraîtra, on le sait, en novembre 1963.

Le Directeur du nouvel Institut est le Professeur René de POSSEL ; il lui faut un adjoint. La personne la plus compétente et la plus qualifiée est incontestablement Jacques ARSAC. Pressenti, il accepte de quitter sa chère Astronomie et il se met aussitôt à la tâche (et de son enseignement naît un cours ALGOL). Mais il attendra encore longtemps sa nomination. Pendant plusieurs mois, le seul enseignant en titre est Maurice NIVAT (alors assistant). Tout le reste des enseignements est délivré par du personnel relevant de la Chaire d'Analyse Numérique (c'est le cas de SUCHARD) où de l'IBP (A. LENTIN et L. NOLIN) ou venu de l'extérieur. Les locaux sont ceux de la rue du Maroc, prêtés aux termes d'une convention, par le CNRS. Dès cette époque, C. GIRAULT apporte son inépuisable dévouement au développement de l'Institut. Pour la petite histoire signalons que le bureau d'ARSAC se trouvait au dessus de l'écurie de l'âne...



Il est créé, placé sous la présidence du Doyen ZAMANSKY, un Conseil d'Administration de l'I.P. Dans les souvenirs que laissent les réunions de ce Conseil, ce qui surnage, ce sont d'épuisantes discussions sur le budget (qui paiera quoi?). Mais, pleins de flair les fondateurs ont confié les questions administratives à une personne dont rien ne peut épuiser l'énergie lucide : elle s'appelait alors Mademoiselle Nicole ZINCK et s'appelle aujourd'hui Madame Bernard ROBINET.

1964.- Il s'agit maintenant de faire créer les enseignements de 3e niveau. Pour démontrer simultanément que des enseignements de ce genre peuvent exister en fait et doivent exister en droit, René de POSSEL avait inventé comme option de Troisième Cycle d'Analyse Numérique un enseignement "non numérique". La chose est piquante, sinon administrativement orthodoxe. Cette option (qui s'appelle en 63 "Problèmes posés par la Traduction Automatique" puis en 64 "Linguistique Mathématique") donne lieu à une sorte de séminaire fréquenté par des chercheurs. Il en sortira des matériaux pour le manuel que rédigent GROSS et LENTIN.

Le Conseil d'Administration est saisi d'un rapport concernant la création d'enseignements au 3ème niveau de l'Institut, enseignements destinés à former des ... Le rapport hésite entre plusieurs dénominations, dont aucune ne paraît entièrement satisfaisante. Il convient de signaler que le titre ingénieux "d'Expert en Traitement de l'Information" est dû à un membre du Conseil, M. STOETZEL, Professeur de Sociologie à la Faculté des Lettres et Sciences Humaines (qui s'est toujours intéressé à l'emploi du calcul dans sa discipline).

Le rapport suggère que la responsabilité des enseignements de 3ème niveau soit confié à une personnalité connue sur le plan international, M. M.P. SCHÜTZENBERGER, alors Professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers, "qu'il serait souhaitable de faire venir à Paris".

En l'année universitaire 1964-65, fonctionnent pour la première fois, les enseignements destinés aux E.T.I. La promotion comprend 13 étudiants dont plusieurs ont été formés à l'Institut.

Il apparaît clairement que l'Institut connaîtra une phase transitoire au cours de laquelle il attirera des personnes déjà en place mais désireuses d'obtenir un diplôme officiel ou de combler certaines lacunes théoriques dans leur formation. Mais à de certains indices on perçoit qu'à l'avenir les étudiants viendront chercher une "filière complète" comme en Faculté. Il faudra donc revoir et harmoniser les programmes dans cette perspective.

1965-66. - Les organisateurs, qui ont voulu d'abord "roder" les enseignements, se sentent maintenant prêts à accueillir les étudiants en plus grand nombre. Ignorance ? Inquiétude ? ceux-ci semblent "bouder". Mais une annonce passée dans le Monde le 20/1/65 produit de l'effet. Les effectifs sont, cette année là :

Niveau 1	:	93
"	2 :	86
"	3 :	80
<hr/>		
Total	:	259

Quant aux forces propres à l'Institut, ce sont :

Corps enseignant - MM. ARSAC et SCHÜTZENBERGER, Professeurs,  
M. ELGOT, Professeur associé,  
M. NIVAT, Maître-assistant,  
Melle CASPI, Assistante,  
MM. GIRAULT, LEMAIRE, PERROT, Assistants.

Techniciens - MM. BENOIT, BONIN, BRUGUIERE, Programmeurs,  
Melle LANG, Opérateur,  
et bien entendu, Melle ZINCK, administratrice.

Certes, en cette année universitaire 1965-66, l'I.P. a encore besoin des aînés qui l'ont aidé à naître, la Chaire d'Analyse Numérique et l'Institut Blaise Pascal, mais il est maintenant un organisme adulte.

Il a fait sa première mue.

Ce ne sera pas la dernière ...

Il a ouvert la voie à la création d'Instituts semblables, en Province. Il lui faudra assurer un cursus universitaire "classique", à côté de ses "trois niveaux". Il lui faudra s'adapter à la réforme de l'enseignement. Dans une science en perpétuelle évolution, il lui faudra ne pas se laisser distancer et, si possible, indiquer la marche à suivre.

De sa naissance et de son enfance non conformistes, on lui souhaite de conserver longtemps l'horreur de toute routine.



## L'ENSEIGNEMENT A L'INSTITUT DE PROGRAMMATION

L'informatique ? Comment l'enseigner ?

*L'Institut de Programmation a été créé pour l'enseignement. Il devait former des programmeurs à tous les niveaux. Ceci se passait en un temps où l'informatique n'avait pas encore d'existence propre. Seule avait été identifiée l'activité de programmation. C'est elle qui donna son nom à l'Institut.*

Puis un certain nombre d'activités liées à l'emploi des ordinateurs prirent de l'importance. On développa le "programmé" des ordinateurs : compilateurs, systèmes de conduite des ordinateurs, systèmes de gestion de fichiers. La "programmation non numérique" se développa. L'enseignement s'efforça de couvrir ces domaines et sortit de la stricte programmation du début.

Il avait par là-même perdu sa personnalité. Le phénomène était général : le comité "Education" de l'IFIP, faute de pouvoir définir l'informatique, tentait à tout le moins d'en cerner le contenu et publiait des programmes de cours.

*L'équipe de l'Institut de Programmation proposait en 1969 une conception originale de l'Informatique en tant que science et tentait de la promouvoir. A cette époque, la programmation était tombée en total discrédit, on la tenait pour une activité mineure de l'informatique. Les thèses de l'Institut de Programmation furent présentées à Amsterdam en 1970, au congrès international sur l'enseignement de l'informatique, adoptées et incorporées dans les recommandations du congrès.*

*La croyance en une science informatique était un pari sur l'avenir. De nombreux domaines de l'informatique restaient dans l'empirisme, on parlait de "cuisine" ou d' "art" suivant que l'on était pessimiste ou optimiste. L'un après l'autre, la recherche devait les faire passer à*



l'étape scientifique, et rendre en particulier à la programmation sa place essentielle au coeur de l'informatique. "Programmer" est en train de devenir, pour l'informatique, ce que "démontrer" est pour les mathématiques.

La politique d'enseignement de l'Institut de Programmation découle de sa croyance en une science autonome nommée "Informatique", distincte des mathématiques, largement expérimentale, objet de savoir et susceptible d'applications, se servant d'autres disciplines quand elle en a besoin (mathématiques, physique, chimie...), à leur service quand elles le désirent. C'est pourquoi 3 grandes lignes d'enseignement sont assurées actuellement.

#### Les trois grandes lignes d'enseignement.

1. La science informatique est enseignée dans le cadre de la maîtrise d'informatique, en 2 années d'études. La première année est consacrée à la "programmation", partant des algorithmes (numériques ou non) pour aller aux ordinateurs en passant par plusieurs langages (FORTRAN, ALGOL, COBOL,...). Une grande importance est attachée au maintien du caractère concret des enseignements, malgré les progrès de la formalisation. Un bon informaticien est d'abord un bon programmeur ! Il doit bien connaître les possibilités des machines, savoir utiliser un système d'exploitation, organiser ses données. Il doit savoir analyser un problème, spécifier un programme, en commenter la rédaction, en garantir l'exactitude.

La deuxième année permet à l'étudiant d'explorer des domaines spécifiques de l'informatique : la théorie (logique, automates), l'architecture des systèmes (gestion des ordinateurs, systèmes de fichiers, structures d'ordinateurs, téléinformatique), la compilation, l'informatique opérationnelle...

La maîtrise permet aux apprentis chercheurs de faire leurs premières armes en 3e cycle dans les domaines de pointe, soit en théorie (fondements de la programmation...) soit en pratique (systèmes), soit quelque part

entre les deux, dans des domaines encore difficiles à situer (documentation automatique, intelligence artificielle, informatique opérationnelle, modélisation, reconnaissance des formes,...).

2. Le génie informatique, ou art de l'ingénieur informaticien, est enseigné dans les cours spécifiques de l'Institut de Programmation. La première année, "PE" (programmeur d'études), s'adresse à des étudiants déjà familiers avec les ordinateurs et la programmation. On leur fournit les compléments culturels utiles à la poursuite de leurs études, et surtout on s'efforce de leur permettre de maîtriser l'analyse et la mise en oeuvre d'un problème, par sa décomposition en modules convenablement spécifiés et dont la réalisation peut être confiée à des programmeurs. Les deux années suivantes, "ETI" (expert en traitement de l'information), sont actuellement communes avec la fin de maîtrise, portant sur les grands sujets de l'informatique.

Dans leurs études, les élèves doivent réaliser un certain nombre de projets, et faire des stages longs (plus de 3 mois) dans des centres industriels.

Les deux enseignements de maîtrise et de génie informatique, s'ils sont bien distincts dans leur inspiration, le sont beaucoup moins dans la réalisation, voire dans l'esprit des étudiants ou des employeurs. Les 2 sont des enseignements longs, à niveau élevé. Il est évident que l'on ne peut former un bon ingénieur sans lui enseigner les faits essentiels de la science informatique, pas plus qu'on ne peut préparer un étudiant à la recherche sans le mettre au courant des techniques informatiques les plus répandues. La séparation est davantage le fait de mentalités différentes chez les étudiants.

3. L'informatique appliquée est enseignée en une demi-année à ceux qui veulent avoir une bonne connaissance de l'informatique et de ses possibilités. Ceci n'est pas fait en vue d'un type d'application donné : la gestion, la chimie, la géologie, l'informatique médicale... ces enseignements étant bien mieux dispensés au sein même des universités de gestion, de médecine... On vise davantage la clientèle scientifique désireuse de maîtriser une discipline susceptible de lui rendre service. De fait,



de nombreux étudiants de physique, chimie, voir mathématiques, viennent y chercher un complément de formation qui les aide bien souvent à trouver un emploi. Ces cours servent aussi de recyclage à des ingénieurs, leur permettant parfois de surmonter les crises d'embauche des cadres frisant la quarantaine...

C'est dans ce sens qu'a démarré en octobre 1972, une action de *Formation Permanente* en informatique, au sens de la loi du 16 juillet 1971. L'expérience acquise en 1973 nous a amené à prévoir la séparation de cet enseignement en deux options, l'une orientée vers la machine, l'autre orientée vers l'algorithme.

Ces cours de Formation Permanente ont conduit à adapter et modifier les méthodes classiques d'enseignement.

#### Les effectifs.

Actuellement, l'Institut de Programmation a, en gros, deux mille étudiants à temps plein ainsi répartis :

- . 560 étudiants en Maîtrise d'Informatique,  
C1 et C2 = 330            C3 et C4 = 230
- . 193 étudiants en C4 d'Informatique appliquée,
- . 100 étudiants, Programmeurs d'Etudes,
- . 191 étudiants en 3ème cycle,
- . 323 étudiants Experts en Traitement de l'Information,
- . 110 étudiants en deuxième année de 1er cycle (PC2),
- . 113 étudiants en Formation Permanente,
- . 350 étudiants en 1ère année DEUG (Sciences et Structure de la matière), option Informatique.

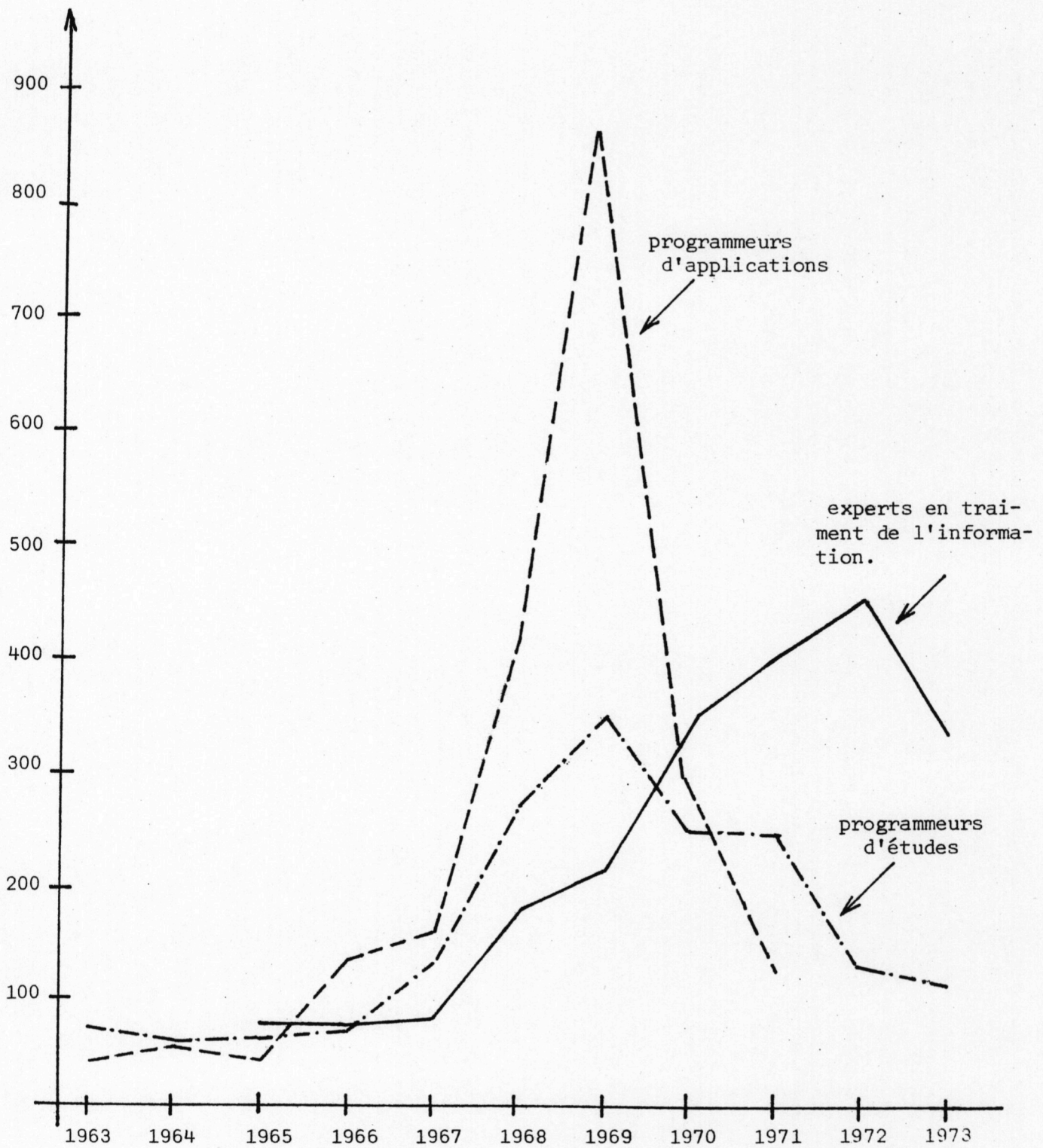
## L'avenir.

Ces enseignements n'ont pas encore atteint leur pleine maturité. Trop de choses s'y opposent. La formation des professeurs est très longue, et l'Université manque cruellement de professeurs hautement qualifiés. Ceux qui officient actuellement doivent faire face à des tâches très lourdes d'encadrement de chercheurs, car c'est la clef du développement de l'informatique. Les effectifs étudiants sont énormes, et l'on aurait mauvaise grâce à trop les restreindre : le pays en a besoin, *l'Université a autre chose à faire que former des chômeurs*. Il a fallu aussi que les informaticiens se fassent admettre par leurs collègues, et cela n'a pas toujours été facile : nombre d'entre eux ont refusé de croire à la science informatique, la réduisant à la connaissance d'un langage de programmation, à la portée de tous ! Il a fallu enfin que les informaticiens eux-mêmes prennent conscience de leur mission, et parviennent à faire passer dans les faits les convictions qu'ils ont eu tant de mal à dégager et consolider.

*Après 10 ans de travail au service de l'enseignement de l'Informatique, l'Institut de Programmation regarde l'avenir avec confiance.* Les prises de positions qui furent les siennes dans le passé, et ont paru souvent trop audacieuses, sont maintenant couramment acceptées. Il y aura d'autres difficultés dans l'avenir : la divergence croissante d'une informatique scientifique et d'une informatique technique est un fait que l'on n'évitera pas en le niant, ou en tuant l'une des informatiques, comme cela se fait trop souvent aujourd'hui. Il faut accepter le problème, l'analyser, le surmonter. L'Institut de Programmation, solidement ancré dans la pratique et dans la théorie, doit y parvenir.

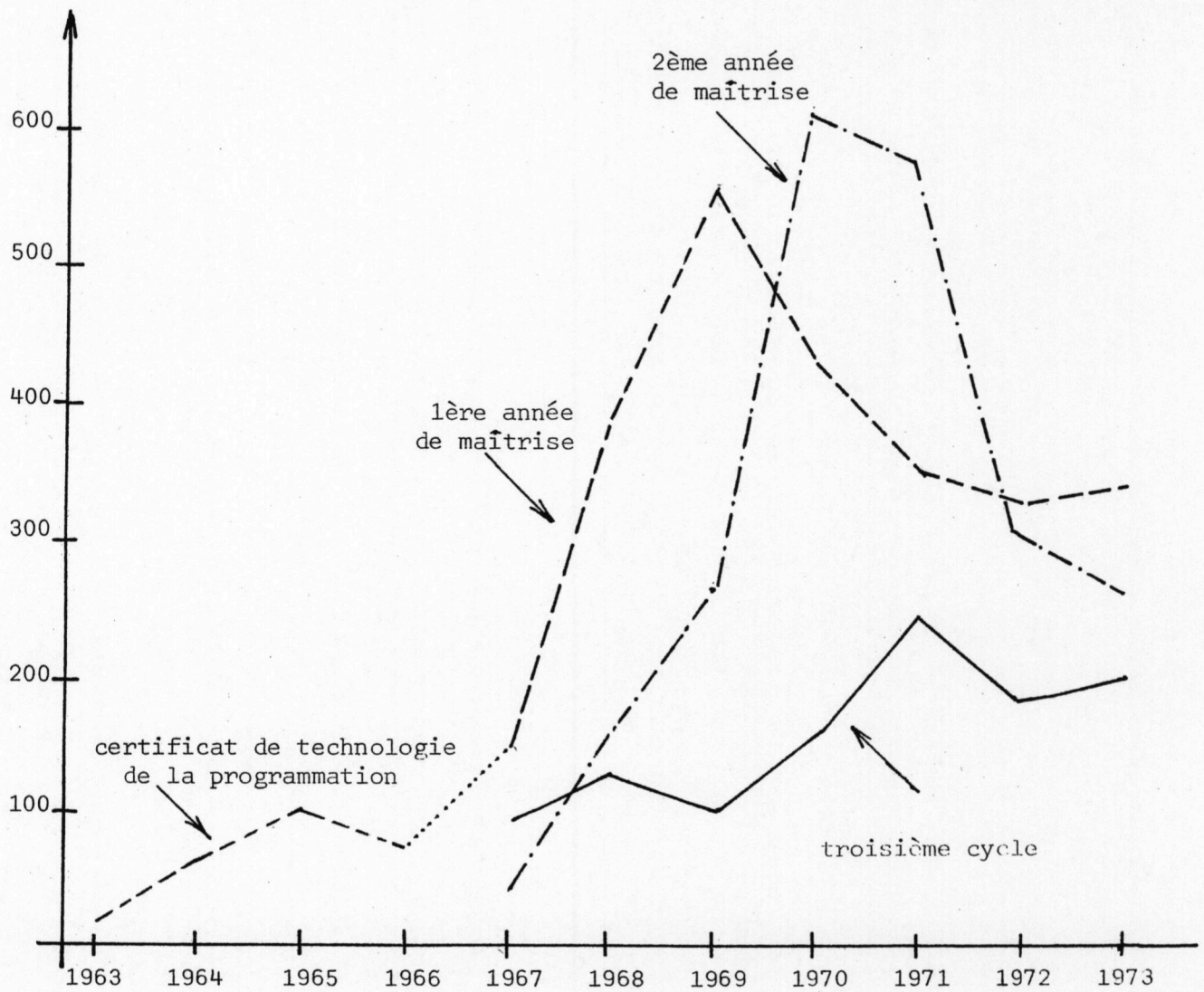


EFFECTIFS D'ETUDIANTS  
A L'INSTITUT DE PROGRAMMATION



↑  
évolution massive  
et DE A

EFFECTIFS D'ETUDIANTS  
EN MAITRISE ET TROISIEME CYCLE D'INFORMATIQUE







## MAITRISE D'INFORMATIQUE

L'enseignement dure deux ans. En première année les étudiants doivent suivre les deux certificats C1 et C2 :

- mathématiques et algorithmique,
- informatique générale.

En deuxième année les étudiants doivent suivre à leur choix deux des certificats C3 :

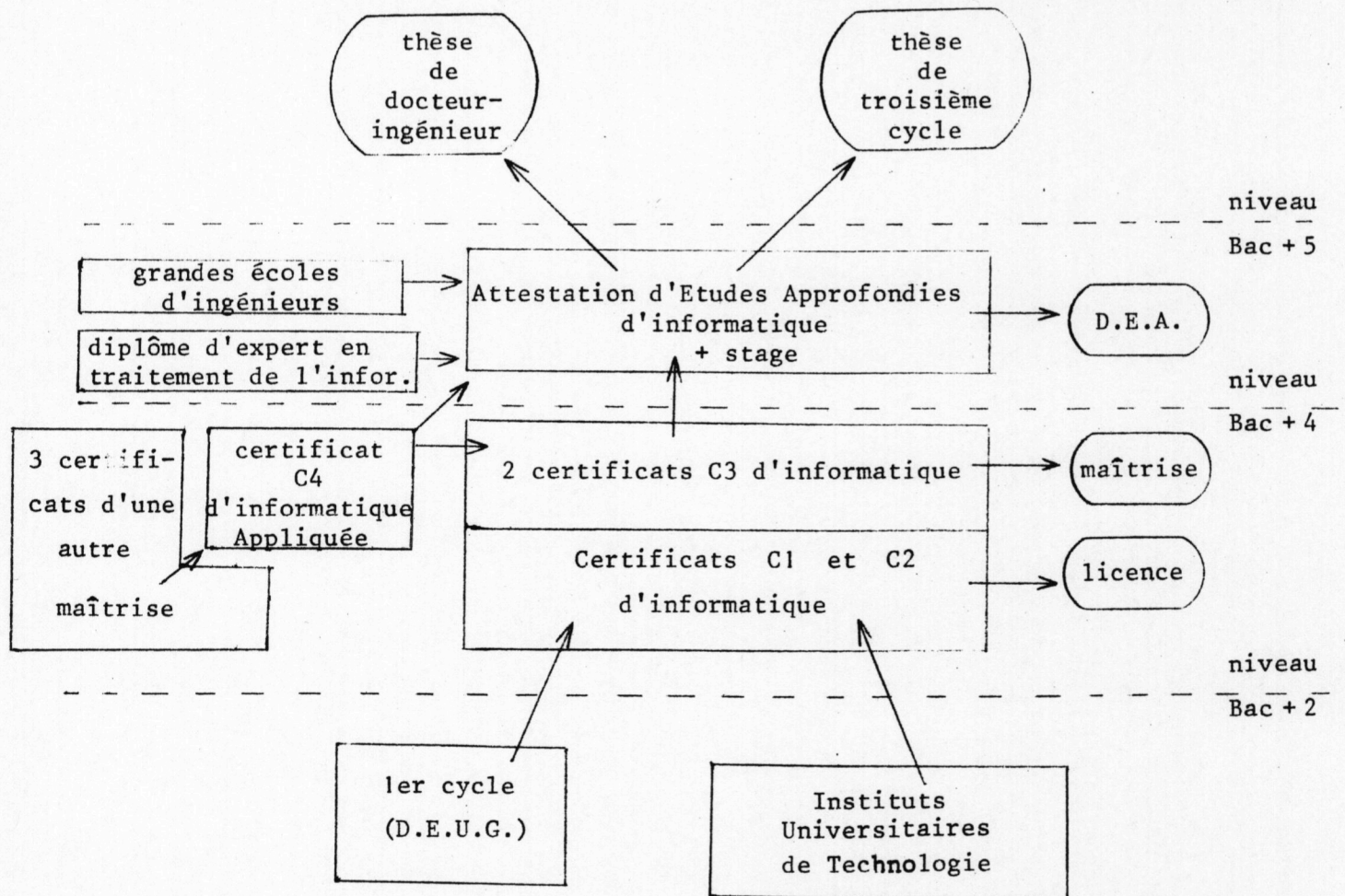
- informatique opérationnelle,
- gestion des ordinateurs,
- systèmes de fichiers,
- téléinformatique et visualisation,
- structure des ordinateurs,
- compilation,
- théorie des automates,
- logique et théorie de la calculabilité,
- théorie de la programmation.

Par ailleurs, le certificat C4 d'Informatique Appliquée offre, aux étudiants déjà titulaires de 3 certificats d'une autre maîtrise, la possibilité de compléter leur maîtrise tout en acquérant une spécialisation utile.

L'enseignement de troisième cycle est ouvert aux étudiants titulaires d'une maîtrise, d'un diplôme de certaines écoles d'ingénieurs ou du diplôme d'expert en traitement de l'information.



Le schéma ci-après résume l'organisation de la maîtrise et du troisième cycle d'informatique :



C1 : Certificat de Mathématiques et Algorithmique.

Professeurs : J.P. Bénéjam, C. Macchi, J.F. Perrot, J. Vignes.

BUT.

Cet enseignement expose les principales méthodes mathématiques utilisées en Informatique, et donne une introduction à la programmation en langage évolué.

PROGRAMMES.

A - Programmation :

enseignement intensif du langage ALGOL au début de l'année puis programmation d'algorithmes tirés des cours.

B - Algorithmique Numérique :

- arithmétique des ordinateurs, évaluation statistique des erreurs numériques,
- algorithmes de résolutions des systèmes linéaires et contrôle de la validité et de la précision de la solution,
- algorithmes de résolutions des équations et systèmes non linéaires et contrôle de la solution,
- algorithmes de recherche d'un extremum d'une fonction mono ou multidimensionnelle,
- méthodes numériques d'intégration des équations et systèmes différentiels.

C - Théorie élémentaire des graphes et programmation :

- définitions, représentations,
- algorithmes de cheminement et de connexité, fermeture transitive, algorithme de Roy,
- arborescences, arbres, bases de cycles, descriptions d'arborescences.



*D - Introduction à l'analyse syntaxique et à la compilation :*

- mots parenthésés et arborescences, analyse des expressions arithmétiques,
- notions de grammaire engendrant un langage et d'automate réalisant l'analyse syntaxique,
- application à un langage de programmation.

*E - Calcul des Probabilités :*

- éléments de calcul des probabilités,
- génération de nombres aléatoires,
- intervalle de confiance, test du  $X^2$ ,
- files d'attente et processus de Markov.

*F - Logique :*

- notions fondamentales, connecteurs, notation polonaise,
- calcul des propositions, expressions booléennes,
- machines de Turing, notion de calculabilité.

C2 : Certificat d'Informatique Générale.

Professeurs : J. Arsac, R. Dupuy, J. Hebenstreit (E.S.E.), J. Suchard,  
J. Vignes.

BUT.

Cet enseignement expose les principaux concepts nécessaires pour comprendre et utiliser correctement les ordinateurs et plus généralement les systèmes informatiques.

PROGRAMME.

A - Programmation :

le cours définit des schémas d'implantation de calcul dans un ordinateur compte tenu des contingences de celui-ci : langage machine, déroulement des instructions, techniques d'assemblage, notions sur la structure et l'organisation des fichiers. Un langage d'assemblage sert de support en cours ainsi que deux langages "évolués" le FORTRAN et le COBOL.

On montre comment un système, c'est-à-dire un ensemble de programmes généraux peut affranchir l'utilisateur de la connaissance et de la gestion des particularités de la machine. L'étude de ces programmes constitue le cours de systèmes :

- gestion des entrées-sorties,
- gestion des interruptions,
- gestion de la mémoire (édition de liens, chargeurs, etc...),
- notions sur les classes de systèmes (monoprogrammation, multiprogrammation, temps partagé).

B - Structure des machines :

- systèmes de variables électromagnétiques,
- éléments logiques élémentaires,
- opérateurs, registres, liaisons, bus,
- circulation de l'information, exécution d'une instruction,
- microprogrammes,
- échanges, interruptions.



### C3 : Certificat d'Informatique Opérationnelle.

Professeurs : R. Faure (C.N.A.M. - R.A.T.P.), M. Saporta.

#### BUT.

Ce certificat a pour but de spécialiser des informaticiens afin de les rendre aptes à appliquer des méthodes classiques de statistiques et de recherche opérationnelle aux problèmes pratiques de décision et d'optimisation susceptibles de se poser dans le cadre des entreprises. Ils doivent surtout être capables de prendre en compte tous les problèmes de programmation nécessaires à l'obtention des résultats numériques désirés.

#### PROGRAMME.

##### A - Statistique :

- rappels de calcul des probabilités discrètes et continues,
- lois de probabilité utilisées en statistique,
- variables statistiques usuelles, notion d'échantillon,
- méthodes d'estimation et théorie des tests,
- régression et corrélation,
- techniques d'analyse de données.

##### B - Recherche opérationnelle :

- méthodes tirées de la théorie des graphes et de la combinatoire : problèmes de chemins optimaux, flots sur un graphe, réseaux de transports, problèmes d'affectation,
- ordonnancements : PERT et méthode française des potentiels,
- processus de Markov,
- gestion des stocks,
- fiabilité, entretien et renouvellement des équipements ;

- recherche de l'optimum d'une fonction dans un ensemble défini par ses frontières : programmation linéaire, paramétrage, programmation linéaire en entiers, programmation non linéaire ;
- problèmes de choix : notion d'utilité, choix répétés et théorie des jeux, choix récurrents et programmation dynamique.

Travaux pratiques.

Etude statistique ou opérationnelle de cas concrets, programmation des méthodes à appliquer et discussion des résultats.

C3 : Certificat de gestion des ordinateurs.

Professeurs : C. Cazala (C.D.C.), L. Pouzin (I.R.I.A.), C. Girault, J.M. Maestracci (C.I.I.), J.C. Simon.

BUT.

Acquérir les compétences nécessaires à la compréhension et à la conception de systèmes informatiques.

PROGRAMME.

A - Langage :

Apprentissage rapide de SIMULA 67 qui est ensuite utilisé pour la modélisation de problèmes limités de système.

B - Organisation d'un système :

- notion de processus, synchronisation entre processus,
- mécanismes d'échange et d'adressage,
- organisation des composants d'un système,
- planification, outils.

C - Allocation des ressources :

- gestion du processeur, de la mémoire, des réserves,
- modèles théoriques simples,
- allocation globale, interblocage.

D - Etude de cas :

- exposé d'un système complet différent selon les années.

E - Aspects formels des systèmes :

Travaux dirigés.

Analyse et modélisation de parties de systèmes.

C3 : Certificat de "systèmes de fichiers".

Professeur : M. Rocher (Honeywell-Bull).

BUT.

L'objectif de ce certificat est de faire connaître les mémoires secondaires, les systèmes de fichiers et les banques de données, d'expliquer l'importance d'un bon système de fichiers dans un système informatique, de saisir, identifier et préparer l'évolution vers des systèmes de fichiers de plus en plus puissants. Il faut bien sûr dégager les relations existant entre l'utilisation des systèmes de fichiers et leur confection, c'est-à-dire entre les spécifications externes des systèmes et leur architecture interne.



### METHODE.

On expose une série de systèmes de fichiers de plus en plus complexes : les SFALA, Systèmes de Fichiers pour Apprendre Les Autres. L'étude de chaque système est précédée de la liste des objectifs et des contraintes imposées ; ensuite, les différents problèmes sont posés et diverses solutions sont proposées pour chacun d'eux. Enfin, le système est construit à partir d'un choix cohérent de solutions.

### PROGRAMME.

Caractérisation des mémoires secondaires, de la notion de mémoire à la notion de fichier.

Etude d'un système de fichiers élémentaire (système possédant la notion de fichier séquentiel sur disques et d'allocation dynamique de mémoire secondaire) puis sous la forme de modifications de ce système : système multi-usager, partage simultané des fichiers, fichiers indexés et séquentiel-indexés, autres méthodes d'accès (dont VSAM), gestion des tampons, compactage, systèmes sur bandes magnétiques et disques amovibles, permanence des fichiers.

Introduction aux systèmes de données. Structure d'un système de données construit sur VSAM.

Etude de HIP SIS, système hiérarchisé de fichiers simultanément accessibles sur CDC 6400, (introduction à la conception et réalisation de gros systèmes).

*D - Software de transmission de données :*

- procédures d'échange d'information (interface hardware, files d'attente, gestion de tampons, procédures de test),
- problème de temps réel en software de communication (Edward Yourdon),
- problème du calculateur frontal.

*E - Software de visualisation :*

- les consoles de visualisation,
- langages GRAF et GSP,
- concepts principaux des softwares de visualisation.

*F - Projets et travaux dirigés :*

Exemples de projets proposés aux étudiants :

- simulation d'une liaison de téléinformatique,
- étude d'un software de communication,
- dialogue de deux ordinateurs,
- visualisation des signaux d'une liaison simulée sur ordinateur.

C3 : Certificat de structure des ordinateurs.

Professeurs : J. Hebenstreit (E.S.E.), J. Suchard.

BUT.

Cet enseignement s'adresse aux étudiants qui s'intéressent à la conception et à la réalisation des systèmes. Il est destiné à leur donner non pas une formation technique complète, mais seulement une compétence de dialogue. Seuls les techniques et les problèmes spécifiques seront développés, sans oublier l'aspect software de ces derniers.

PROGRAMME.

A - Circuits logiques :

- méthodes et algorithmes de simplification des fonctions booléennes,
- décomposition des fonctions de commutation - fonctions symétriques,
- fonctions linéaires - fonctions à seuil,
- circuits séquentiels synchrones,
- logique séquentielle asynchrone,
- logique de traitement et logique de contrôle,
- code d'instruction et implications hardware.

B - Physique des éléments logiques :

- réalisation physique des fonctions logiques,
- stabilité, marge de bruit, temps de commutation,
- modèles d'éléments logiques,
- étude de réalisations industrielles,
- phénomènes utilisés pour le stockage de l'information,
- éléments pratiques de mémoire, organisation.

C - Systèmes hybrides :

- principes de calcul analogique, conversions,
- potentiomètres digitaux,
- fonctionnement d'un système hybride simple.

Projets.

- Etude et réalisation de sous-systèmes d'ordinateurs : terminaux, périphériques, etc...



### C3 : Certificat de compilation.

Professeurs : J. Arsac, M. Chevance (C.I.I.), J.C. Simon.

#### BUT.

Cet enseignement a pour but de donner aux étudiants l'essentiel des connaissances qui leurs seront nécessaires pour entreprendre soit la réalisation de compilateurs, soit des travaux de recherche sur la compilation. Pour cela, on insiste sur les aspects essentiels de la compilation : traitement sémantique, optimisation des programmes engendrés, fiabilité et faible encombrement du compilateur, architecture de machines orientées vers les langages, relations avec les systèmes d'exploitation.

#### PROGRAMME.

##### A - Compilation :

- gestion de la mémoire, algorithmes d'allocation mémoire,
- génération de code, problèmes d'optimisation du code engendré,
- réalisation des analyseurs lexicaux et syntaxiques,
- conception et réalisation des compilateurs,
- problèmes avancés : compilateurs de compilateur, langages extensibles, machines orientées, langages.

##### B - Environnement du compilateur :

- liaison du compilateur avec le système d'exploitation, fichiers,
- édition de liens, chargeurs,
- interprétation,

##### C - Outils et bases pour la compilation :

- recherche en mémoire, hachage,
- rappel sur les grammaires formelles et les automates,
- automates d'analyse syntaxique,
- grammaires factorisées, LL(k), LR(k), grammaires de précedence.

D - Projets et travaux pratiques :

- réalisation d'un compilateur de procédures d'ALGOL 4 (sous-ensemble d'ALGOL 60).

C3 : Certificat de théorie des automates et des langages.

Professeurs : M. Nivat (Université de Paris VII), J.F. Perrot.

BUT.

Exposé de la théorie classique des automates et des langages formels, essentiellement du point de vue algébrique. On traite principalement des grammaires et des langages "context-free" et des problèmes d'analyse syntaxique de ces langages.

La théorie des automates finis et des langages rationnels (ou réguliers) fait également l'objet d'un exposé systématique. Les autres classes de langages et d'automates (p. ex. langages "context sensitive" et automates à mémoire linéairement bornée) sont abordées.

PROGRAMME.

A - Automates finis et langages non algébriques :

- langages rationnels et théorème de Kleene,
- automate minimal,
- classes de langages non algébriques (context-sensitive).

B - Langages algébriques :

- grammaires, dérivations et ambiguïté, analyse ascendante et analyse descendante,
- théorème d'itération,
- langage de Dyck : théorèmes de Chomsky - Schützenberger et de Samir.
- transductions rationnelles,
- automate à pile - équivalence avec une transduction dans un langage de Dyck,

- transductions algébriques (à pile) : le problème fondamental de l'analyse syntaxique.

### C3 : Certificat de logique et théorie de la calculabilité.

Professeurs : J.P. Bénéjam, B. Robinet.

#### BUT.

Cet enseignement est destiné à présenter les aspects logiques des fondements de la programmation, en commençant par la nécessité de formaliser la notion intuitive de calculabilité.

#### PROGRAMME.

##### A - Théorie de la calculabilité :

- prédicats, quantificateurs, arbres de Beth, théories élémentaires ;
- formalisation de la notion de calculabilité par les machines à registres et par les fonctions récursives élémentaires ;  $\rightarrow$  ,
- relations et ensembles récursivement énumérables et récursifs ;
- automates de Turing et algorithmes de Markov ;
- théories élémentaires décidables, aspects logiques de la sémantique des programmes formels, problèmes indécidables ;
- logique du deuxième ordre, problèmes de décidabilité résolus par la méthode des automates.

##### B - Logique combinatoire et sémantique formelle :

- différentes approches théoriques des langages de programmation permettent de prouver leurs propriétés et de répondre partiellement au problème de la justification des algorithmes ;  $\rightarrow$  ,
- le  $\lambda$ -calcul et divers systèmes combinatoires avec types sont appliqués à la formalisation de quelques langages : ALGOL 60, ALGOL 68, LISP, etc...



C - Programmation et démonstration automatique :

- le langage LISP,
- les méthodes de J.A. Robinson en démonstration automatique.

C3 : Certificat de théorie de la programmation.

Professeurs : J. Arzac, M. Nivat (Université de Paris VII),  
L. Nolin (Université de Paris VII).

BUT.

Ce certificat a pour but de dégager les concepts fondamentaux de la programmation : modes d'expression des algorithmes, sémantique, théorie des algorithmes.

PROGRAMME.

A - Programmation structurée :

On étudie d'un point de vue pratique les différentes formes de programmation structurée :

- emploi des étiquettes et des goto, rédaction de programmes,
- transformation de programmes soit d'un type de langage dans un autre, soit dans un langage donné ,
- applications.

B - Interprétation des schémas de programmes.

On montre l'équivalence de plusieurs définitions de la fonction calculée par un schéma de programme pour une interprétation donnée. On étudie ensuite plusieurs classes de schémas, les problèmes d'équivalence et de traductibilité.

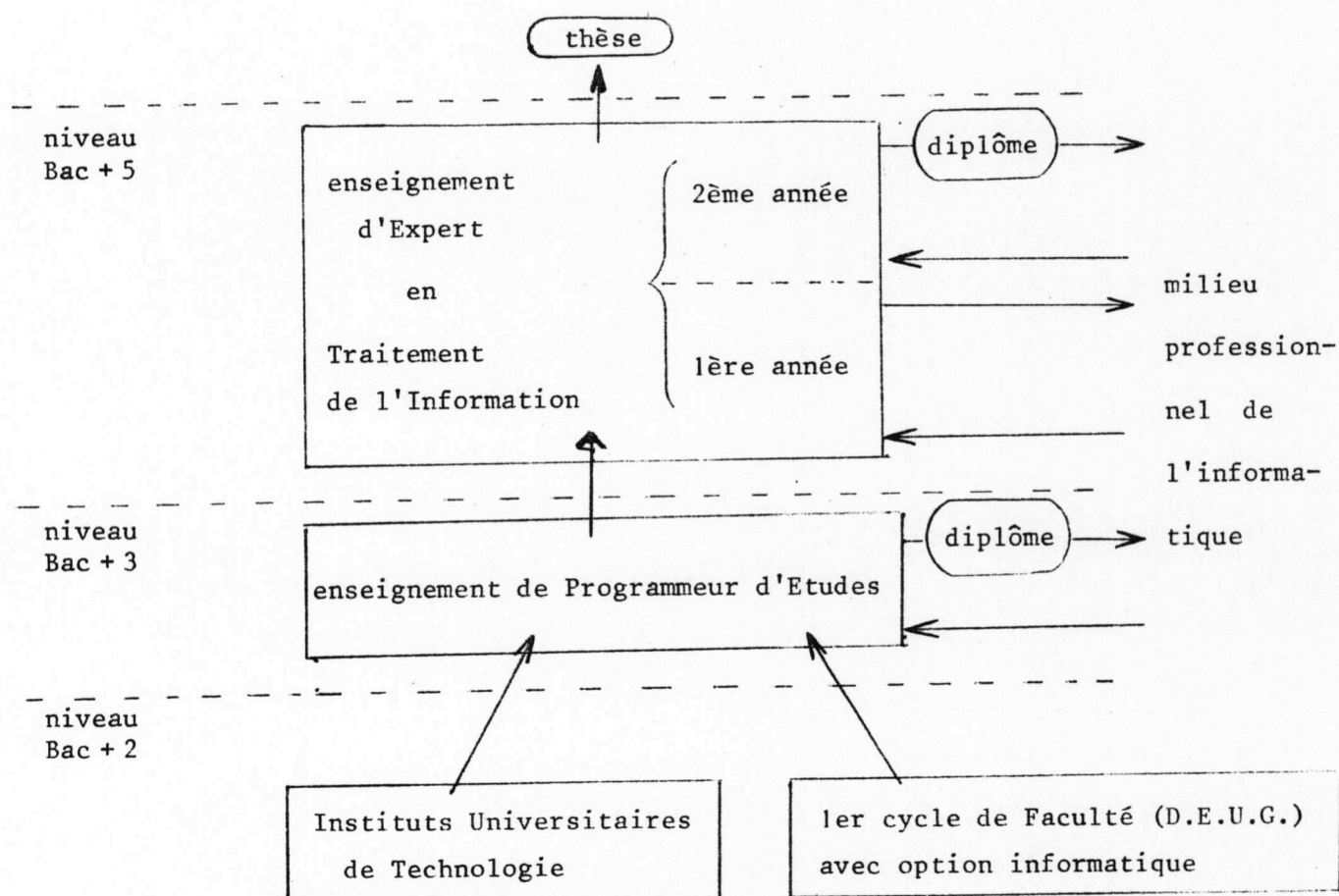
C - Une théorie des algorithmes :

On dégage les concepts fondamentaux de la programmation et on montre des applications aux langages.

## DIPLOMES DE L'INSTITUT DE PROGRAMMATION

Aux étudiants, surtout des Instituts Universitaires de Technologie, et aux professionnels de l'informatique, l'Institut de Programmation offre une filière de formation continue s'étalant sur trois ans et sanctionnée par les diplômes de "Programmeur d'Etudes" et d' "Expert en traitement de l'Information".

Les enseignements sont organisés selon le schéma suivant :



## Diplôme de Programmeur d'Etudes.

Professeurs : J. Berstel, M. Chein, M. Duplessy, M. de Sloovère, C. Girault.

### BUT.

Cet enseignement a pour dessein de former des programmeurs capables

- d'analyser complètement des problèmes de traitement et d'organisation de l'information,
- de formuler les algorithmes de traitement et les spécifications nécessaires à leur programmation,
- d'encadrer une équipe de programmeurs, de superviser la mise au point, la coordination et la documentation des travaux effectués,
- de dominer les problèmes d'utilisation du système d'exploitation d'une configuration d'ordinateurs.

Les étudiants sont ainsi préparés à la fois à la vie professionnelle et à la poursuite d'études supérieures en informatique.

### SCOLARITE.

Les candidats doivent être titulaires du diplôme universitaire de technologie (D.U.T.) mention informatique ou justifier de connaissances équivalentes et d'une pratique professionnelle d'au moins deux ans. Ils sont choisis après examen de leur dossier.

Les cours et les travaux dirigés ont lieu le soir et permettent aux travailleurs une formation permanente étalée sur 2 ou 3 ans.

### PROGRAMME.

#### A - Bases théoriques de l'informatique :

- compléments d'analyse et méthodes numériques,
- logique élémentaire : prédicats, quantificateurs, déduction,
- calcul booléen : fonctions de commutation, synthèse des circuits,
- traitement des graphes : notions de base et algorithmes,
- grammaires, langages, automates, analyse syntaxique,



- calcul des probabilités : notions de base, lois, applications, files d'attente.

*B - Structure des ordinateurs :*

- systèmes de variables électromagnétiques,
- éléments logiques élémentaires,
- opérateurs, registres, liaisons, bus,
- circulation de l'information, exécution d'une instruction,
- microprogrammes,
- échanges, interruptions.

*C - Programmation :*

L'enseignement de langages particuliers est réduit au profit de celui de la programmation à proprement parler.

- méthodologie : programmation structurée, modularité, paramétrisation, documentation, maintenance, chaîne de production,
- structures de données : adressage, tableaux, listes, graphes, arborescences, piles, files, fichiers,
- allocation, gestion des tables, gestion des fichiers,
- application des automates finis et à piles,
- réalisation des assembleurs, chargeurs, macroassembleurs,
- initiation à la compilation,
- échanges avec ou sans interruptions, canaux,
- moniteurs, utilisation d'un système de fichiers.

STAGE.

Le stage, complément indispensable de l'enseignement, s'effectue pendant 3 à 6 mois dans une entreprise, donne lieu à un rapport apprécié par un jury et est obligatoire pour l'obtention du diplôme.

## Diplôme d'Expert en traitement de l'Information.

### BUT.

L'enseignement dispensé a pour but de former des spécialistes capables d'être confrontés avec les différents problèmes qui peuvent avoir à être traités dans le cadre des entreprises, c'est-à-dire qui soient à même d'analyser une situation donnée et d'apporter des solutions efficaces et originales quelle que soit la complexité du problème.

Les études portent à la fois sur le software de base qui est l'orientation dominante : systèmes d'exploitation des ordinateurs, organisation des fichiers, compilateurs..., mais aussi dans le domaine des applications : recherche opérationnelle, gestion, ou du hardware : structure des machines, microprogrammation.

Durant la scolarité, il est fait appel d'une part au travail personnel pour l'assimilation des concepts de base, et d'autre part il est fait une large place au travail de groupe sur des projets concrets. De ce fait, à la fin des études, l'Expert en traitement de l'Information est capable de s'intégrer rapidement dans une équipe d'Informaticiens et d'y participer efficacement, voire de diriger un projet.

### ORGANISATION DES ETUDES.

Les études durent actuellement deux ans. Elles consistent en l'obtention de trois unités de valeur, dont les cours sont communs avec ceux des certificats C3 de deuxième année de maîtrise d'informatique.

- compilation,
- gestion des ordinateurs,
- mémoires secondaires et systèmes de fichiers,
- téléinformatique, software de visualisation,
- structure des ordinateurs,
- informatique opérationnelle,
- logique et théorie de la calculabilité,
- théorie de la programmation,
- théorie des automates et des langages.

La diversification des enseignements permet à chacun de choisir en fonction de ses aptitudes et de l'orientation qu'il désire donner à sa carrière future.

## ENSEIGNEMENTS DE TROISIEME CYCLE

Le but de ces enseignements est d'initier les étudiants à la recherche dans tous les domaines de l'Informatique. Toutefois, une aptitude de chercheur ne se révèle que plusieurs années après la fin des études proprement scolaires. Sans préjuger de dispositions personnelles, telles que l'imagination et la curiosité, deux conditions sont nécessaires :

- une bonne puissance de travail, qui suppose que l'étudiant peut consacrer beaucoup de temps en dehors de la présence indispensable à la Faculté,

- un niveau de connaissances et de culture générale permettant d'assimiler et d'utiliser les concepts présentés.

L'enseignement proprement dit consiste à suivre deux options parmi les suivantes :

- Reconnaissance des Formes,
- Intelligence Artificielle,
- Théorie des Questionnaires,
- Graphes appliqués à l'Informatique,
- Complexité des Algorithmes,
- Modélisation et mesures,
- Systèmes de Fichiers et Documentation Automatique,
- Systèmes,
- Structure des Ordinateurs,
- Compilation,
- Informatique Opérationnelle.

Ce choix est complètement libre (sous réserve des connaissances préliminaires indispensables) et les étudiants peuvent aussi bien se spécialiser dans un domaine limité que diversifier leurs connaissances.



L'étudiant obtient ainsi une attestation d'études approfondies (A.E.A) d'Informatique. S'il a fait preuve de dispositions suffisantes il peut être admis à effectuer un stage au sein d'une équipe de recherche, réaliser un travail prospectif en vue d'une thèse et obtenir finalement un diplôme d'études approfondies (D.E.A.).

### Reconnaissance des Formes, apprentissage.

Professeur : J.C. Simon.

Encadrement : M. Baudry, J. Camillerapp, E. Diday, M. Dupeyrat, M. Guiho,  
M. Jouannaud, M. Roche, M. Sabah.

### INTERET.

Un sujet essentiel de l'Informatique est la mise en mémoire et le traitement de "représentations".

En fait, on peut avancer qu'un système informatique est, en dehors de l'homme, la machine la plus adaptée au traitement de représentations, même "naturelles". Par ce terme, il faut entendre ce que recueille un capteur tel qu'une rétine, un microphone, un senseur médical.

L'objet des recherches poursuivies dans le cadre du D.E.A. est d'appréhender en ordinateur ces représentations naturelles, de les traiter, c'est-à-dire en premier lieu de les reconnaître.

Le concept d'opérateur ou plutôt de réseau d'opérateurs permet de concrétiser au niveau de la machine les opérations de reconnaissance. Les premiers efforts ont consisté à reproduire aussi étroitement que possible les opérations suggérées par l'expérimentateur. Par la suite les travaux de recherche ont mis en évidence l'intérêt d'heuristiques générales remplaçant l'expérimentateur. L'interprétation fine devient difficile sinon impossible. Cette évolution est à rapprocher de celles des techniques actuelles des "systèmes informatiques". D'autre part, ces procédés "heuristiques" sont comparables à des techniques d'apprentissage.

Les méthodes déjà dégagées permettent d'aborder le problème même de la matérialisation de concepts à partir d'un ensemble d'informations sans structure explicite. La généralité et la nouveauté de ces méthodes, concrète-

tisées par des programmes, permet de les appliquer avec succès à des domaines aussi variés que l'économétrie, la météorologie, la reconnaissance de la parole, l'analyse de scène.

#### ENSEIGNEMENT.

- Représentations et ordinateurs, manipulations de représentations.
- Implantation et recherche en mémoire.
- Utilisation d'algorithmes pour définir l'appartenance d'une représentation à un langage. Intérêt des grammaires formelles.
- Représentation d'un signal et d'une image par échantillonnage, à partir des propriétés du spectre de Fourier et utilisant les résultats des théories d'approximation polynômiale.
- Transformations sur les signaux et images en ordinateur. Filtrage digitaux. Premières réductions de la quantité d'information.
- Opérateurs linéaires, corrélation généralisée. Filtres digitaux auto-adaptatifs à une et deux dimensions, itération stochastique.
- Opérateurs d'agglutination (clustering). Hiérarchies et ultradistances.
- Estimation de la qualité d'un opérateur ; entropie, information mutuelle ; optimisation d'un questionnaire.
- Génération automatique d'opérateurs optimaux ; apprentissage, théorie et pratique.

#### DEBOUCHES.

Dans l'ensemble des techniques de l'Informatique, la reconnaissance de l'écriture et de la parole prend une place importante, ainsi que les traitements d'images (radars, photos aériennes). Des programmes de recherche considérables sont actuellement financés aux USA et au Japon. Il n'est pas douteux que les applications seront très importantes dans le domaine de la communication homme-machine et plus généralement le traitement de l'information.

D'autre part, par opposition à l'acquisition d'une suite de recettes spécialisées de durée de vie forcément limitée, cet enseignement a pour am-



bition de procurer une culture générale, en présentant le "phénomène informatique" sous le jour du traitement automatique des représentations et de leur interprétation sémantique.

### Intelligence Artificielle.

Professeur : J. Pitrat (C.N.R.S.).

Encadrement : J.L. Laurière (C.N.R.S.).

### ENSEIGNEMENT.

Au début de l'année on étudie surtout des problèmes de jeux car les problèmes fondamentaux de l'intelligence artificielle y apparaissent clairement sans être masqués par des problèmes mathématiques auxiliaires. On expose en particulier :

- des généralités sur les jeux (fonction d'évaluation - minimax),
- la description de quelques programmes de jeux,
- quelques programmes capables d'apprendre,
- l'étude plus détaillée d'un programme jouant à plusieurs jeux,
- la psychologie du joueur.

Pendant le reste de l'année, on étudie :

- des synthèses sur des domaines importants de l'intelligence artificielle (reconnaissance des formes - robots - liens avec la recherche opérationnelle - démonstration de théorèmes...),

- l'analyse d'articles dans divers domaines : analyse d'un spectre de masse - résolution de problèmes d'algèbre - programmes généraux de résolution de problèmes - conversation en langage naturel...,

- la démonstration de théorèmes (compléments logiques - algorithmes importants - calcul des prédicats - résolution - réalisations),

- les programmes de manipulation de symboles (méthode des tables de vérité - dérivation formelle - simplification d'expressions - équivalence d'expressions).

En stage les étudiants doivent réaliser des programmes de jeux, d'apprentissage et de démonstration.



### DEBOUCHES.

Il n'y a pas actuellement de débouchés importants pour l'intelligence artificielle. Cette situation changera certainement, mais il n'est pas possible de dire quand, car des situations absurdes peuvent durer très longtemps.

Le bon sens voudrait qu'il y ait des débouchés :

- pour l'enseignement, car tout chercheur ou enseignant devrait avoir suivi un enseignement sur la démonstration des théorèmes et de même un psychologue devrait avoir suivi un enseignement sur la simulation de l'intelligence par une machine ;

- Pour l'industrie, car il y a de nombreuses applications possibles dès maintenant, mais malheureusement ceux qui ont des problèmes ignorent tout de l'intelligence artificielle et ne pensent même pas que certaines tâches pourraient être automatisées ; aussi, la coupure très grave entre eux et les chercheurs ne cessera que quand il y aura davantage de gens formés aux techniques de l'intelligence artificielle dans l'industrie.

Toutefois, l'option est aussi très axée sur la programmation non numérique qui, elle, a des débouchés importants. Par ailleurs l'intelligence artificielle est un très bon complément à une formation d'informaticien, car elle amène à réfléchir sur ce qu'est l'Informatique.

### Théorie des Questionnaires.

Professeur : C. Picard (C.N.R.S.).

Encadrement : S. Petolla.

### ENSEIGNEMENT.

- Introduction et propriétés générales des Questionnaires.
- Opérations sur les graphes et construction de Questionnaires.
- Optimalité de Questionnaires.
- Eléments de la théorie de l'information ; le Questionnaire : canal de traitement de l'information.

- Sémantique dans les Questionnaires : conditionnement, coût, réalisabilité.
- Optimisation de certains problèmes d'information par des méthodes de Questionnaires : tri, programme, diagnostic.

#### DEBOUCHES.

Les étudiants trouvent facilement des débouchés, en particulier :

- recherche (informatique et mathématiques appliquées),
- bureau d'études (mathématiques économiques, mathématiques et gestion, informatique et recherche opérationnelle).

#### Graphes appliqués à l'Informatique.

Professeur : M. Chein, G. Chaty (Université de Paris-Nord).

Encadrement : S. Petolla.

#### BUTS.

Cet enseignement a deux buts essentiels :

- l'acquisition de notions fondamentales de la théorie des graphes orientés, (un accent particulier est mis sur les algorithmes et leur mise en oeuvre, ainsi que sur l'utilisation des principaux concepts et résultats en informatique),
- l'initiation à la recherche par la participation au groupe de travail "graphes et traitement de l'informatique".

#### ENSEIGNEMENT.

- Etude de la transitivité (graphes de comparabilité, de permutations, graphes t-minimaux...), étude des circuits d'un graphe (base de circuits, graphes fccm, recherche et suppression de circuits...) ;
- dimension d'un ordre (étude des ordres de dimension 2, ordres arborescents, ordres totaux plus grands qu'un ordre...) ;



- graphes sans circuits, arbres et arborescences (propriétés spécifiques, cheminements, algorithmes pour déterminer les nombres fondamentaux,...) indices de P-recouvrement d'un graphe, recherche des P-décompositions,... ;

- recherche des graphes de type P à distance minimum d'un graphe (plus particulièrement : nombre de sauts, suppression de circuits, hamiltonien, fortement connexe,...).

- Etude et exposé d'articles sur des sujets divers d'informatique utilisant les graphes (ex : data-graphs de Rosenberg, réseaux d'ordinateurs de Wagner, modèle de traitement parallèle de Karp, réseaux de piles,...) ;

- Programmation d'algorithmes combinatoires.

### Informatique Opérationnelle.

Professeurs : R. Faure (C.N.A.M., R.A.T.P.), C. Berge (C.N.R.S.),  
P. Rosenstiehl (C.N.R.S.).

Encadrement : P. Tolla.

### BUT.

Le rôle de cet enseignement est d'initier à la recherche en informatique appliquée à la recherche opérationnelle, des étudiants témoignant déjà de connaissances suffisantes en informatique, recherche opérationnelle et de bonnes notions d'économie d'entreprise.

### ENSEIGNEMENT.

- structures ordonnées,
- algorithmes de programmation non linéaire,
- hypergraphes,
- les graphes, leurs vecteurs, leurs mots.



## Complexité des Algorithmes.

Professeur : J. Berstel.

Encadrement : M. Fontet.

### INTERET.

La "complexité des algorithmes" est la discipline qui cherche à trouver des algorithmes optimaux - soit pour le temps d'exécution, soit pour l'occupation de place - pour effectuer certains calculs. Ceci donne à ce domaine un double aspect : d'une part, on essaie d'améliorer des algorithmes existants, ce qui est possible dans de très nombreux cas. On a ainsi obtenu des algorithmes très performants, pour lesquels la mise sur ordinateur pose parfois des problèmes délicats de programmation. D'autre part, on a établi - pour l'instant dans certains cas simples seulement - des théorèmes donnant des bornes inférieures au nombre d'opérations nécessaires pour effectuer certains calculs.

Dans ce cours, l'accent est mis surtout sur la description de techniques donnant naissance à des familles d'algorithmes nouveaux et plus efficaces, ainsi qu'aux problèmes de programmation qu'ils posent. L'aspect - plus théorique - de l'optimalité de certains algorithmes est illustré par l'étude de certains cas simples.

### ENSEIGNEMENT.

- Techniques d'évaluation du nombre d'opérations effectuées par un programme.
- Calcul des valeurs de polynômes. Méthodes avec préconditionnement ; application au calcul des fonctions standard. Méthode modulaire. Calculs en parallèle.
- Algorithmes de la théorie des graphes : calcul de la fermeture transitive, test de planarité, etc...
- Calcul matriciel : produit d'une matrice par un vecteur de deux matrices.
- Méthodes d'accélération des opérations élémentaires.

## Modélisation et mesures de systèmes.

Professeur : E. Gelembé (Université de St-Denis).

Encadrement : T. Degré (I.R.I.A.), J. Leroudier (I.R.I.A.), P. Zanettacci.

### BUTS.

L'enseignement a pour buts :

- d'apprendre à construire des modèles de systèmes et à les valider,
- de donner des notions de bases sur la mesure de performance des systèmes informatiques,
- d'initier à la recherche dans ce domaine.

### ENSEIGNEMENT.

Les composants physiques et logiques des systèmes sont présentés et on en déduit les caractéristiques de leur comportement. La description des méthodes de mesure est suivie par des exemples d'expériences.

On utilise les techniques de la statistique au cours de la validation des données.

Des outils théoriques et expérimentaux pour réaliser un modèle mathématique ou/et de simulation sont exposés et appliqués à des exemples de systèmes informatiques concrets.

### DEBOUCHES.

La complexité des systèmes informatiques et de leur exploitation dans un environnement donné, nécessite l'étude approfondie de leurs mesures de performances pour l'aide à la conception et à l'optimisation.

En résumé cet enseignement permet :

- de familiariser les étudiants avec des algorithmes récents et des techniques nouvelles appelés à être fréquemment utilisés,
- d'amener des étudiants au niveau de la recherche dans un domaine en rapide expansion.



## Systèmes.

Professeurs : C. Kaiser (I.R.I.A.), J.P. Verjus (Université de Rennes).

## ENSEIGNEMENT.

Une reconsidération des fonctions d'un système conduit à distinguer un axe utilisation et un axe mise en oeuvre. Un système définit, par ses fonctions d'utilisation, un langage étendu : ce langage est à la disposition d'un ensemble d'utilisateurs susceptibles de travailler simultanément.

Pour mettre en oeuvre le langage étendu, on définit un ensemble de programmes qui ont pour rôle d'utiliser au mieux les ressources physiques du calculateur. Cet aspect sera, autant que possible, ignoré ici.

De l'aspect utilisation d'un système, nous ne voulons aborder ici que l'aspect gestion de l'information, c'est-à-dire l'ensemble des moyens mis en oeuvre pour créer, manipuler et détruire des objets. Le mot objet recouvre toute information définissable à l'aide d'un langage, depuis une constante numérique jusqu'à un programme, une collection de données.

La première partie du cours est ainsi consacré aux fonctions des langages d'utilisation des systèmes :

- représentation et gestion de l'information (objets, contraintes dues au système, compilation des procédures) ;
- présentation du système CLICS (mémoire segmentée, langage et objets, désignation des objets, exécution d'une procédure) ;
- présentation du système BURROUGHS B 6700 (matériel, représentation des objets, accès aux objets, appel et retour de procédure, partage des objets entre un processus et ses fils) ;
- gestion des contextes associés à une procédure (construction et destruction, contexte formel et contexte effectif, mise en oeuvre) ;
- compilation indépendante et édition de liens (procédures et leurs contextes, autres objets, édition de liens et conformité) ;
- communication avec le monde extérieur (utilisation d'objets catalogués, partages, conflits, aspects interactifs).



La deuxième partie du cours aborde les mécanismes de contrôle et de protection dans les systèmes :

- Présentation du problème ;
- Etudes de cas :
  - . ESOPE sur 10070 (IRIA),
  - . anneaux de protection dans Multics (MIT),
  - . Système CALTSS (Berkeley),
  - . Machine de Fabry (Chicago),
  - . Projet HYDRA (Carnegie Mellon) ;
- Etude de la formalisation proposée par Lampson ;
- Retours sur le parallélisme et l'allocation de ressources.

#### Systèmes de fichiers et Documentation Automatique.

Professeurs : M. Rocher (Honeywell-Bull), Ph. de Rivet (H-B), M. Duplessy.  
Encadrement : C. Prost.

#### ENSEIGNEMENT.

##### . Formalisation des systèmes de fichiers.

La formalisation d'un système apparent est définie comme un programme dont l'exécution donnerait à l'utilisateur du système le même résultat que l'exécution du programme du système réel ; le programme apparent est beaucoup plus court que le programme réel. On développe en particulier les points suivants :

- étude d'un langage dérivé de PL1 et utilisé pour la formalisation des systèmes apparents,
- formalisation de systèmes existants,
- application de la formalisation comme méthode de spécification de systèmes et comme méthode de critique de systèmes.

##### . Modèles d'entrée/sortie.

l'étude de différents modèles, essentiellement analytiques, de sous-systèmes d'entrée-sortie, a pour objet de relier les performances de ces

sous-systèmes aux paramètres qui en définissent l'architecture.

L'accent est mis sur l'application de ces modèles à la conception de sous-systèmes d'entrée-sortie, et non sur les développements mathématiques qui permettent de construire les modèles.

Les axes de recherche sont :

- le développement de divers modèles analytiques de sous-systèmes simples (mémoires secondaires, concentrateurs de lignes de communications,.) et leur application à des problèmes d'ordre général (mémoire virtuelle, sélection d'une architecture de concentrateurs,...),

- la mise sur pied d'un système de modélisation et de description de sous-systèmes hiérarchisés.

. Documentation automatique.

La "masse d'informations" croissant exponentiellement, il s'est avéré indispensable d'appliquer certaines techniques informatiques à la documentation et de rechercher des outils plus spécifiques.

Le cours comprend l'étude d'une chaîne documentaire, des divers systèmes documentaires existants, l'évaluation de ces systèmes...

### Structure des ordinateurs.

Professeurs : J. Suchard, S. Hyder (Université de Montréal).

Encadrement : G. Noguez.

### ENSEIGNEMENT.

Constituants :

- signaux logiques (aspects informatif et temporel),
- éléments logiques combinatoires, transparents et opaques,
- opérateurs (ex : stockage et liaison),
- principaux types d'organes (ex : organe de commande).

Signaux de commande :

- commande des opérateurs combinatoires et des opérateurs de stockage,



- interaction entre les commandes,
- cas des signaux asynchrones,
- conflits et priorités.

Organisation physique et logique d'un organe de commande :

- circuits combinatoires,
- ROM, ROS et mémoires vives,
- système d'adressage,
- horloge de référence - cycle.

Organes asynchrones :

- déclenchement en cascade,
- interaction de mécanismes indépendants,
- organes de coordination et de répartition.

#### STAGES.

Les stages ont lieu au laboratoire et visent à intégrer l'étudiant dans une équipe de recherche. Les principaux sujets d'études sont :

- langages de commande,
- association de microprocesseurs,
- microprogrammation de fonctions systèmes, de procédures de communication, de machines langages,
- terminaux intelligents.

#### Compilation.

Professeurs : P. Jorrand (Centre Scientifique IBM - Grenoble),  
M. Sintroff (MBLE Bruxelles).

Encadrement : M. Duboué.

#### ENSEIGNEMENT.

L'enseignement est orienté vers les concepts et problèmes nouveaux introduits par le langage ALGOL 68. Il comporte deux parties.



"d'ALGOL 68 vers les langages extensibles"

- Introduction à ALGOL 68,
- Notion de mode en ALGOL 68,
- Etude critique d'ALGOL 68,
- Introduction aux langages extensibles,
- Extension de la Syntaxe,
- Définition formelle des Langages.

Méthodes de définition sémantique :

- Méthode de Vienne,
- Rapport ALGOL 68 révisé,
- Axiomatique (Floyd, Moore),
- Points fixes (Scott, Strachey),
- Equivalences entre méthodes.

## INFORMATIQUE APPLIQUEE

### C4 : Certificat d'Informatique Appliquée.

Professeurs : F. Madaule, J. Vignes.

#### BUT.

Il s'agit de donner à des non-informaticiens une connaissance limitée, mais non superficielle, de l'outil informatique pour qu'ils puissent ensuite s'en servir, soit à des fins de recherche dans leur discipline, soit pour améliorer leurs chances pour l'insertion dans la vie active.

Le parti pris dans cet enseignement de donner aux étudiants des bases solides et non de simples recettes, a pour conséquence une charge importante de travail pour ceux-ci, plutôt sous forme de tâches individuelles (mais souvent matérielles : perforation, dépôt et retrait de programmes) que de nombreuses heures de cours et travaux dirigés.

Ce certificat C4 est valable pour toutes maîtrises à l'exclusion de la maîtrise d'informatique.

#### FORME DE L'ENSEIGNEMENT.

Les étudiants sont répartis en sections suivant leur discipline d'origine. On peut distinguer deux phases :

- la première phase (deux trimestres) constitue un tronc commun à toutes les sections et est un enseignement d'informatique de base (structure et langage des ordinateurs, algorithmes fondamentaux) ;
- la seconde phase (un trimestre) correspond plus exactement au nom d'informatique appliquée. Les étudiants choisissent au moins un enseignement à option dans une liste qui varie suivant leur section.

A cela s'ajoute un travail par équipes qui consiste à traiter un problème concret en relation avec leur discipline d'origine. Ce projet peut s'effectuer dans le cadre d'un stage à temps partiel dans un laboratoire de recherche.



PROGRAMME.

A - Structure et langage d'un ordinateur ordinaire : ORDI 2

- notion d'information binaire, mémoire, registres,
- unité de calcul, opérations logiques,
- instructions, modes d'adressage,
- diverses phases de l'exécution d'une instruction, microprogrammes,
- notions sommaires sur les interruptions et les systèmes périphériques.

B - Programmation :

- langage machine (codé hexadécimal) ORDI 2,
- un langage d'assemblage (SYMBOL-CII 10070 ou IBM 1130),
- un langage algorithmique ALGOL, (FORTRAN et COBOL facultatifs).

C - Algorithmique numérique :

- résolutions d'équations non linéaires,
- calcul d'intégrales définies,
- résolution de systèmes linéaires et inversions de matrices,
- méthodes d'ajustement par moindres carrés.

D - Cours à option :

- compléments de calcul scientifique. Equations différentielles et aux dérivées partielles,
- traitement numérique de données : transformées de Fourier, approximation, optimisation,
- notions sur les banques de données et les systèmes de fichiers,
- acquisition et traitement de données physiques,
- notions sur les systèmes de conduite des ordinateurs.



### Formation permanente.

Professeurs : F. Madaule, M. Chein.

#### BUT.

Depuis octobre 1972, l'Institut de Programmation a créé dans le cadre de la loi de juillet 1971, deux actions de formation continue s'adressant aux salariés. Ces enseignements permettent d'obtenir les certificats de Formation professionnelle continue supérieure de l'Université de Paris VI :

Eléments d'informatique générale,

Eléments d'Algorithmique.

Ce dernier enseignement est, en principe, la continuation du premier.

#### FORME DE L'ENSEIGNEMENT.

Le stage d'informatique générale fonctionne sous deux formes :

- un cycle long étalé sur l'année universitaire, à raison d'un après-midi par semaine,
- un cycle court, groupé en septembre sur 3 semaines à temps complet.

35 stagiaires ont suivi le cycle long en 1972-1973, 76 y sont inscrits pour 1973-1974. Le cycle court de septembre 1973 a réuni 25 stagiaires.

Le stage d'Algorithmique fonctionne uniquement sous forme longue. 21 stagiaires y sont inscrits en 1973-1974.

Dans les deux cas, un gros effort pédagogique a été fait pour renouveler les méthodes d'enseignement ; on a en particulier supprimé la séparation, peu adaptée, en cours magistral, travaux dirigés et travaux pratiques ; l'encadrement des stagiaires est toujours multiple (plusieurs personnes en permanence) et l'accent est mis sur l'utilisation concrète d'un ordinateur, en temps partagé notamment.

PROGRAMME.

A - Eléments d'Informatique générale :

- les structures fondamentales d'un ordinateur : mémoires, registres, circuits logiques,
- le langage de l'ordinateur (hexadécimal) : instructions, adressage, programmation d'ORDI 1000, version simplifiée de l'ordinateur CII 10070,
- le langage d'assemblage : SYMBOL (langage CII 10070),
- un langage algorithmique : FORTRAN.

B - Eléments d'Algorithmique :

La connaissance du langage FORTRAN est le minimum requis pour suivre cet enseignement.

- Algorithmes numériques :
  - . résolution d'équations,
  - . résolution de systèmes linéaires,
  - . méthodes d'intégration.
- Algorithmes non numériques :
  - . méthodes de tris,
  - . utilisation des piles, des listes,
  - . algorithmes liés aux graphes.





**Appréciations  
du milieu professionnel**





**THOMSON-CSF**

DIRECTION TECHNIQUE GÉNÉRALE

Monsieur le Directeur  
de l'INSTITUT DE PROGRAMMATION  
DE LA FACULTE DES SCIENCES DE PARIS  
11, Quai Saint-Bernard  
75005 - PARIS

REFERENCES FHR/MV

PARIS LE 30 janvier 1974

Monsieur le Directeur et Cher Monsieur,

C'est une heureuse initiation de fêter le dixième anniversaire de l'Institut de Programmation.

Permettez-moi de vous exprimer mes vœux pour la réussite de ses activités futures.

Il m'a été donné d'apprécier les qualités de vos étudiants, cela serait banal et purement de courtoisie, au demeurant naturelle, étant donné l'accueil dont j'ai bénéficié personnellement à l'Institut de Programmation ces deux dernières années scolaires. Cet accueil m'ayant permis de mieux le connaître, je prends la liberté de vous communiquer ce qui suit.

Vos enseignements ne sont pas figés : c'est une propriété importante, car l'informatique ne l'est pas.

A cet égard, que vos enseignements sèment le doute dans l'esprit de vos étudiants, quand c'est justifié et utile, me paraît indispensable et fructueux; la science et les techniques informatiques sont loin d'être établies sur des bases stables. Grâce à cela, dans la vie professionnelle active, le travail en équipe de vos étudiants et d'ingénieurs de formations différentes, pourra être générateur de progrès et entraîner un corollaire: le succès, dans les secteurs économiques, des anciens élèves de l'Institut de Programmation.

Croyez, Monsieur le Directeur et Cher Monsieur, à mes sentiments très distingués.

Le Directeur de l'Informatique

  
F. H. RAYMOND



**IRIA**

INSTITUT DE RECHERCHE  
D'INFORMATIQUE ET D'AUTOMATIQUE

DOMAINE DE VOLUCEAU  
78 - ROCQUENCOURT  
TÉL. 954-90-20

LE DIRECTEUR  
N°A. D. 7726/Dir.

Rocquencourt le 8 février 1974

Monsieur le Directeur  
de l'Institut de Programmation  
Faculté des Sciences  
Tour 55 - 11, quai Saint-Bernard  
75005 PARIS

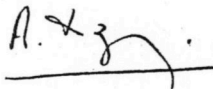
Monsieur le Directeur,

A l'occasion du 10ème anniversaire de votre Institut, je suis heureux de vous adresser mes vives félicitations pour l'oeuvre remarquable accomplie au profit de la recherche informatique française, et pour le très important rôle de formation rempli auprès de tant de jeunes étudiants.

Les équipes de recherche de l'IRIA ont pu apprécier la qualité des anciens élèves de l'Institut de Programmation qui ont collaboré avec elles et leur ont donné beaucoup de satisfaction.

C'est pourquoi je m'associe avec beaucoup de plaisir à cet anniversaire en souhaitant que votre Etablissement continue, avec le même succès, à remplir les importantes missions dont il a la charge.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de mes sentiments les meilleurs.



A. DANZIN

**franlab**  
informatique  
4, avenue de Bois-Préau  
92504 Rueil-Malmaison  
Tél. : 967.11.10

Rueil, le 10 janvier 1974

Monsieur le Directeur de  
L'INSTITUT DE PROGRAMMATION  
- Université de Paris VI -  
2, place Jussieu  
75005 PARIS

N/Réf.: JML/mms 071/74

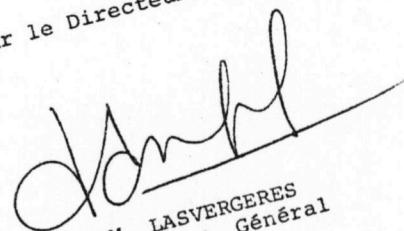
Monsieur le Directeur,

Dans le cadre de développements logiciels que nous  
avons été amenés à entreprendre, notre société a fait appel  
à la compétence d'informaticiens formés par l'Institut de  
Programmation.

Sur ces sujets particulièrement délicats, sur ces  
réalisations dont le succès est maintenant encore indéfec-  
tiblement lié à notre prééminence dans le secteur des  
Sociétés de Service et de Conseil en Informatique, ces  
ingénieurs ont obtenu des résultats pleinement satisfaisants.

Il m'est particulièrement agréable de pouvoir, au  
vu de notre expérience, louer l'excellente formation que  
l'Institut de Programmation dispense à ses étudiants, par-  
faitement en accord avec les impératifs de la vie profession-  
nelle.

Veillez croire, Monsieur le Directeur, à l'expression  
de mes sentiments distingués.

  
J.M. LASVERGERES  
Directeur Général

COMPAGNIE INTERNATIONALE POUR L'INFORMATIQUE

Parc de Rocquencourt - 78150 LE CHESNAY - Téléphone : 954 44 00

Rocquencourt, le 20 Février 1974  
MB/Arf - 74.1723

*Le Président*

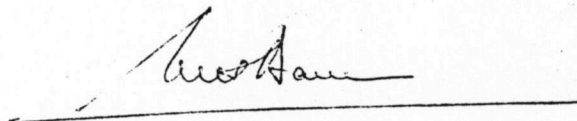
Monsieur le Directeur de  
l'Institut de Programmation

Tour 5565  
UNIVERSITE PARIS VI  
Place Jussieu  
75005 PARIS

Monsieur le Directeur,

Notre compagnie emploie actuellement, 10 anciens élèves de l'Institut de Programmation. Les intéressés sont plus spécialement affectés au secteur du Software de Base où ils nous donnent entière satisfaction ; l'enseignement dispensé à votre Institut étant particulièrement bien adapté aux besoins de notre compagnie.

Nous vous prions de croire, Monsieur le Directeur, à l'expression de nos sentiments distingués.



M. BARRE



MINISTÈRE DES TRANSPORTS  
SECRÉTARIAT GÉNÉRAL A L'AVIATION CIVILE  
DIRECTION DE LA MÉTÉOROLOGIE NATIONALE

SERVICE MÉTÉOROLOGIQUE  
MÉTROPOLITAIN

2. AVENUE RAPP — PARIS 7<sup>ème</sup>  
Téléphone : — 705 - 40-70

RÉFÉRENCE A RAPPELER DANS LA RÉPONSE

Numéro . 32

PARIS, le . 22.12.1974

Monsieur ARSAC  
Directeur de l'Institut de Programmation  
4, Place Jussieu  
75230 - PARIS CEDEX 05

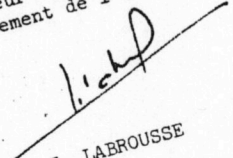
Monsieur le Directeur,

Depuis la création de l'Institut que vous avez l'honneur de diriger, j'ai eu chaque année l'occasion de faire appel à votre enseignement soit en vous confiant la formation d'agents déjà recrutés, soit en recrutant du personnel formé par vos soins.

J'ai toujours été très satisfait de l'enseignement que prodigue votre institut appréciant, plus particulièrement, le fait que vous avez réussi à donner à vos élèves une excellente formation technique, tout en sachant placer cette formation dans un cadre suffisamment général pour que les possibilités d'évolution ultérieure des étudiants soient sauvegardées. Je compte donc continuer à faire appel à vos services pour les recrutements futur.

Je vous prie de bien vouloir agréer, Monsieur le Directeur, l'assurance de mes meilleurs sentiments.

L'Ingénieur en Chef, Chef du Centre  
de Traitement de l'Information

  
J. LABROUSSE

République Française

Rueil, le 27 Décembre 1973

**Institut  
Français  
du  
Pétrole**  
des Carburants  
et Lubrifiants

DIRECTION BUDGET - PROGRAMMES

CL/GC



22150

INSTITUT DE PROGRAMMATION  
Tour 55-65  
11, Quai Saint-Bernard  
75 PARIS 5e


Monsieur le Directeur,

L'Institut Français du Pétrole emploie actuellement 3 informaticiens formés par l'Institut de Programmation; ces informaticiens participent aux travaux de transfert de la gestion comptable et technique de notre activité sur un ordinateur moderne ( C D C 7600 ).

Dans le cadre de ce travail, ils sont amenés à étudier les améliorations que nous souhaitons apporter à la présentation de notre système de gestion, à collaborer à l'analyse et à la réalisation des programmes correspondants et à effectuer les opérations nécessitées par le passage des programmes existants sur un autre ordinateur.

Nous avons constaté que la formation qu'ils avaient reçue, outre sa qualité, leur permettait de s'adapter rapidement à ce genre de travail, ce que nous avons apprécié.

Veuillez croire, Monsieur le Directeur, à l'assurance de ma considération distinguée.

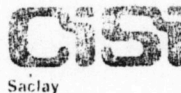
  
C. LABBE  
Directeur des Programmes

1 et 4, avenue de Bois-Preau  
Boite Postale 18  
92502 Rueil-Malmaison, France

Téléphone 407 11-10 et 17-66  
Télex 84060 IFP  
Telegramme Inspetrol-Rueil

CCP Paris 5223-75

Compagnie Internationale de Services en Informatique



N/Réf. : CISI 74/177/ CC/AP

Monsieur le Professeur VIGNES  
Directeur de l'INSTITUT de PROGRAMMATION  
UNIVERSITE de PARIS  
9, Quai St-Bernard - Tour 55-65 - 3e étage  
75 PARIS 5e

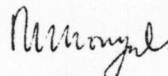
Le 8 Février 1974.

Monsieur le Directeur,

J'ai le plaisir de vous faire connaître que la Compagnie Internationale de Services en Informatique est très satisfaite du personnel qu'elle emploie issu de votre Institut. Ce personnel est d'un bon niveau, s'adapte aisément aux situations qu'il rencontre et par suite donne toute satisfaction.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'assurance de mes sentiments distingués.

Le Directeur Général,



A. AMOYAL





**THOMSON-CSF**

DIRECTION DE L'INFORMATIQUE DE LA BRANCHE EQUIPEMENT  
(DIB)

INSTITUT DE PROGRAMMATION  
Tour 55-65

11 Quai Saint Bernard  
75005 P A R I S

PARIS, LE 20 Février 1974

REF.  
DIB-PG/YG-031

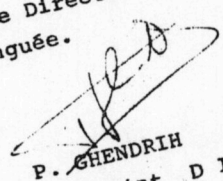
Monsieur le Directeur,

Le Centre de Traitement de la rue de Vouillé  
de la DIRECTION DE L'INFORMATIQUE DE LA BRANCHE EQUIPEMENT  
de THOMSON-CSF, emploie actuellement 5 informaticiens formés  
par l'INSTITUT DE PROGRAMMATION.

Ces Analystes sont répartis entre le Service  
SYSTEME & METHODES et celui des APPLICATIONS SCIENTIFIQUES  
de notre activité, sur deux ordinateurs modernes (un IRIS 80  
et un 370-145).

Il m'est agréable de pouvoir louer l'excellente  
formation de ces personnes qui se sont révélées très rapide-  
ment opérationnelles dans les tâches qui leur sont imparties.

Veillez croire, Monsieur le Directeur,  
à l'assurance de ma considération distinguée.

  
P. GHENDRIH

Directeur-Adjoint D I B

**THOMSON-CSF**  
DIRECTION DE L'INFORMATIQUE DE LA BRANCHE EQUIPEMENT  
33 rue de Vouillé 75015 PARIS  
TEL. 1 81 40 8 20

THOMSON-CSF / DIB / 33 RUE DE VOUILLÉ / 75015 PARIS / FRANCE / TEL. 1 81 40 8 20 / TELEF. 1 81 40 8 20 / TELEGR. 1 81 40 8 20  
S.A. AU CAPITAL DE 200.000.000 F / SIÈGE SOCIAL 171, Boulevard de la Chapelle, 75018 PARIS, C.C.P. PARIS 1038 98 / R.C. PARIS 55 5 5932 / I.N.S.E.E. 283 75.100 0.179

2224/02/74



INFORMATIQUE INTERNATIONALE S.A.

20, RUE SAARINEN - 94150 RUNGIS SILIC

TÉL. 686-66-44 - 686-66-94 - 686-67-43

Rungis, le 27 Février 1974

Professeur ARSAC

Directeur de l'Institut de Programmation

Monsieur le Professeur,

Nous employons, dans notre Société de conseil et prestations de services en Informatique, une vingtaine de personnes possédant des diplômes de l'Institut de Programmation, le plus souvent Maîtrise d'Informatique suivie de D.E.A., mais aussi des diplômes E.T.I.

Nous tenons à vous faire savoir combien nous sommes satisfaits de la formation reçue dans votre Institut. Cette formation est en effet, particulièrement bien adaptée aux besoins des postes d'Ingénieurs, Analystes scientifiques et Chefs de projets, tenus par ces diplômés dans notre Société.

La personnalité originale de cette formation nous paraît être, qu'elle sait à la fois donner une bonne culture générale informatique, des connaissances théoriques approfondies dans différents domaines, mais aussi une grande compétence pratique en analyse et en programmation dans de nombreux langages.

Lors de l'embauche de personnel, la possession de diplômes délivrés par l'Institut de Programmation est pour nous une référence certaine.

Nous vous prions d'agréer, Monsieur le Professeur, l'expression de nos sentiments distingués.

*Blaise*

J.C. BLAIVE

Directeur Général

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 100.000 FRANCS - R. C. 97 B 42 - I.N.S.E.E. 802.04.288.G.120  
SIÈGE SOCIAL : 61, RUE DU GÉNÉRAL-FABVIER BOITE POSTALE 3021 54000 NANCY SAINT-NICOLAS

COMMISSARIAT A L'ÉNERGIE ATOMIQUE  
CENTRE D'ÉTUDES NUCLÉAIRES DE SACLAY

B. P. N° 2 - 91190 GIF-SUR-YVETTE  
TEL : 941.80.00 - poste :  
TELEX : 20671 - ENERGAT - PARIS

SERVICES D'ÉLECTRONIQUE DE SACLAY

*ses*  
N/Réf. : SES/DIR/74-69 JW/FCh

Monsieur le Directeur de  
l'Institut de Programmation  
Tour 55/65  
Université PARIS-VI  
9, Quai Saint-Bernard  
75005 PARIS

Saclay, le 18 mars 1974

Monsieur le Directeur,

Les étudiants de l'Institut de Programmation de l'Université  
PARIS-VI que vous nous avez envoyés comme stagiaires ont montré de solides  
connaissances en informatique et nous ont apporté une aide décisive dans  
nos recherches sur la reconnaissance de forme.

Je tenais par la présente à vous rendre acte de l'excellente colla-  
boration qui s'est ainsi instituée entre nous.

Veuillez agréer, Monsieur le Directeur, mes salutations distinguées.

*Meill*  
J. WEILL, Chef des  
Services d'Electronique de  
Saclay



**Recherche**



## INFORMATIQUE THEORIQUE

Dès la création de l'Institut de Programmation, les préoccupations théoriques y ont tenu une place importante, comme le prouvent les programmes des cours de "3ème niveau" des années 1965-68. A cet égard, la symbiose avec l'Institut Blaise Pascal offrait des conditions tout à fait favorables.

Actuellement, les théoriciens de l'Institut de Programmation travaillent en étroite collaboration avec les informaticiens de l'U.E.R. de Mathématiques de l'Université voisine Paris VII, ce qui se traduit par, entre autre chose, leur participation à l'Equipe d'Informatique Théorique du CNRS (E.R.A. n° 295, M.P. Schützenberger, L. Nolin, M. Nivat).

On peut regrouper leurs activités sous six rubriques principales, selon la terminologie généralement acceptée.

- Automates et langages.
- Langages logiques, calculabilité et complexité des algorithmes.
- Logique combinatoire et sémantique formelle des langages de programmation,
- Graphes orientés appliqués à l'informatique.
- Compilation.
- Programmation.

### I - Automates et langages.

En fait, sous l'impulsion de M.P. Schützenberger, professeur à Paris VII, on s'est orienté vers une théorie fondamentale du monoïde libre, objet



manipulé quotidiennement par tout informaticien. L'essentiel des travaux poursuivis se range en quatre paragraphes.

1. Equations dans les monoïdes libres (M. Fontet, M. Morcrette, D. Piollet, sous la direction de A. Lentin, professeur à l'Université René Descartes).

Systèmes algébriques liés aux équations bipermutationnelles : leurs automorphismes, en liaison avec les propriétés combinatoires du groupe symétrique ; catégories formées par ces systèmes, mise en évidence d'un squelette ; généralisation aux équations quadratiques et application aux équations dans le groupe libre.

M. Fontet - Etude des polyautomorphismes des  $\Pi$ -systèmes bipermutationnels. Thèse de 3ème cycle, 1973.

M. Morcrette - Sur quelques systèmes algébriques et catégories de systèmes algébriques suscités par la théorie des équations dans le monoïde libre. Thèse de 3ème cycle, 1973.

M. Morcrette -  $\Pi$ -Systèmes bipermutationnels, dans *Permutations*, Actes d'un Colloque tenu à Paris, Université René Descartes, du 10 au 13 Juillet 1972, réunis par A. Lentin, Gauthier-Villars 1974.

D. Piollet - Equations et systèmes d'équations quadratiques dans un monoïde libre. Thèse de 3ème cycle, 1972.

D. Piollet - Equations quadratiques dans le groupe libre, J. of. Algebra, (à paraître).

2. Monoïdes syntactiques (J.F. Perrot, J. Sakarovitch).

Relations entre un automate fini, considéré comme structure algébrique, le langage rationnel qu'il reconnaît, et son monoïde de transitions. Application aux codes préfixes finis. Exploration du domaine des monoïdes syntactiques des langages algébriques.

F.G. Cousineau, J.F. Perrot et J.M. Rifflet - APL Programs for direct computation of a finite semigroup, *APL Congress 73*. North-Holland 1973.

J.F. Perrot - Contribution à l'étude des monoïdes syntactiques et de certains groupes associés aux automates finis. Thèse d'Etat, 1972.

J.F. Perrot - Groupes de permutations associés aux codes préfixes finis, dans *Permutations*, Actes d'un colloque tenu à Paris Université René Descartes, du 10 au 13 Juillet 1972, réunis par A. Lentin, Gauthier-Villars, 1974.

J.F. Perrot - Monoïdes syntactiques des langages algébriques, à paraître dans les Actes de l'Ecole de Printemps sur les langages algébriques. Bonascre (Ariège) 1973.

J.F. Perrot - Une théorie algébrique des automates finis monogènes, *Convegno di Informatica teorica*. Rome, 1973. (à paraître dans *Symposia Mathematica*).

### 3. Propriétés arithmétiques des langages formels.

Etude des propriétés arithmétiques de langages sous la forme "d'ensembles acceptables de nombres". Ceci conduit à examiner une nouvelle notion de complexité de génération d'un ensemble d'entiers.

J. Berstel - Sur la densité asymptotique des langages formels, in *Automata, Languages and Programming*, M. Nivat, Ed. North-Holland 1973, pp. 345-358.

J. Berstel - On sets of numbers recognized by push-down automata, 13th SWAT Conference, Maryland 1972.

J. Berstel - Ensembles reconnaissables de nombres, à paraître dans les Actes de l'Ecole de Printemps sur les langages algébriques, Bonascre (Ariège) 1973.

4. Structure des langages algébriques (J.M. Autebert et J. Beauquier, sous la direction de M. Nivat, professeur à Paris VII, et J. Berstel).

Cônes et familles agréables de langages algébriques du point de vue de la relation d'inclusion. Conditions nécessaires et suffisantes pour qu'un langage engendre, par transductions rationnelles, toute la famille des langages algébriques. Familles infinies de cônes ou de F.A.L. strictement croissantes ou formées d'éléments incomparables.

J.M. Autebert - Etude d'une coupe du cône rationnel des langages algébriques : les langages I.D.K. Thèse de 3ème cycle, 1973.

J.M. Autebert - Quelques générateurs des langages algébriques, G.I. Fachtagung Automatentheorie und formale Sprachen. Bonn 1973.

J.M. Autebert et J. Beauquier - Une caractérisation des générateurs standards, à paraître dans la R.A.I.R.O. Série Rouge, en 1974.

J. Beauquier - Caractérisation des générateurs standards du cône rationnel des langages algébriques, application aux langages quasi-rationnels. Thèse de 3ème cycle 1973.

J. Beauquier - Caractérisation des langages quasi-rationnels standards, G.I. Fachtagung Automatentheorie und formale Sprachen. Bonn 1973.

J. Berstel - Une hiérarchie des parties rationnelles de  $\underline{N}^2$ , Math. Systems Theory 7, 1973, pp. 114-137.



## II - Langages logiques, calculabilité et complexité des algorithmes.

La complexité des algorithmes est une branche actuellement en plein essor et se développe à l'Institut de Programmation sous ses deux aspects.

- Axiomatique : l'étude des langages des prédicats et de la théorie de la calculabilité fournit le cadre naturel à l'intérieur duquel se formalisent les différentes notions propres à mesurer la complexité des programmes ;

- Concret : on recherche des méthodes générales qui permettent d'optimiser les algorithmes.

### 1. Les langages des prédicats (J.P. Bénéjam, M. Bonnet, R. Durand).

Applications des logiques du premier ordre et du deuxième ordre aux structures de calcul ; les problèmes de modélisation des  $\lambda$ -calculs sont actuellement abordés par R. Durand.

J.P. Bénéjam - Propriétés algébriques des langages du premier ordre.  
Thèse d'Etat, Université de Paris VI, 1972.

J.P. Bénéjam, M. Bonnet, R. Durand - Programmation d'un théorème d'algèbre logique sur les chaînes discrètes (à paraître).

### 2. Théorie de la calculabilité et complexité axiomatique. (J.P. Bénéjam, I. Oppman, G. Vidal-Naquet).

Applications de la théorie de la calculabilité à la sémantique des programmes formels et à la complexité des algorithmes.

G. Vidal-Naquet - Langages du deuxième ordre et automates d'arbres infinis ; applications à la sémantique des programmes et à la complexité des algorithmes. Thèse de 3ème cycle, Université de Paris VI, 1973.

G. Vidal-Naquet - Quelques applications des automates d'arbres infinis ; dans "Automates, Languages and Programming".

(M. Nivat Editeur), pp. 115-122, North-Holland, 1973.

### 3. Complexité concrète (J. Berstel).

Un groupe d'études travaille sur les résultats existant actuellement ; cette activité se développe rapidement.

## III - Logique combinatoire et sémantique formelle des langages de programmation.

La logique combinatoire fournit un appareil conceptuel particulièrement bien adapté à la définition des concepts fondamentaux de l'informatique et à l'étude de leurs propriétés. Monsieur L. Nolin, professeur à Paris VII, a été l'initiateur de nombreux travaux dans cette direction.

D'autres voies intéressantes pour appréhender la sémantique des langages sont fournies par la théorie des schémas de programmes et des systèmes de réécriture sur des systèmes non associatifs.

### 1. Systèmes réductifs (M. Duboué).

Constructions de systèmes combinatoires à réduction déterministe ; application à la formalisation dynamique de concepts informatiques. Etude de théories des types.

M. Duboué - Construction et étude d'un système de logique combinatoire. Application à une interprétation universelle des automates. Thèse de 3ème cycle, 1969.

M. Duboué - Caractère fonctionnel le plus général d'un terme combinatoire. Publications de l'Institut de Programmation, 1973.

## 2. Sémantique des structures de données (B. Robinet).

Définition formelle des structures de données ; démonstration de leurs propriétés. Formalisation des propriétés de mémorisation des machines abstraites. Caractère de complétude des langages.

B. Robinet - Sémantique des tableaux ; application au langage APL.  
Thèse de 3ème cycle, 1972.

B. Robinet - Permutations et logique combinatoire, dans *Permutations*,  
Actes d'un Colloque tenu à Paris, Université René Descartes,  
du 10 au 13 Juillet 1972, réunis par A. Lentin.  
Gauthier-Villars 1974.

B. Robinet - A semantic model for a simple programming language, G.I.  
Fachtagung Automatentheorie und formale Sprachen,  
Bonn 1973.

B. Robinet - About the completeness of APL. G.I. Jahrestagung,  
Hambourg 1973.

J. Michel - APLAMBA : A lambda-calculus machine for APL operators.  
APL congress 73, North-Holland, 1973.

## 3. Schémas de programmes (G. Cousineau avec J.M. Rifflet, Paris VII, sous la direction de M. Nivat, professeur à Paris VII).

Etude des aspects algébriques de la théorie des schémas de programmes ; recherches sur les liens unissant cette théorie à celle des langages formels.

F.G. Cousineau, en commun avec J.M. Rifflet - Schémas de programmes :  
Problèmes d'équivalence et de complexité.  
Thèse de 3ème cycle, 1974.



4. Descriptions sémantiques de langages de programmation (Hua Thanh Huy, M. Duboué, B. Arlettaz, J.C. Girard).

Etude des moyens formels d'analyse syntaxique des langages énumérables par des W-grammaires, par exemple ALGOL 68.

Modifications sémantiques d'APL, pris comme outil d'expression du Langage de Définition de Vienne.

Hua Thanh Huy et al. - Le langage algorithmique ALGOL 68. Groupe ALGOL de l'AFCET. Bacchus, Pair, Peccoud, Eds., 1973.

IV - Graphes orientés appliqués à l'informatique.

Les graphes orientés, et notamment les graphes sans circuit, sont constamment utilisés par les informaticiens. Nous étudions leurs propriétés fondamentales ([1], [2], [3], [4]) ainsi que certains problèmes d'ordonnancement [5], [6] ayant leur origine en programmation.

Un groupe d'étude sur la théorie des graphes et l'Informatique, organisé en collaboration avec l'équipe de G.Chaty, Maître de conférences à l'Université de Paris-Nord, et travaillant en étroite liaison avec le groupe de recherches du CNRS dirigé par C.F. Picard, Directeur de Recherches au CNRS, fonctionne depuis Octobre 1973.

[1] G. Chaty, M. Chein - Bases de chemins et indices de recouvrement dans les graphes sans circuit, C.R. Acad. Sci. Paris, t.276, 1973, A, 1489-1491.

[2] G. Chaty, M. Chein - Bases de chemins dans les graphes sans circuit, Cahier du Centre d'Etudes de R.O., Bruxelles, Vol. 15, n° 3, pp. 287-309.

[3] G. Chaty, M. Chein - Path-invariants in acircuit digraphs, Inter-Conf. on combina theories, Acad. Nuzio dei Lincei. Rome, 1973 (à paraître).

- [4] M. Chein - Some results on connectivity classes in digraphs, 5 th Southeastern Conf. on Comb., graph theory and computing, Florida Atlantic University, 1974.
- [5] M. Chein, P. Martin - Sur le nombre de sauts d'une forêt, C.R. Acad. Sci. Paris, t. 275, A, 1972, pp. 159-161.
- [6] G. Chaty, M. Chein, P. Martin, G. Petolla - Number of steps in acircuit digraphs, 5 th Southeastern Conf. on Comb., graph theory and computing, Florida Atlantic University, 1974.

## V - Compilation.

L'équipe s'attache à préciser des points particuliers du problème général de compilation plutôt que définir de nouveaux langages. Elle a accueilli l'an dernier le professeur M. Melkanoff (UCLA) et elle entretient de nombreux contacts avec le milieu industriel. Mrs Chevance (CII), J. Ichbiah (CII), P. Jorrand (IBM, Grenoble), B. Lohro (IRIA), Sintzoff (MBLE, Bruxelles).

### 1. Diagnostic complet des erreurs syntaxiques et sémantiques dans un compilateur APL.

(B. Robinet, J.C. Girard, B. Arlettaz, J. Michel)

Le compilateur réalisé détecte un maximum d'erreurs dès l'analyse du programme source alors que les compilateurs classiques reculent cette analyse à l'exécution en raison de la multiplicité des interprétations possibles de la sémantique d'APL.

B. Arlettaz, J.C. Girard, B. Robinet - Un compilateur incrémentiel d'APL. (Colloque APL, IRIA, Paris 1971).

## 2. Systématisation de la transplantation des compilateurs.

(M. Dupras, J. Farré, M. Gauthier, C. Girault, D. Thibault,  
N. Guyen Van Lu).

Cette équipe constituée en Mars 1973 a réalisé la transplantation d'un compilateur Pascal pour la CDC 3600 en s'appuyant sur l'utilisation d'un langage intermédiaire. Cette méthode sera généralisée, réappliquée à la CII 10070 et comparée à une transplantation directe en cours pour l'IRIS 80.

M. Dupras, J. Farré, C. Girault, M. Gauthier - Systématisation de la  
transplantation des compilateurs.  
(Ecole d'été AFCET, Grenade, Juillet 1973).

## 3. Etude des diagrammes de Conway pour utilisation dans un compilateur de compilateur.

(M. Duboué, L. Maurice, C. Precetti).

Cette étude vient juste de démarrer; elle est motivée par la très grande maniabilité des diagrammes de Conway comme descripteurs de syntaxe et par leur aptitude à décrire la récupération des erreurs.

## 4. Simulateur extensible d'automates.

(C. Daquin, C. Girault, B. Quément, (Université de Paris IX)).

Un tel outil conversationnel permet à un théoricien de définir une machine abstraite arbitraire, puis de l'expérimenter. Cela a amené à définir un modèle très général de machine et à expliciter les mécanismes, jusqu'à présent implicites, nécessaires pour mettre en oeuvre une telle machine.

C. Daquin et C. Girault - SIMAC, simulateur conversationnel d'automates.

(Revue française d'automatique informatique et recherche  
opérationnelle, Septembre 1972).



## VI - Programmation.

### Axes de recherche.

Depuis 1971, des recherches sont entreprises sur la programmation, sur l'impulsion de J. Arsac. Depuis les débuts de l'informatique, la programmation a été assez systématiquement ignorée ou mésestimée, l'effort ayant été mis sur les langages et non sur l'activité même de création des programmes. Les travaux de programmation structurée ont montré l'importance d'une activité plus scientifique. Mais les difficultés sont nombreuses.

Il faut situer la programmation par rapport à l'algorithme, de sorte que les recherches sur l'une sont inséparables d'une réflexion sur l'autre. Il faut voir qu'un même algorithme peut conduire à de nombreuses formes de programme, plus ou moins adaptées à l'exécution sur ordinateur, tenant éventuellement compte de possibilités de parallélisme.

Des efforts importants ont été faits pour la programmation sur le plan théorique. Les recherches faites à l'Institut de Programmation visent d'abord à les faire déboucher sur le plan pratique, même si, au passage, la théorie y trouve son compte.

Il faut vulgariser les méthodes de justification de programme.

Il faut faire bénéficier la méthodologie de conception de systèmes des bénéfices de la structuration des programmes. A ce niveau, on étudie tout particulièrement la structuration d'un programme découpé en modules.

Il faut étudier les structures de systèmes informatiques adaptées à la programmation structurée. Celle-ci ayant des formes plus régulières, les systèmes doivent s'en trouver simplifiés, ou, à complexité égale, améliorés.

Deux contrats, l'un dans le cadre de l'ATP Informatique du CNRS, l'autre en collaboration avec l'équipe de J.P. Vasseur (Thomson-CSF) sont étroitement liés à ces études.

Elles servent aussi de rencontre à plusieurs équipes, mettant en contact des théoriciens, des spécialistes de systèmes, de microprogrammation, de compilation.

Publications.

J. Arsac - Quelques remarques et suggestions sur la justification des algorithmes.

Revue française d'Informatique et de Recherche Opérationnelle, n° 33, Septembre 1971.

J. Arsac - Un langage de programmation sous branchements.

Revue française automatique informatique et recherche opérationnelle, Juin 1972.

J. Arsac - Les langages sans étiquettes.

Publication Institut de Programmation, n° 73.13, Septembre 1973.

## RECONNAISSANCE DES FORMES

Cette jeune équipe de recherche a environ cinq ans d'existence. Ses chercheurs ont de nombreuses ouvertures à l'extérieur de l'Université, laquelle sert en fait de lien et de centre de réflexion.

Les principaux points d'appui de l'équipe sont les suivants :

- Centre de calcul de l'Ecole Polytechnique,
- Laboratoire Central de l'Armement (Arcueil),
- Centre d'Energie Nucléaire (Orsay),
- IRIA (Rocquencourt),
- CNES/ENS (rue Lhomond),
- Thomson-CSF (Malakoff).

La liaison Université - Centres de Recherche et Développement s'est, en ce qui nous concerne, établie sans effort. L'Université ne concurrence en aucune façon les centres d'applications par un laboratoire de type semi-industriel, elle apporte des hommes et des idées ; en sens contraire cette liaison évite la stérilité par un contact permanent avec des problèmes concrets sinon pratiques.

### Equipe de recherche.

J.C. Simon,	Professeur,
C. Macchi,	Maître de conférences,
J. Camillerapp,	Maître-assistant,
J.P. Jouannaud,	Maître-assistant,
G. Guiho,	Maître-assistant,
M. Baudry,	Stagiaire de recherche au CEA,
A. Checroun,	Maître de conférences à Paris IX,
E. Diday,	Chef de projet à l'IRIA,
J. Dupeyrat,	Stagiaire de recherche au CEA,



J.P. Maroy,	Ingénieur de recherche à l'IRIA,
C. Roche,	Ingénieur principal au LCA,
G. Sabah,	Attaché de recherche au CNRS,
J.F. Allouis,	Stagiaire de recherche au CNRS,
G. Gaillat,	Ingénieur-élève à l'ENST.

#### Axes de recherche.

Un même objet, un même son, une même classe de population peuvent avoir un nombre immense de représentations différentes délivrées par des capteurs physiques.

L'homme cependant est capable de leur donner un nom commun. Pouvons-nous lui substituer l'ordinateur ?

C'est en fait la méthode expérimentale, rendue possible par l'ordinateur, qui permet d'orienter le chercheur.

Les activités du laboratoire de RECONNAISSANCE DES FORMES peuvent être regroupées sur six rubriques principales.

- 1 - Mise en mémoire d'une représentation.
- 2 - Reconnaissance utilisant des opérateurs linéaires autoadaptatifs.
- 3 - Reconnaissance fondée sur l'existence d'une mesure de similarité.
- 4 - Utilisation de procédés linguistiques pour reconnaître et engendrer des formes.
- 5 - Génération automatique d'opérateurs de reconnaissance, apprentissage.
- 6 - Applications particulières : traitement de la parole, des électroencéphalogrammes, reconnaissance de situation radar, de photos de nuages.

#### Principaux résultats.

1.- Le premier type de problème qui se pose à l'informaticien est de conserver les mesures des capteurs physiques. Il lui faut pour cela choisir une représentation adaptée à l'ordinateur et l'entrer en mémoire.

Guiho a traité ce problème dans sa thèse de 3ème cycle en ce qui concerne la représentation d'une image. Il poursuit ses recherches sur les mécanismes de mise en mémoire d'une représentation, en particulier les mémoires associatives.

Certains algorithmes de prétraitement adaptés aux ordinateurs, permettent de réduire les volumes de mémoire nécessaires au stockage d'une représentation. Kahn (L.C.A.), Camillerapp, Checroun se sont intéressés aux filtres numériques dans ce but.

2.- Jouannaud et Macchi ont étudié les opérateurs linéaires efficaces pour détecter des "signaux" dans un bruit additif (filtre de Wiener). Les filtres numériques en particulier autoadaptatifs sont la version informatique de ce problème. Etant donné un bruit stationnaire du second ordre, ils ont montré les conditions d'apprentissage d'un filtre autoadaptatif. Leurs résultats ont trouvé d'intéressantes applications dans le domaine du Sonar (Marine Nationale) et des égaliseurs téléphoniques (TRT).

3.- Beaucoup de procédés de classification sont fondés sur l'existence d'une mesure de similarité deux à deux des objets à classer. Diday (IRIA) a mis au point un algorithme d'agglutination (clustering) qui aboutit à un processus de classification particulièrement bien adapté à l'ordinateur.

4.- Les analyseurs syntaxiques sont des opérateurs de reconnaissance de langage de programmation. Il était naturel que l'on songe à utiliser des grammaires formelles pour reconnaître et engendrer des formes. Là encore, ce formalisme a priori a amené des déceptions. Toutefois, une certaine attitude linguistique est utile en Reconnaissance des Formes. Checroun a mis en évidence des opérateurs linguistiques, invariants pour certaines transformations planes, rotation, projection, etc... Dans le cadre d'une étude DRME confiée à Thomson-CSF, il a examiné le problème de la reconnaissance ou du "recalage" d'une carte radar réelle à partir de données en mémoire. De nombreux résultats ont été obtenus. Ils permettent de définir les formes caractéristiques d'une situation radar obtenant ainsi d'importantes compressions d'information.



5.- Enfin Roche aidé de Sabah étudie la génération automatique d'opérateurs de reconnaissance. Le principe est d'utiliser l'"Information utile" comme estimateur de la performance d'un opérateur de reconnaissance comparé à l'opérateur idéal (en général l'expérimentateur). Combinant attributs (résultats) d'opérateurs avec des opérateurs et sélectionnant les meilleurs, il fait engendrer automatiquement par la machine des opérateurs optimaux. Cette démarche a été étendue aux opérateurs mêmes, mettant en évidence les défauts des opérateurs à seuil et des opérateurs limités aux seules opérations arithmétiques.

6.- Camillerapp aidé de Gaillat a approché le problème de la détection d'un signal sans idée a priori. Il cherche à établir un catalogue de "clefs" typique d'une forme par des méthodes statistiques. Cette approche lui permet de retrouver certaines "ondes" dans les électroencéphalogrammes. Il étend actuellement ses méthodes aux images, en particulier aux photos de situation nuageuse prises par des satellites météorologiques. Ces données fournies par le CNES sont traitées au laboratoire de calcul de l'ENS.

Une équipe du CEN/Saclay, dont Dupeyrat et Baudry, travaille sur les signaux digitaux de parole. Etudiant les histogrammes des passages par zéro du signal dérivé, ils ont pu mettre en évidence une reconnaissance des voyelles par comparaison d'histogrammes.

#### Principales publications.

Les résultats "universitaires" de cette jeune équipe sont représentés par cinq thèses de Doctorat d'Etat (Checroun, Macchi, Diday, Roche, Guiho), et neuf thèses de 3ème cycle. Parmi les 50 travaux de l'ensemble des chercheurs du laboratoire de RECONNAISSANCE DES FORMES publiés depuis 1968, nous citons les suivants, choisis parmi les publications postérieures à 1970.

1970 J.C. Simon - "Introduction au fonctionnement des ordinateurs".  
Masson, 1970.

J. Camillerapp - "Thèse de 3ème cycle Informatique".  
"Utilisation des ordinateurs en reconnaissance  
des formes". 19 Juin 1970.



G. Guiho - "Représentation et traitement de surfaces sur ordinateur". Thèse de 3ème cycle, Avril 1970.

J.C. Simon, A. Checroun -  
"Reconnaissance de formes à deux dimensions"  
C.R.A.S. Paris, Avril 1969. t. 268 - pp. 967-970,  
n° 17, série A.

J.C. Simon, G. Guiho -  
"Une nouvelle méthode d'établissement et d'utilisation de mémoires ordonnées. C.R.A.S. Paris.  
t. 271, pp. 1022-1025.

J.C. Simon, A. Checroun, C. Roche -  
"Comparaison des formes indépendantes des déplacements, homothéties et petites déformations".  
C.R.A.S. Paris, 15 Juin 1970. t. 270, pp. 1607-1609.

A. Checroun, C. Roche -  
"Le basic et le temps partagé". Dunod, 1970.

1971 J.C. Simon - "La reconnaissance des formes à l'aide d'ordinateur et ses rapports avec la philosophie de l'entendement humain". Revue des Questions Scientifiques (Belgium Namur). t. 142, n° 2, Avril 1971.

J.C. Simon, G. Guiho -  
"Picture representation and transformation by computer". Pattern Recognition Rev. 1971. Vol. 3, pp. 169-178.

J.C. Simon, C. Roche -  
"Application of questionnaire theory to Pattern Recognition". International Joint Conference of Artificial Intelligence. Londres, Septembre 1971.

J.C. Simon, A. Checroun -  
"Pattern Linguistic analysis invariant for plane transformations". Proceeding of IJCAI. Londres, Septembre 1971.

J.C. Simon, J.P. Jouannaud, C. Macchi -

"Détection d'un signal de forme inconnue dans un bruit de statistique inconnue". C.R.A.S. t. 273 - pp. 1164-1167 - Série A, 1971.

C. Macchi, O. Macchi -

"Un théorème d'itération stochastique multidimensionnelle". Ann. Inst. Henri Poincaré, 1971. Vol. VII, n° 3, pp. 193-204.

C. Macchi, O. Macchi -

"Détection optimale adaptative d'un signal vectoriel de temps d'arrivée inconnue". Ann. des Télécom. 26, 1971. n° 9-10, pp. 363-370.

1972 J.C. Simon - "Procédé de filtrage d'une image de ligne".  
Automatisme, 1972.

J.C. Simon - "Informatique et Reconnaissance des Formes". Revue de la Défense Nationale, Octobre 1972.

G. Guiho - "Sur l'étude des collisions dans les méthodes de "Hash coding" C.R.A.S. Paris, 14 Février 1972. pp. 580-583.

J.P. Jouannaud -

"Filtres digitaux autoadaptatifs : algorithmes de calcul et simulation". Thèse de 3ème cycle, 1972.

C. Macchi - "Itération stochastique et traitements numériques adaptatifs". Thèse d'Etat, Paris VI - 1972.

C. Macchi - "Recherches en mémoire". Thèse complémentaire, Paris Paris VI - 1972.

C. Macchi - "Correlation matrix and detection". IEEE International Symposium on Information theory, 1972.

C. Roche - "Idées générales sur la reconnaissance des formes appliquées à la parole". Automatisme, Mars 1972.



- C. Roche - "Information utile en Reconnaissance des Formes et en compression de données. Application à la génération automatique de systèmes de reconnaissance optique et acoustique. Thèse d'Etat, 1972.
- C. Roche - "Génération automatique d'opérateurs de segmentation de la parole". Journées d'études sur la parole du Groupement des Acousticiens de Langue Française. Lannion - Juin, 1972.
- C. Roche - "L'analyseur d'images Calife, ses performances, son utilisation". Journées d'études sur l'analyse d'images organisées par le C.N.E.S. du 13 au 15 Décembre 1972.
- J.C. Simon, G. Guiho -  
"On algorithms preserving neighborhood to file and retrieve informations in a memory". International Journal of Computer and Information Sciences. Vol. 1, n° 1, pp. 3-15.
- J.C. Simon, C. Roche, G. Sabah -  
"On automatic generation of Pattern Recognition Operators". Proceeding de l'International Conference on Cybernetics and Society. Washington - Octobre 1972. IEEE 345 East 47 th St, New York, NY 10 0017 - U.S.A.
- J.C. Simon, A. Checroun, C. Roche -  
"A method of comparing two patterns independent of possible transformations and small distortions". Pattern Recognition Rev. 1972. Vol. 4, pp. 73-81.
- J.P. Jouannaud, C. Macchi -  
"Egaliseurs adaptatifs de voies de transmission de données très dispersives". Les techniques de l'Informatique. Congrès AFCET, Grenoble, Novembre 1972.



C. Roche, G. Sabah -

"Définition d'une mesure de l'information utile d'un opérateur de reconnaissance. Génération automatique d'opérateurs de reconnaissance". C.R.A.S. Séance du 7 février 1972. t. 274 - pp. 501-504.

1973 G. Sabah - "Utilisation de propriétés logiques, et génération automatique d'opérateurs pour la reconnaissance des formes". Thèse de 3ème cycle. Novembre 1973.

G. Guiho - "Organisation de mémoires, influence d'une structure et étude d'optimisation". Thèse d'Etat. Décembre 1973.

J. Camillerapp -

"Signature d'une région nuageuse". Colloque international : Les Satellites Météorologiques.  
Paris, Mai 1973.

G. Guiho - "Gain théorique de mémoire obtenu à l'aide d'un algorithme de prétraitement". G.R.A.S. Paris 1973.  
Série A. t. 276, pp. 65-68.

C. Macchi - "Structure de l'inverse d'une matrice de corrélation".  
C.R.A.S. t. 276, pp. 1313-1316. Série A, 1973.

## STRUCTURES DE L'INFORMATION

De création récente (janvier 1973), le groupe de Recherche du CNRS, associé à l'Institut de Programmation, résulte de l'accroissement des activités d'une équipe de recherche créée elle-même en 1970.

### I - Composition du groupe de recherche.

Ce groupe est constitué de deux équipes de recherche.

#### 1. Informatique théorique et questionnaires.

C. Picard,	Directeur de Recherche au CNRS,
G. Chaty,	Maître de Conférences à l'Université de Paris-Nord,
S. Petolla,	Maître-assistante,
N.L. Aggarwal,	Maître-assistant à l'Université de Besançon,
C. Prost,	Maître-assistante,
B. Bouchon,	Attachée de recherche au CNRS,
I. Lavallée,	Stagiaire de recherche au CNRS,
M.C. Lacan,	Assistante,

#### 2. Intelligence artificielle.

J. Pitrat,	Maître de Recherche au CNRS,
J.L. Laurière,	Attaché de recherche au CNRS,
B. Flavigny,	Maître-assistant,
M. Rousseau,	Assistante à l'I.U.T. d'Orsay,
J.P. Laurent,	Assistant à l'Université de Caen,
A. Adam,	Assistante à l'Université de Caen,
M. Vivet,	Assistant au Centre Universitaire du Mans,
M. Lalos,	Assistant au Centre Universitaire du Mans,



A. Durand,      Assistant au Centre Universitaire du Mans,  
F. Rousselot,   Assistant à l'Université de Strasbourg,

## II - Axes de recherche.

### 1. Informatique théorique et questionnaires.

- Les informations en Informatique : données structurées ; opérations et constructions de graphes ; algorithmes directs.

- Traitement de l'Information : du canal au questionnaire ; algorithmes d'événements et théorèmes de l'information ; le coût informationnel du traitement et son optimisation.

- Application des questionnaires : tri ; fonctions économiques ; organigrammes ; diagnostic en toxicologie ; reconnaissance des formes ; documentation et recherche opérationnelle.

### 2. Intelligence artificielle.

- Application à la démonstration des théorèmes, qui est un problème crucial dont l'intérêt déborde largement le cadre des Mathématiques.

- Application à l'informatique, et en particulier écriture de programmes par un programme.

- Application de l'intelligence artificielle à des domaines divers, soit pour approfondir théoriquement un problème d'intelligence artificielle, soit pour aboutir à une application ayant un intérêt pratique.

## III - Principaux résultats.

Les résultats principaux du Groupe de Recherche Structures de l'Information sont représentés par les publications de ce groupe dont la liste suivante est extraite.



Outre les séminaires hebdomadaires, la plupart des chercheurs du Groupe de Recherche ont participé à la première manifestation organisée par le Centre de Rencontres Mathématiques de Marseille-Luminy (RCP 233, Développement des mathématiques et de leurs applications), du 5 au 7 juin 1973.

La présence active du Professeur Kampé de Fériet, et, notamment, des Professeurs Bertoluzza (Pavie), Theodorescu (Université de Laval, Québec) Terrenoire (Lyon I) et Tortrat (Paris VI) a permis que ces Rencontres en Théorie de l'Information soient l'occasion de développer de nouveaux arguments sur la partie mathématique et la signification informatique des derniers résultats obtenus.

M.C. Masbou et G. Gachelin mettent au point, avec l'aide de J.L. Laurière, une version conversationnelle, sur l'ordinateur du CIRCE, d'un programme d'élaboration des emplois du temps pour les établissements secondaires.

## Publications.

### 1. Livres.

J. Kampé de Fériet et C.F. Picard (éditeurs) -

Information et questionnaires. Rencontres en théorie de l'information (sous presse).

G. Louit - Algorithmes de tri. Dunod, 1971.

C.F. Picard - Graphes et Questionnaires. (Tome 1 : graphes, Tome 2 : questionnaires), Gauthier-Villars, 1972.

J. Pitrat - Un programme de démonstration de théorèmes. Dunod, 1971.

### 2. Notes aux comptes-rendus de l'Académie des Sciences.

N.L. Aggarwal -

Sur la perte d'information dans un questionnaire.  
t. 270, pp. 1190-1193 (4 Mai 1970).

N.L. Aggarwal-Entropie différentielle et son approximation.

t. 274, pp. 350-353 (24 Janvier 1972).

- N.L. Aggarwal, Y. Cesari, C.F. Picard -  
Propriétés de branchement liées aux questionnaires de  
Campbell et à l'information de Renyi, (Juillet 1972).
- B. Bouchon - Questionnaires représentant des propositions logiques.  
t. 274, pp. 791-794, (28 Février 1972).
- G. Chaty - Unicité de certains chemins dans des graphes fortement  
connexés. t. 272, pp. 710-713, (15 Mars 1971).
- G. Chaty et M. Chein -  
Bases de chemins et indices de recouvrement dans les  
graphes sans circuit. t. 276 - A, pp. 1489-1491 (1973).
- D. Chenais - Ordre sur un ensemble de questions. t. 273, pp. 419-421  
(6 Septembre 1971).
- Y. Ladegaillerie -  
Ordres liés au groupe symétrique. t. 271, pp. 137-140,  
(20 Juillet 1970).
- C.F. Picard - Distributivité d'opérations sur les graphes. t. 270,  
pp. 1219-1221, (11 Mai 1970).
- C.F. Picard - Produit et somme de certains graphes quasi-fortement  
connexés inférieurement. t. 271, pp. 145-148 (20 Juillet  
1970).
- C.F. Picard - Dépendance et indépendance d'expériences. t. 276 - A  
(1973) pp. 1237-1240.
- C.F. Picard - Expériences dépendantes et conditionnement en informa-  
tion hyperbolique. t. 276 - A (1973) pp. 1369-1372.
- C.F. Picard et A. Bakhtaoui -  
Algorithmes de forêts minimales. t. 274, pp. 1212-1214,  
(17 Avril 1972).
- C.F. Picard et S. Guiasu -  
Borne inférieure de la longueur utile de certains codes.  
t. 273, pp. 248-251 (26 Juillet 1971).



C.F. Picard et M. Schneider -

Information du type M transmise par un questionnaire  
lattice. t. 274, pp. 660-663, (21 Février 1972).

M. Schneider - Théorèmes de l'information transmise pour des question-  
naires avec circuits (Juillet 1972).

M. Terrenoire - Une généralisation des questionnaires : les pseudo-  
questionnaires. t. 270, pp. 263-265, (26 Janvier 1970).

M. Terrenoire - Pseudo-questionnaires et information. t. 271,  
pp. 884-887, (2 Novembre 1970).

### 3. Autres publications (depuis 1970).

G. Chaty - 0-1 Matrices and faithful graphs, *in* International  
Conference on Combinatorial math, Ann. New-York Aca-  
demy Sci., U.S.A. 175 n° 1 (1970).

G. Chaty - Graphes fortement connexés c-minimaux et Graphes sans  
circuit co-minimaux. Journal of Combinatorial Theory,  
Vol. 10, n° 3, Juin 1971.

G. Chaty - Sur certains tournois. Revue Française d'Informatique  
d'Automatique et de Recherche Opérationnelle, R1, 1972,  
pp. 27-36.

G. Chaty et M. Chein -

Invariants liés aux chemins dans les graphes sans cir-  
cuits. Colloque International sur les Théorèmes Combi-  
natoires. Rome, Septembre 1973.

Y. Cesari - Optimisation des questionnaires avec contraintes de  
rang. *in* Combinatorial Theory (Colloque, Balatonfüred  
1969, North-Holland Publishing Company - 1970).

Y. Cesari - Graphes permettant une circulation minimale. I.K.M.  
Kongress, Weimar (R.D.A.), Juin 1972.



D. Chenais et M. Terrenoire -

Les ordinateurs à l'aide du diagnostic médical. Application en toxicologie. Journées Internationales d'Informatique. Toulouse, Mars 1970.

D. Chenais et M. Terrenoire -

Pseudoquestionnaires. Revue Française d'Informatique et de Recherche Opérationnelle, R2, 1971.

Y. Ladegaillerie et J. Delobel -

Sur un problème de pesées. Revue Française d'Informatique et de Recherche Opérationnelle, V. 1971.

I. Lavallée - Un algorithme de détermination de couvertures de cardinal minimal. Revue Française d'Informatique d'Automatique et de Recherche Opérationnelle 7, R 2, (1973) pp. 17-28.

J.P. Laurent - A program that computes limits using heuristics to evaluate the indeterminate form.  
Artificial Intelligence - Vol. 4, n° 2. Summer 73, pp. 69-94.

C.F. Picard - Combinatorial problems concerning rooted-trees.  
*in* Combinatorial Theory (Colloque, Balatonfüred 1969, North-Holland, Publishing Company, 1970).

C.F. Picard - Quasi-questionnaires, codes and Huffman's length.  
Kybernetika, 6 (1970) pp. 418-435.

C.F. Picard - Probabilités sur des graphes et information traitée par des questionnaires. (6<sup>th</sup> Prague Conference, Septembre 1971).

J. Pitrat - A general game playing program. Artificial Intelligence and heuristic programming. Edinburgh University Press. 1971, pp. 125-155.

J. Pitrat - Les jeux de l'ordinateur. Sciences, n° 72, Mai 1971, pp. 42-49.

- J. Pitrat - L'Intelligence artificielle. Colloque sur la mécanique, 20 Mars 1971.
- J. Pitrat - Les programmes de démonstration de théorèmes. Colloquio di Scienza di Calcolatori. Politecnico di Milano, 19 Avril 1972.
- J. Pitrat - L'Intelligence artificielle. Société Suisse de logique et philosophie des sciences. Neuchâtel, 24 Juin 1972.
- M. Schneider - Algorithmes d'obtention de toutes les cliques maximales d'un graphe. Revue Française d'Informatique d'Automatique et de Recherche Opérationnelle, V, 1972.

#### 4. Thèses préparées au Groupe de Recherche.

##### Doctorat d'Etat.

- M. Terrenoire - Un modèle mathématique de processus d'interrogation : les pseudoquestionnaires (Octobre 1970).
- G. Chaty - Cheminements remarquables dans les graphes : existence, obtention, conservation (Juin 1971).
- Y. Cesari - Quelques algorithmes de la théorie des questionnaires et de la théorie du codage (Juin 1973).

##### Doctorat de 3ème Cycle. (mathématiques appliquées, informatique).

J.L. Delhayé - Datal -

Un programme de démonstration automatique de théorèmes (Avril 1970).

J. Vuillemin - Structures de données (Juin 1970).

G. Petolla - Coûts, contraintes, ordres et questionnaires. (Juin 1970).

M. Schneider - Information généralisée et questionnaires (Juin 1970).



- J.L. Laurière - Sur la coloration de certains hypergraphes (Juin 1971).
- Y. Ladegaillerie - Ordre et groupe symétrique (Juin 1971).
- J.P. Taboy - Détermination d'une organisation mémoire permettant la partition d'un fichier (Juin 1971).
- J. Patris - Questionnaires avec circuits (Mai 1972).
- Pham-Chi-Công - Analyse automatique de spectres de résonance magnétique nucléaire par des procédés heuristiques. (Juin 1972).
- J.P. Laurent - Un programme qui calcule des limites en levant les indéterminations par des procédés heuristiques. (Juin 1972).
- B. Bouchon - Réalisations de questionnaires et Propositions logiques. (Juin 1972).
- B. Mont-Reynaud -  
Arborescences et logique à trois valeurs. Application à la modélisation et à l'enseignement de la logique du diagnostic (Juin 1972).
- B. Flavigny - Sur la détection a priori des erreurs dans les programmes (Juin 1972).
- M. Messeri - Application de la topologie à la théorie des graphes (Février 1973).
- O. Carrière - Réalisation d'un programme heuristique qui résoud des tests psychologiques de mesure du facteur G. (Juin 1973).
- A. Adam - GADGET, un programme de Génération Automatique de programmes sur les Graphes et les Ensembles (Avril 1973).
- M. Vivet - Un programme qui vérifie des identités en utilisant le raisonnement par récurrence (Novembre 1973).
- M. Rousseau - Résolution automatique d'exercices d'électricité posés en français (Décembre 1973).



## INFORMATIQUE APPLIQUEE

Les chercheurs qui travaillent dans le département d'INFORMATIQUE APPLIQUEE appartiennent soit à :

- l'Institut de Programmation (I.P.), soit à :
- des organismes de recherches tels l'Institut Français du Pétrole (I.F.P.) le CNRS, le CEA, qui collaborent étroitement aux recherches entreprises dans le département.

Les activités de recherche de ce département ont été orientées dans les domaines suivants :

- Algorithmique numérique (Professeur J. Vignes),
- Documentation automatique (M. Duplessy),
- Documentation sur support analogique (DARIUS),
- Systèmes d'acquisition de données (Professeur F. Madaule),
- Heuristiques d'analyse du langage naturel.

### I - Algorithmique numérique.

#### Equipe de recherche.

J. Vignes,	Professeur,
M. La Porte,	Maître de recherches à l'I.F.P.,
R. Alt,	Maître-assistant,
G. Attal,	Assistant,
J.C. Bassano,	Assistant,
Y. Lennon,	Assistant,
J. Dumontet,	Assistant à l'I.U.T. de Belfort,
J.L. Mingaud,	Ingénieur-chercheur au CNRS.

### Axes de recherche.

Les recherches ont été orientées dans deux directions.

1. Mise en oeuvre d'algorithmes numériques sur ordinateur : étude des difficultés numériques liées à l'arithmétique de précision limitée de la machine, validité des simulations.

2. Utilisation des calculateurs hybrides pour résoudre les problèmes d'identification dont le modèle mathématique se présente sous forme de systèmes d'équations différentielles aux dérivées partielles.

### Principaux résultats.

Les travaux suivants constituent l'essentiel des résultats de recherche.

J. Vignes, M. La Porte - Etude statistique des erreurs numériques dans les calculs sur ordinateurs.  
Canadian Computer Conference, Mai 1972 à Montréal.

J. Vignes, M. La Porte - Etude statistique des erreurs dans l'arithmétique des ordinateurs. Application au contrôle des résultats d'algorithmes.  
I.P. 73.1.

J. Vignes, M. La Porte - Méthode numérique de détection de la singularité d'une matrice. I.P. 73.2.

J. Vignes, M. La Porte - Evaluation de l'incertitude sur la solution d'un système linéaire. I.P. 73.3.

J.L. Mingaud - Algorithmes de recherche d'un extremum d'une fonction multidimensionnelle contrainte, (thèse de docteur-ingénieur en cours).



J. Dumontet - Algorithmes pour la détermination de la valeur numérique de la dérivée d'une fonction, (thèse de 3ème cycle, Paris, Novembre 1973).

R. Alt - Méthodes A-Stables pour l'intégration des systèmes différentiels mal conditionnés (thèse de 3ème cycle, Décembre 1971).

## II - Documentation automatique.

### Equipe de recherche.

M. Duplessy,	Maître-assistant,
C. Prost,	Maître-assistant,
J.C. Bassano,	Assistant,
A. Bourdais,	Assistant,
A. Mauboussin,	Assistant,
D. Naulleau,	Assistant,
P. Roucher,	Assistant,
R. Sage,	Assistant,
B. Auperin,	Chercheur au CNRS.

### Axes de recherche.

L'équipe de documentation automatique s'est orientée vers l'étude de systèmes existants, plutôt que dans la réalisation d'un nouveau système opérationnel.

Dans ce but deux approches sont utilisées :

- construction de modules fonctionnels compatibles qui permettent de réaliser en laboratoire diverses variantes de systèmes documentaires automatisés,
- simulation et évaluation de systèmes réels.



### Principaux résultats.

Les résultats essentiels de cette toute jeune équipe sont rassemblés en deux thèses de 3ème cycle.

D. Naulleau - Thésaurus conversationnel. Conception et réalisation d'un outil aidant à l'indexation et à la formulation de questions. Thèse de 3ème cycle Paris VI, Février 1973.

J.C. Bassano - Modèle pour l'évaluation de systèmes en documentation automatique. Thèse de 3ème cycle, Paris VI, Juin 1973.

### III - Documentation sur support analogique (Projet D.A.R.I.U.S.).

#### Equipe de recherche.

P. Rivière,      Ingénieur de recherche,  
P. Bourgeois,    Chercheur (sur contrat),  
P. Zanettacci,    Assistant.

#### Axes de recherche.

La petite équipe dirigée par P. Rivière exploite l'idée originale de DARIUS en particulier dans le domaine de la documentation non textuelle. Deux problèmes principaux ont été abordés en parallèle :

- Evaluation et conception du software au moyen d'un système maquette ; l'association images/structures de listes caractérisant DARIUS a pu également être validée dans des applications d'essai de nature très diverses, (au total 6).

- Etude des moyens hardware et software industriels nécessaires. Cette étude conduite en liaison étroite avec l'industrie a abouti aux spécifications techniques de projets-pilotes.

### Principaux résultats.

Les publications ont couvert uniquement l'aspect recherche des procédures d'applications.

P. Rivière, P. Zanettacci - Un système de fichiers sans langage d'utilisation fondé sur le procédé DARIUS.  
Congrès AFCET 72, Grenoble.

P. Zanettacci - A software-free interactive microform system. The International Micrographics Conference.  
Londres, Mai 1973.

## IV - Systèmes d'acquisition de données.

### Equipe de recherche.

F. Madaule,	Professeur,
F. Le Calvez,	Assistante,
G. Mendelbaum,	Assistant,
F. Boudin,	Assistant,
W. Goldgewicht,	3ème cycle,
A. Dniestrowski,	Ingénieur au Collège de France,
M.O. Urtasun,	3ème cycle,
Y. Duflot,	3ème cycle,
A. Rubinstein,	Assistante.

### Axes de recherche.

L'orientation générale de l'équipe est d'étudier des problèmes liés à la connexion d'appareils de mesure à de petits ordinateurs, pour dégager, à partir de cas concrets, les structures fondamentales sous-jacentes à ce type de réalisation, et ceci dans une optique d'adaptativité maximum.



Deux thèmes principaux se sont dégagés :

1. - étude "software" et "hardware" de conduite d'appareils en temps réel et traitement de données acquises : nouveaux concepts pour la description d'un système de conduite, algorithmes d'apprentissage, interfaces généralisées et adaptables,

2. - simulation de processus physiques : définition d'un langage modulaire et conversationnel de simulation de phénomènes continus, émulation généralisée et paramétrée de mini-ordinateurs de toutes classes.

#### Principaux résultats.

Une première interface (IBM 1800 - goniomètre de diffusion à rayons X - spectromètre de Michelson) a été réalisée à l'Institut de Chimie de l'Ecole Centrale et un premier système de conduite de ces appareils fonctionne (F. Boudin, G. Mendelbaum).

De même, une première version du système de conduite des tables d'interprétation de clichés de chambre à bulles a été réalisée et fonctionne au Collège de France (A. Dniestrowski).

Un système de programmes comprenant deux mini-ordinateurs simulés est opérationnel sur CII 10070 ; les caractéristiques d'un simulateur général sont définies et le squelette commun à des machines aussi différentes que IBM 1130, ELLIOTT 4130, NCR 4130, CII 10070 a été dégagé (F. Madaule, M.O. Urtasun, Y. Duflot).

#### Publications.

(1) F. Madaule - "ORDI 2 An experiment in teaching computer structure to scientific users". Symposium européen sur l'Enseignement et l'Organisation du Calcul Electronique dans l'Industrie Chimique - Barcelone, Octobre 1971.

(2) H.G. Mendelbaum - "Un algorithme réduisant à une variable les problèmes de moindres carrés à n variables".  
C.R. Acad. Sc. 1972.



- (3) H.G. Mendelbaum, F. Madaule, M. Desgranges - "L'ajustement de données expérimentales par les méthodes de moindres carrés". Bull. Soc. Chim. 1973, pp. 1619.
- (4) H.G. Mendelbaum, F. Boudin - "Sur la conduite d'appareils par ordinateur, problèmes d'interfaces". Congrès sur l'application de l'informatique au génie chimique. Paris, Avril 1973.
- (5) A. Dniestrowski, B. Equer, R. Merzoug - "Structures and software facilities implemented in a Man-Machine Interactive Pattern Recognition System".  
Third european seminar on real-time programming, ISPRA, Mai 1973.
- (6) A. Aubert - "Etude préalable au traitement par ordinateur de données chromatographiques". DES, Paris, Octobre 1973.
- (7) J. Hannebicque - "Etude préalable au traitement automatique des données chromatographiques et apprentissage".  
DES, Paris, Octobre 1973.
- (8) F. Boudin, F. Madaule, H.G. Mendelbaum - "General purpose programmable interfaces between computers and physical devices". IFAC-IFIP Workshop on real time programming, Budapest, 26.3.1974.

#### V - Heuristiques d'analyse du langage naturel.

##### Equipe de recherche.

D. Coulon,	Maître-assistant,
D. Kayser,	Maître-assistant,
C. Prat,	Programmeur,
E. Geahchan,	Programmeur,
J.L. Minel,	Programmeur,
C. Sorin,	Programmeur,
J. Thibault,	Programmeur.

### Axes de recherche.

Conception de méthodes d'analyse permettant de traiter des textes courts dans des contextes bien définis.

Pour éviter les notions introduites à priori par les linguistes, nous construisons les algorithmes d'analyse par apprentissage à partir d'un corpus de textes. Il convient en particulier de ne pas définir arbitrairement la notion d'équivalence sémantique : deux énoncés exprimés dans un contexte donné sont équivalents s'ils doivent provoquer la même réaction de la part de l'ordinateur.

Des recherches ont été entreprises sur l'apprentissage lui-même afin d'obtenir des méthodes applicables à ce genre de problèmes.

### Principaux résultats.

Le cadre expérimental qui est apparu le plus approprié est celui de l'Enseignement Programmé. Un système d'E.P. dans lequel les étudiants répondent aux questions par des énoncés en langage naturel a donc été réalisé. Les méthodes inductives permettent d'obtenir un "compilateur automatique de cours", c'est-à-dire un programme qui construit la règle d'analyse à partir d'un échantillon des réponses des étudiants. Ce programme sera adapté à la construction par apprentissage d'un modèle du langage naturel en vue d'une application aux banques de données (contrat SESORI 73.052).

### Publications.

D. Coulon et D. Kayser - 2 thèses de 3ème cycle (Juin 1970).

D. Coulon et D. Kayser - Analyse de réponses rédigées en français courant, (RAIRO, Juin 1972, pp. 61-98).

D. Coulon et D. Kayser - Analyse et apprentissage d'un langage naturel employé dans un contexte précis.  
(Structure et programmation des calculateurs, Séminaires IRIA 1972, pp. 139-146).



D. Coulon et D. Kayser - L'enseignement programmé en Amérique du Nord.  
(Rapport contrat CRI 72/27, Octobre 1972).

D. Coulon et D. Kayser - Contribution de l'informatique à l'évolution  
des méthodes d'éducation.  
(Publication I.P. n° 73.8, Mai 1973).





## INFORMATIQUE OPERATIONNELLE

La recherche opérationnelle, véritable science carrefour, où se rencontrent économistes, informaticiens et mathématiciens, présente un côté pratique orienté par ses besoins en calcul automatique que nous nommerons par abréviation l'Informatique Opérationnelle.

Les jeunes chercheurs, qui ont choisi de s'y intéresser, sont confrontés à des problèmes réels, extrêmement vivants, puisés dans la réalité et qui nécessitent de bonnes liaisons avec les ingénieurs disséminés dans les administrations et les entreprises. En même temps, ils se tiennent au courant des progrès réalisés par les outils mathématiques de la recherche opérationnelle.

### Equipe de recherche.

R. Faure,	Professeur,
P. Chrétienne,	Assistant,
A. David,	Assistant,
C. Durand,	Ingénieur sur contrat,
P. Zanettacci,	Assistant,
R. Gomez de Cedron,	Assistant,
J.L. Laurière,	Attaché de recherche au CNRS,
M. Becker,	Attachée de recherche au CNRS,
C. Roucairol,	Assistante,
G. Saporta,	Assistant,
P. Tolla,	Assistant,
J. Carlier,	Etudiant 3ème cycle.

### Contacts extérieurs.

Le Groupe de Recherche Informatique Opérationnelle bénéficie des compétences de personnalités appartenant aux milieux scientifiques des secteurs privés et publics.

J. Abadie,	E.D.F.,
C. Berge,	Directeur de recherche au CNRS,
E. Heurgon,	R.A.T.P.,
M. Gondran,	E.D.F.,
P. Rosentieh1,	Directeur d'études à l'E.P.H.E.,
M. Tabourier,	S.E.M.A.,
Institut de l'Environnement, Centre MMI,	
A. Batson,	Professeur associé en 1973 (Université de Charlottesville, Virginie),
R. Pertuiset,	Régie Renault,
Bel Hadj Kacem,	Matra,
T. Degre,	Institut des Phares et Balises,
F. Gelembé,	I.R.I.A.

#### Axes de recherche.

- problèmes combinatoires et programmation en nombres entiers,
- programmation mathématique : méthode de mise à jour de l'inverse en programmation linéaire,
- ordonnancement : problème des contraintes disjonctives,
- application de la recherche opérationnelle en modélisation de systèmes : étude de modèles de comportement de programmes vis à vis de leur demande mémoire,
- application de la recherche opérationnelle au domaine de l'aide à la conception en architecture et urbanisme,
- analyse des données,
- application des méthodes de simulation aux systèmes informatiques ; modélisation et mesures de systèmes.

#### Principaux résultats.

1.- Carlier essaye de ramener certains problèmes de RO à des problèmes d'ordonnancement à contraintes disjonctives, et d'obtenir dans le cas dis-



jonctif, l'ordonnancement minimal pour le délai, à l'aide d'algorithmes fondés sur des chemins de valeur maximale dans les graphes.

2.- Chrétienne étudie des modèles de comportement des programmes quant à leurs exigences en matière d'encombrement des mémoires. Il s'agit :

- de déterminer un niveau logique auquel il convient d'aborder le problème, sans "trop déformer" le comportement intrinsèque du programme,
- d'étudier dynamiquement et automatiquement son exécution,
- de définir un système d'espaces instantanés de travail (Working Set) dont la durée de vie sera suffisamment longue pour éviter les situations de crise (effondrement) d'un système de multiprogrammation ou de temps partagé,
- d'en déduire des règles de circulation des informations entre les niveaux hiérarchiques de mémoire permettant d'atteindre un niveau raisonnable d'efficacité du système.

3.- Zanettacci fait un inventaire des mécanismes utilisés dans les systèmes afin de dégager diverses méthodes de modélisation.

Gomez compare l'intérêt de langages de simulation pour la description des systèmes informatiques.

Durand et Zanettacci ont défini une méthodologie de simulation de charge (thèse de 3ème cycle en cours) et réalisent un outil programmé pour le contrôle et la prévision de la charge d'une banque de données.

4.- David et Roucairol se sont d'abord intéressés à la recherche d'une logique de conception en architecture et ont conçu une méthode permettant à un architecte d'aborder ce problème de façon plus rationnelle. Puis ils ont orienté leur recherche vers les problèmes d'allocation spatiale : localiser et organiser des éléments dans un espace en tenant compte de contraintes, critères et règles syntaxiques. Ce problème d'allocation spatiale a plus particulièrement été envisagé dans le cadre de programmes architecturaux importants et complexes où l'on doit optimiser l'écoulement des flux de circulation.

5.- Après avoir recensé environ 350 problèmes combinatoires rencontrés en recherche opérationnelle, et les avoir classés en quatre grands types, Laurière a déterminé certaines des heuristiques générales qui permettent de les résoudre. Il aborde à l'heure actuelle une programmation commune pour tous ces énoncés combinatoires. Le programme, après avoir lu un énoncé dans un langage spécifique, doit construire lui-même un plan, fabriquer des heuristiques particulières à ce problème, juger de l'efficacité de celles-ci a priori, enfin résoudre le problème, à proprement parler.

Exemples de problèmes traités :

cheminement dans les graphes, flots, plans de transports, affectation, ordonnancement, programmation en nombres entiers, Knapsack, découpe, problèmes de tournées, cliques et colorations, recouvrements et partitions, couplages et d'une façon générale tous les problèmes concrets de "planning".

6.- Saporta dans le domaine de l'analyse des données, s'intéresse particulièrement aux problèmes de codage, d'analyse discriminante, et d'application des méthodes non paramétriques.

7.- Tolla étudie la précision des algorithmes de programmation mathématique ; il propose une méthode de calcul des multiplicateurs du simplexe, en programmation linéaire, qui réduit le nombre d'opérations. D'autre part, il travaille sur les erreurs d'arrondis dans les méthodes de type PFI, LU et LU modifiée de Bartels. Dans le cadre de cette dernière méthode, il propose de nouvelles techniques de réinversion et des règles qui permettent de déterminer quand il est utile d'y procéder.

8.- M. Becker étudie les problèmes de validité des résultats de simulation, en particulier l'évaluation et la réduction du biais dû aux troncatures.

#### Publications.

R. Faure et P. Chrétienne -

Processus stochastiques, leurs graphes, leurs usages.  
Gauthier-Villars (à paraître en 1974).

R. Faure et J.L. Laurière -

Fiabilité, investissements.  
Gauthier-Villars (à paraître en 1974).

R. Faure, C. Roucairol, P. Tolla -

Chemins, flots, ordonnancements.

Gauthier-Villars (à paraître en 1974).

J.L. Laurière - Sur la coloration de certains hypergraphes. Application au problème d'emploi du temps.

Thèse de 3ème cycle, Paris VI, 1971.

P. Tolla - Méthodes de triangularisation et programmes d'ordinateur assurant l'amélioration de la précision en programmation linéaire.

Thèse de 3ème cycle, Paris VI, 1974.

A. David et C. Roucairol -

Aide à la conception en architecture. Actes du Colloque "Analyse des données et applications à l'architecture et à l'urbanisme", Institut de l'Environnement, Mai 72.

A. David et C. Roucairol -

Un algorithme d'aide à la conception en architecture. RAIRO V 3, 1973.

A. David et C. Roucairol -

Un algorithme de composition spatiale. Notes méthodologiques en architecture et urbanisme. Vol. 2. Allocation spatiale, Institut de l'Environnement. Novembre 1973.

A. David, P. Noviant et C. Roucairol -

A global spatial localization of activities method. The Design activity international conference. Londres, August 1973.

J.L. Laurière - Un algorithme pour le problème de partitionnement, (en collaboration avec M. Gondran). RAIRO, 1974.

J.L. Laurière - Un programme d'élaboration des emplois du temps scolaires. Congrès AFCET. Aide à la décision, 1974.



- R. Faure - Perspectives d'emploi de l'informatique et des ordinateurs dans les réseaux de transport public.  
Rapport au 40ème congrès international de l'UITP.  
La Haye, 1973.
- R. Faure - Les méthodes de recherche opérationnelle appliquées aux transports publics.  
Rapport au 38ème congrès international de l'UITP.  
Londres, 1971.
- R. Faure - Conception et réalisation de systèmes informatiques en temps réel dans le transport urbain et suburbain.  
Congrès de l'IFIP. Lublyana, 1971.
- R. Faure - La recherche opérationnelle, instrument privilégié de recherche pour le métro et la circulation urbaine.  
Congrès IFAC. Paris, 1972.
- R. Faure - Modèles mathématiques dans la conception et l'exploitation des réseaux de transport.  
Séminaire international sur les tendances en modélisation mathématique. Venise, Décembre 1971.
- M. Becker - Fiabilité des simulations des processus stochastiques strictement ergodiques et asymptotiquement stationnaires.  
CRAS - Série A. t. 274 - pp. 1942-1945, Juin 1972.

## SYSTEMES

Pratiquement dès sa création, l'Institut de Programmation s'est intéressé aux systèmes d'exploitation, à une époque où l'on mettait en doute la possibilité de réaliser de façon satisfaisante des systèmes à temps partagé. L'évolution des recherches en systèmes est typique de l'évolution même de la science informatique : l'objectif initial, en effet, a été de réaliser plusieurs systèmes selon des conceptions très différentes. Puis à partir de cette expérience les chercheurs ont étudié et précisé les concepts de base utilisés dans leurs systèmes, ce qui les amène maintenant à s'occuper aussi de l'évaluation et de la méthodologie des systèmes. Une évolution analogue se dessine à nouveau à propos du calcul parallèle et des architectures basées sur des multiprocesseurs.

L'équipe de conception de systèmes entretient de nombreuses relations aussi bien avec d'autres organismes publics ((CNRS, IRIA, CEA,...) qu'avec les principaux constructeurs (CII, CDC, Honeywell Bull, IBM, EMD, SAGEM,...) ou qu'avec des sociétés privées (Thomson-CSF, SEMA, SESA,...).

L'équipe interagit évidemment avec les autres équipes de l'Institut et plus particulièrement avec celles s'occupant de compilation, de hardware et de recherche opérationnelle. Les échanges internationaux se sont développés grâce au séjour de J. Arzac pendant l'année 1971 à l'Université de Montréal et grâce à la venue des professeurs A. Batson (Université de Charlottesville), M. Melkanoff (UCLA) pendant l'année 1973, et S. Hyder (Université de Montréal) pendant l'année 1974.

Les ordinateurs utilisés pour les recherches en architecture de systèmes sont :

- un calculateur NCR 4130 (32 k mots de 24 bits, cycle de 6  $\mu$ s, mémoire segmentée mais non paginée), muni d'un disque Sagem et d'une mémoire à feuillets magnétiques,
- trois minicalculateurs Elbit 100 (4 k mots de 12 bits, durée moyenne des instructions 7  $\mu$ s),

- un ordinateur CDC 3600 pour tout ce qui est modélisation, simulation et production de programmes.

Les principaux thèmes de recherche abordés sont les suivants :

- conception de systèmes informatiques,
- architecture de systèmes,
- projet CREOPS,
- projet SIMAG,
- système de fichiers,
- méthodologie.

## I - Conception de systèmes informatiques.

### Composition de l'équipe.

J. Arsac,	Professeur,
G. Plain,	Assistant,
G. Roucairol,	Assistant,
R. Terrat,	Maître-assistant,
A. Widory,	Assistant,
D. Vaudene,	Programmeur.

### Contacts extérieurs.

L. Nolin,	Professeur à l'Université de Paris VII,
L. Pouzin,	IRIA,
G. Ruggiu,	Thomson-CSF,
J.P. Vasseur,	Thomson-CSF.

### Historique et axes de recherches.

Le groupe s'est formé il y a quelques années afin de définir l'enseignement des systèmes de conduite des ordinateurs, à l'Institut de Programmation. L'objectif de ce cours est de faire acquérir aux étudiants les techniques de conception et de réalisation de tels systèmes.



Dans ce but nos premiers travaux de recherche furent de définir des outils de travaux pratiques idoines. Nous avons commencé par réaliser un noyau de système de temps partagé (ZANEMAR) sur la 4130 Elliot de l'Institut.

Le ZANEMAR (réalisé par Mrs. G. Blain, M. Broussine, J. Camillerapp, P. Zanettacci) est un système qui génère par multiplexage (ou partage des ressources réelles de la machine) un ensemble de machines virtuelles appelées HOLDINGS. Ce noyau résout tous les problèmes de multiprogrammation et permet de ce fait de réaliser facilement des sous-systèmes appelés APPLICATIONS. Une APPLICATION est conçue comme un système monoprogrammation de conduite du HOLDING.

Les principales applications sont :

- SIMUL : (G. Blain) Simulation d'une interface d'entrée-sortie, au niveau de l'utilisateur, identique tant du point de vue des fonctions que des relations temporelles, à celle de la machine hôte ;

- SOAP : (G. Blain, G. Roucairol, A. Widory) Gestion de travaux formés de processus parallèles coopérants grâce à un ensemble de primitives agissant sur des événements ;

- HELP : (G. Blain, G. Roucairol, A. Traiman, A. Widory) Emulation d'un monoprocesseur possédant un jeu d'instructions adaptées à la gestion de processus et deux modes de fonctionnement.

La conception du noyau ZANEMAR utilise la notion d'ensemble d'opérateurs asynchrones. Chacun d'entre eux gère un type de ressource et fonctionne suivant le rythme propre à celle-ci. Cette analyse nous a conduit à une structure de système similaire à celle de schémas de calculs parallèles (1) selon F.L. Luconi (Asynchronous Computational Structures - Doctoral Thesis, MIT 1968). R. Terrat de son côté réalisa au CEA de Saclay un système modulaire d'exploitation temps réel (1).

L'expérience pratique acquise grâce à la réalisation de ces systèmes ainsi que les réflexions d'ordre pédagogique sur leurs mécanismes fondamentaux ont orienté le groupe vers deux axes principaux de recherche.

- L'un de nature technologique et expérimentale a pour but de fournir les outils de description des systèmes en vue de caractériser le plus précisément possible les principales fonctions mises en oeuvre.

- L'autre de nature méthodologique et théorique a pour but d'essayer de formaliser les propriétés de comportement des systèmes informatiques.

Ce formalisme conduira à la définition de l'ensemble des ressources et de leurs algorithmes de gestion, nécessaires à la réalisation de ces systèmes.

Nos premières études dans ces domaines nous ont conduit à préciser les propriétés de l'exécution d'un programme grâce aux notions suivantes.

- L'ensemble des trois schémas définis ci-dessous permet de réécrire un programme :

- SCHEMA DE CONTROLE : définition de l'ordonnancement des opérations,

- SCHEMA INTERPRETATIF : définition de la sémantique propre à chaque opération,

- SCHEMA D'ACCES : définition du sous-ensemble des informations, traitées par le programme, nécessaire à la réalisation d'une opération ainsi que la nomination des informations résultant de cette opération.

- La machine réalisant le calcul défini par le programme est dite idéale, si les mécanismes qu'elle comprend peuvent être mis en relation biunivoque avec les éléments des différents schémas décrivant le programme.

- Un système est un programme qui construit les machines idéales des programmes qu'il est chargé d'exécuter à partir des ressources d'une machine donnée.

- Le calcul correspondant à un système peut être réalisé par un système sous-jacent ou par une machine donnée a priori que l'on appelle alors machine réelle.

Nous avons appliqué ces notions dans les réalisations suivantes :

- étude du nombre minimal de ressources nécessaires tant au point de vue des organes de mémorisation que de calcul, pour réaliser un système d'interprétation d'une classe donnée de programmes (2),
- étude sur la recherche des parallélismes intrinsèques dans l'élaboration d'un calcul défini par un programme écrit dans un langage possédant un schéma de contrôle séquentiel (3),
- étude de l'architecture du système Edelweiss dans lequel on dissocie l'interprétation des différents schémas constituant un programme sur des machines réelles indépendantes (4),
- étude de la génération automatique de microprogrammes (5), (6),
- étude d'un ensemble cohérent d'outils de simulation réalisés en simula 67 permettant l'analyse d'un système par un mécanisme récurrent de définition de machine (7).

Nous comptons à présent formaliser les notions décrites ci-dessus afin de pouvoir poser sans ambiguïté le problème de la définition des systèmes. A partir de quoi nous pensons pouvoir trouver de nouvelles solutions pour les problèmes d'organisation et de gestion des ressources mis en oeuvre dans un système informatique et enfin, déboucher sur des critères objectifs d'évaluation de leurs performances.

#### Publications.

- (1) R. Terrat - Superviseur Modulaire d'entrée-sortie pour ordinateurs exploités en temps réel. Thèse de 3ème cycle 1970.
- (2) G. Roucairol - Communication au Colloque de l'Institut de Programmation. Avril 1974.
- (3) G. Roucairol, A. Widory - Programmes séquentiels et parallélisme - RAIRO, Juin 1973.



- (4) G. Blain - Projet EDELWEISS, System Architecture Workshop on computer Architecture - Grenoble, Juin 1973.
- (5) G. Blain, G. Ruggiu -  
Un système d'aide à la microprogrammation - Congrès AFCET. Novembre 1972.
- (6) G. Blain, Nguyen Xuan Hong, M. Perrone, G. Ruggiu -  
Génération automatique de microprogrammes optimisés. Septembre 1972.
- (7) G. Blain, R. Terrat, D. Vaudene -  
Prologue des travaux pratiques du certificat gestion des ordinateurs. Programmes en SIMULAR 67. Novembre 1973.

## II - Architecture de systèmes.

### Composition de l'équipe.

C. Girault,	Maître de conférences,
M. Cheminaud,	Chercheur,
M. Dupuy,	Assistant,
M.F. Leroy,	Assistante,
J.L. Nebut,	Assistant,
G. Nowak,	Chercheur,
R. Rousseau,	Assistant,
C. Aperghis,	Etudiant 3ème cycle,
O. Salem,	Etudiant 3ème cycle.

### Contacts extérieurs.

C. Kaiser,	Laboria,
L. Pouzin,	IRIA,
J.P. Verjus,	Université de Rennes.

### Historique et axes de recherches.

Ce groupe a d'abord été dirigé par J. Arsac et s'est alors occupé de systèmes à temps partagé. Sous l'impulsion de C. Girault il s'est réorienté vers les systèmes multiprocesseurs et vers la méthodologie.

Le système Forceps d'enseignement conversationnel du FORTRAN a été le premier système à temps partagé réalisé à l'Institut [J. Arsac, 1968, M. Dupuy, M.F. Leroch, 1969] et depuis il a été facilement transplanté sur plusieurs machines dont la CDC 3100 de l'Université de Montréal [J. Arsac 1971]. Une des originalités de ce système est l'introduction d'un second niveau d'interruptions traitées par des modules implicitement exclusifs, ce qui allège les traitements en temps limité des interruptions physiques, évite de nombreux problèmes de réentrance, et rend inutile une programmation explicite de sémaphores ou d'évènements conventionnels.

Le mécanisme de synchronisation de Forceps a été systématisé pour réaliser un système multilangage (SAS : système à actions secondes) beaucoup plus complet quant à la gestion des fichiers et à la variété des applications conversationnelles disponibles [C. Girault, M. Cheminaud, H. Ducasse, X. Ducasse, C. Faule, M.F. Leroch, G. Nowak, L. Soullignac, 1969]. Ce système est organisé en modules définis de manière descendante à partir de leurs fonctions externes, répartis en niveaux ordonnés et associés à une hiérarchie adjointe de descriptifs strictement cloisonnés et protégés. Après utilisation pour l'enseignement, ce système supporte des travaux de recherche (connexion biordinateurs [Ung, Quang, Cheminaud], chaîne de production de programmes pour l'ELBIT [C. Aperghis], développement de langages). Il est par ailleurs l'objet initial de réflexions plus générales, (formalisation des sous systèmes d'échanges [M. Cheminaud], gestion des tampons en fonction de la richesse de la topographie mémoire [C. Girault], concept de communication intermodules [R. Rousseau], description et structuration des systèmes [J.L. Nebut]).

Les miniordinateurs ont dès leur apparition passionné cette équipe, répugnée naturellement par les systèmes monstrueux. On a réussi sur ELBIT 100 (ordinateur pourtant démuné de tout dispositif spécialisé) à mettre en oeuvre un système efficace à temps partagé [C. Daquin, J. Guelb, M. Gardette, C. Girault, A. Lelièvre, A. Scrizzi, J. Suchard, 1969]. Ce système a permis

l'étude d'interfaces avec de nombreux périphériques [A. Scrizzi, V. Ung, H. Quang, J. Suchard, 1969-1972] et a été étendu de manière à gérer un écran et une table traçante [C. Aperghis, 1972].

A partir de ces réalisations, l'équipe a acquis une expérience pratique de l'architecture des machines et de la symbiose entre câblé et programmé. Le prolongement en est l'étude d'un système basé sur l'interconnection d'unités autonomes dispersées, tant actives (miniordinateurs et microprocesseurs) que passives (mémoires, tampons, réserves). Une réalisation expérimentale à partir du NCR 4130, de 3 Elbits, une mémoire et un disque reliés par un communicateur original est menée de front avec la formalisation de ce type de système : Projet PARIS : Processeurs asynchrones et ressources interconnectés dans un système.

#### Publications.

- J. Arsac - Les systèmes de conduite des ordinateurs, Dunod 1968.
- J. Arsac, M. Dunuy, M.F. Leroy -  
Rapport sur l'emploi partagé d'un ordinateur. Institut  
de Programmation 1969, convention DRME n° 6634589.
- C. Girault - Un des systèmes de multiprogrammation réalisés à la  
Faculté des Sciences de Paris. Revue française d'infor-  
matique et de recherche opérationnelle, B2 - 1971.
- C. Daquin, M. Gardette, C. Girault, A. Scrizzi, J. Suchard -  
Extensions successives d'un système pour miniordinateurs,  
Séminaire IRIA, Mai 1972.
- M. Cheminaud, H. Ducasse, C. Girault, M.F. Leroy -  
Conception modulaire d'un noyau de synchronisation des  
échanges et de gestion des fichiers. Congrès AFCET -  
Grenoble, Novembre 1972.
- C. Girault - Gestion des tampons dans les systèmes à partage de temps.  
Thèse d'Etat Paris VI, Décembre 1972.



M.F. Leroch - Choix et mise en place d'une méthode de mesure sur un système de travaux pratiques. Revue Française d'Automatique, d'Informatique et de Recherche opérationnelle. B1 Janvier 1973.

G. Girault, M. Cheminaud -  
Conception d'un système à ressources distribuées.  
Publication Institut de Programmation n° 74, Janvier 1974.

M. Cheminaud, A. Scrizzi -  
Un système de communications : software ou hardware.  
Colloque sur la Programmation, Paris Avril 1974.

### III - Projet CREOPS.

(Conception Rationnelle et Efficace des "Operating Systems")

#### Composition de l'équipe.

R. Dupuy,	Professeur,
M. Bremaud,	Chercheur CNRS,
G. Fourmentraux,	Ingénieur CEA,
M. Deblangy,	Ingénieur SERTI,
A. Badet,	Ingénieur IBM,
O. Mignotte,	Assistante à l'Université de St-Denis,
M. Dutfoy de Benque,	Thèse de 3ème cycle en cours,
M. Autin,	Thèse de 3ème cycle en cours.

#### Projet CREOPS.

CREOPS est un système de multiprogrammation à accès multiples, fonctionnant en temps partagé dans un environnement multiordinateurs. Son étude a été entreprise il y a 3 ou 4 ans.

Il a été créé dans un quadruple but :

- 1) recherche en software,
- 2) recherche en théorie des systèmes,
- 3) recherche en hardware,
- 4) recherche pédagogique.

### 1. Recherche en Software.

On a voulu définir une architecture de systèmes qui soit indépendante des ordinateurs en fonction des objectifs de CREOPS. Pour cela, le système se compose d'un multiplexeur de programmes appelé exécutif qui distribue les ressources aux utilisateurs. Chaque fois que ce multiplexeur fait un échange avec les organes périphériques spécifiques de l'ordinateur, il délègue ses pouvoirs à un interface chargé d'exécuter les échanges. L'exécutif est chargé de synchroniser aussi les interfaces.

Les idées qui ont présidé à l'élaboration du Système CREOPS sont publiées dans le livre "l'Informatique et les Systèmes" par R. Dupuy. Ce livre donne une approche philosophique de l'architecture du Système, et propose des outils de conception de systèmes en général.

CREOPS est un travail d'équipe auquel ont participé en plus des chercheurs de l'équipe : Force, Chrétienne, Melle Vignon, Ackermann, Papin, Duric. Il a donné lieu à des thèses de 3ème cycle dont certaines sont encore en cours de rédaction, mais dont les résultats sont d'ores et déjà acquis.

- 1) l'exécutif d'un système de temps partagé (M. Fourmentaux),
- 2) le système de fichier (M. Brémaud),
- 3) les sous-systèmes d'un système de temps partagé (M. Badet),
- 4) le moniteur et la gestion mémoire d'un système de temps partagé (M. Deblangy),
- 5) la gestion des périphériques et des interruptions dans un système de temps partagé (M. Autin),
- 6) conception des systèmes par machines séquentielles (Mme Mignotte),
- 7) conception des systèmes par réseaux de Petri (M. Dutfoy de Benque).

## 2. Recherche en théorie des systèmes.

L'équipe a toujours attaché beaucoup d'importance à la réalisation. Ainsi les thèses 1 à 5 sont des thèses expérimentales tandis que les thèses 6 et 7 sont des thèses théoriques basées sur l'expérience des 5 premières.

## 3. Recherche en Hardware.

CREOPS a été créé dans le même esprit que certains microprogrammes : programmation puis test pour mise au point et enfin câblage de l'organigramme. Ainsi, l'exécutif, ce multiplexeur de programmes, est appelé à être entièrement microprogrammé.

En fait, CREOPS n'a pu fonctionner que grâce au travail efficace de l'équipe Hardware (M. Suchard) qui a réalisé :

- le disque de swapping,
- la liaison Elbit-NCR-4130,
- le multiplexeur de TTY sur l'Elbit,
- l'horloge externe de la 4130.

## 4. Recherche pédagogique.

Ce système permet de travailler simultanément avec 15 télétypes actifs, plus le batch. On peut donc faire passer les étudiants par groupe de 30 (2 par télétype). On a fait plusieurs fois l'expérience pendant toute une journée sans qu'il y ait le moindre incident.



CREOPS est donc maintenant totalement opérationnel et très fiable.

#### Perspectives d'avenir.

Lorsque l'on entreprend la réalisation d'un système tel que CREOPS, (30 000 instructions, soit 10 grands bacs de cartes), on se fixe une architecture au départ et on la conserve, même si elle n'est pas l'architecture idéale.

CREOPS donne des résultats exceptionnels, mais on s'est aperçu en faisant l'assemblage du système que certains principes devaient être remis en cause pour augmenter encore notablement l'efficacité de ce système. Il se peut donc qu'il y ait une thèse d'Etat qui refasse la synthèse de toutes les idées contenues dans CREOPS en changeant celles qui, à l'expérience, ne se sont pas révélées aussi efficaces qu'on l'espérait.

#### Conclusion.

CREOPS a été présenté à un colloque international sur l'architecture des systèmes avancés à l'Alpe d'Huez en décembre 1972. Il a beaucoup intéressé les Universités anglaises qui ont des matériels analogues et a permis d'établir des relations avec celles-ci. La compagnie IBM s'est intéressée à cette réalisation et a embauché bon nombre des chercheurs qui ont travaillé sur le projet.

#### Publications.

R. Dupuy - L'informatique et les systèmes. Dunod, 1973.

R. Dupuy - "Design of a TS Executive : synchronizing master mode modules and Users". (Cours avancé sur l'Architecture des Systèmes Informatiques des Communautés Européennes).

R. Dupuy - Structure et programmation des calculateurs.  
Séminaires IRIA, 1971. p. 115.

A. Badet - Systèmes d'information en temps réel (SISTER).  
Thèse de 3ème cycle. Novembre 1973.

#### IV - Projet SIMAG.

(Système Informatique et de Management Appliqué à la Gestion).

##### Composition de l'équipe.

R. Dupuy,	Professeur,
H. Lelous,	ENS,
J. Hendfus,	3ème cycle,
G. Hallopeau,	3ème cycle,
P. Ollive,	3ème cycle,
G. Bensoussan,	3ème cycle,
M. Taphanel,	3ème cycle.

##### Réalisations et axes de recherche.

SIMAG est un système de comptabilité analytique généralisé. Ce projet est mené conjointement entre une équipe de recherche de l'Institut de Programmation et MM. Ricol et Courtois appartenant à un cabinet d'organisation, mais aussi chargés de cours dans le C4 de management dirigé par M. le Professeur Destouches de l'Université Paris VI ; ils ont mis en place un procédé manuel suivi de la comptabilité analytique. L'équipe de recherche essaie de mécaniser ce processeur en le généralisant.

Le problème historiquement a été le suivant : le ministère de l'agriculture donne une subvention pour le reboisement de certaines régions. Afin de fixer au plus juste le prix des arbres pour reboiser, le ministère a créé des pépinières nationales et a demandé de calculer le prix de revient. Ce prix doit faire intervenir, le personnel, l'amortissement des biens, les matières utilisées, les catégories d'arbres, etc... L'étude de ce prix de

revient est compliquée du fait qu'un arbre met plusieurs années à pousser et que les prix varient sur une période de 2 ou 3 ans. Le système de calcul des prix de revient mis en place par M. Ricol et M. Courtois permet de déterminer ce prix avec une grande précision ; seulement il nécessite beaucoup de calcul. On a donc essayé de bâtir un système informatique en vue de détermination de ces prix de revient.

Disons que la méthode employée est très générale et permet par exemple, dans un chantier de travaux publics de déterminer les prix des devis avec une erreur très faible quellesque soient les conditions nécessaires. Cette méthode a ainsi été employée dans une pépinière qui doit produire 7 millions d'arbres par an et dans une entreprise de travaux publics qui gère 600 engins et fait les routes pour tout un département.

Cette étude a débuté il y a 2 ans. La première année a conduit à des recherches très fructueuses. Mais on s'était fixé des ambitions trop idéalistes qui ont depuis été corrigées. M. Hervé Lelous a mené à bien une étude théorique très approfondie de ces problèmes.

#### Publications.

H. Lelous - Thèse de 3ème cycle : "Détermination des prix de revient et étude de leurs variations par la méthode des coûts standards". Université de Paris VI, 3 Janvier 1974.

P. Courtois - La structure et la gestion d'un parc départemental de l'équipement - n° 17 et 18 - Revue DAMAT, bulletin d'information édité par l'OFEROM, 38, rue La Bruyère, Paris 9e.



## V - Systèmes de fichiers.

### Equipe de recherche.

M. Rocher,	Chargé de cours,
P. de Rivet,	Chargé de cours,
S. Spaccapietra,	Assistant,
A. Naulleau,	Assistante,
G. Gardarin,	Assistant,
C. Parent,	Assistante,
J. Bohrer,	Assistant,
M. Jouve,	Assistante,
R. Gomez,	Assistant.

L'équipe de recherche est un cadre de rencontre et d'échange entre de des membres construisant des systèmes, notamment chez Honeywell-Bull, et des chercheurs de l'Université.

La science informatique s'établit en référence aux réalisations informatiques ; inversement, au-delà des réalisations particulières, il convient de chercher des lois générales de systèmes.

Pour atteindre ce but, quelques propositions ont déjà été dégagées :

- "Il est possible de construire des systèmes de fichiers sur les petits systèmes, analogues à ceux que l'on rencontre sur les gros systèmes", (projet ORPHEE).

- "Une solution au problème de modification d'un système de départ, pour adjonction de fonctions, tout en garantissant la conservation dans le système d'arrivée de toutes les propriétés du système de départ, consiste à réaliser les fonctions supplémentaires sous la forme d'un sous-système du système de départ", (projet GRISBI).

- "Il est possible de construire des Systèmes de Fichiers indépendants des mémoires secondaires et de leurs allocations". Démonstration faite sur des versions de SFALA, (A. Naulleau).

Dans ce contexte sont actuellement étudiés les problèmes suivants : verrou mortel et partage simultané, caractérisation fonctionnelle des systèmes de fichiers, description de données, automatisation des fonctions afférentes aux transferts d'informations entre les mémoires secondaires et la mémoire centrale, description formelle de fichiers, évaluation et aide à la conception de systèmes.

#### Axes d'enseignement et de recherche.

Le fichier est à la fois l'élément le plus fragile et le plus précieux d'un centre informatique, sa durée de vie dépasse celle du programme, qui elle-même dépasse celle du hardware. Dès la première année de la maîtrise d'Informatique, l'Institut de Programmation a reconnu cette importance, et les notions de fichiers ont commencé d'être enseignées dès 1968. A cette époque ces notions ne s'enseignaient pas ou très peu dans les universités américaines.

Pour enseigner le fichier, mémoire secondaire idéale, on le sépare des mémoires secondaires et des systèmes opératoires avec lesquels il a cependant des liens ; on le sépare également de tout fichier particulier (celui de l'OS 360 par exemple) et de toute machine particulière (le CDC 3600 sur lequel les étudiants écrivent pourtant leurs systèmes de fichiers) car dans le fichier le concept précède les implémentations. Pour réaliser ces séparations tout en travaillant sur une matière réelle permettant de raisonner, un système de fichier à objectif pédagogique a été construit, ce Système de Fichiers pour Apprendre Les Autres (SFALA) a pour but de bien se prêter à l'étude des concepts relatifs à l'utilisation ou à la réalisation des systèmes de fichiers ; tous les concepts de SFALA existent dans des systèmes pratiques. A partir d'une présentation détaillée de SFALA-O (système possédant la notion de fichier séquentiel sur disque et d'allocation dynamique de mémoire secondaire), de nouvelles versions de SFALA sont successivement introduites ; chaque version commence par la définition et la justification des nouvelles fonctions introduites ; pour chaque fonction, différentes solu-

tions sont considérées, et des critères de choix de solution sont établis. Ces solutions permettent d'introduire de nouveaux concepts. Il en résulte une correspondance entre une méthode d'exposé pédagogique, et une pratique de raisonnement système par des étudiants.

L'enseignement de 3ème cycle, où les étudiants sont invités à une expérience de test de leur aptitude et goût pour la recherche, offre deux parties distinctes mais complémentaires :

- *Formalisation des Systèmes de Fichiers* présentée par M. Rocher dont le but est d'apprendre à écrire les spécifications d'utilisation d'un système de fichiers sous la forme d'un programme PL/I. Ce programme doit être exécutable dans des cas simples, et son exécution doit donner le même résultat qu'aurait donné le programme réel exécuté dans les mêmes conditions. Chaque étudiant réalise la formalisation d'une partie d'un système de fichier réel.

- *Modèles d'Entrées-Sorties* présentés par P. de Rivet dont le but est d'apprendre à construire des modèles probabilistes de systèmes réels. Ces modèles permettent d'étudier le comportement du système sous divers cas d'usage, en particulier le cas le pire.

Après ces éléments, l'étudiant effectue un stage qui vise à tester la validité d'un sujet de thèse de 3ème cycle.

#### Publications.

P. de Rivet - "Machine independent implementation of a compiler compiler". M.S. Thesis - Case Western Reserve University, 1970.

M. Rocher et P. Pradel -

"HIPSIS : hiérarchisation, protection et simultanéité d'accès dans le système de fichiers". L'informatique n° 6, Juillet 1970.

M. Rocher et P. Pradel -

"Un système hiérarchisé de fichiers simultanément partageables (HIPSIS)". Congrès AFCET 1970, Paris.



P. Le Beux, G. Gardarin -

"Système ORPHEE". Colloque "Organisation, Automatisation des laboratoires. Biologie Prospective".  
Pont à Mousson, 1970.

P. de Rivet - "Data traffic models for the performance of modular computer systems". Ph. D. Thesis, Case Western Reserve University, June 1971.

G. Vallee, P. Le Beux, G. Gardarin, J.C. Hirel -

"Le système ISIS : integration d'un service d'isotopes".  
Revue d'informatique médicale, Vol. 2, n° 3, Sept. 1971.

G. Gardarin, M. Rocher -

"Verrou mortel et ressources simultanément partageables".  
Congrès AFCET 1972, Grenoble.

S. Spaccapietra -

"Eléments de base en description de données".  
Informatique et Gestion n° 44, Janvier-Février 1973.

A. Naulleau - "Contribution à la réalisation de systèmes de fichiers indépendants des mémoires secondaires et de leur allocation". Thèse de 3ème cycle, Novembre 1973.

## VI - Methodologie.

### Equipe de recherche.

P. Zanettacci, Assistant,  
A. Bourgeois, Ingénieur sur contrat,  
F. Policner, Ingénieur sur contrat.

### Contacts extérieurs.

J. Arnoux, SESA,  
R. Pertuiset, Régie Renault,

A. Sekaly,       Groupe RADIANT,  
C. Missud,       RATP.

Divers Industriels en software et hardware sollicités au cours du contrat CRI 73009.

Axes de recherche.

Cette équipe a commencé en 1973, dans le cadre d'un contrat CRI, à analyser de nombreuses méthodologies de production de software et dans quelques cas de hardware, avec pour objectif principal, d'établir la faisabilité d'une méthodologie de conception dans l'environnement industriel.

Des éléments prometteurs ont été mis en évidence, et feront l'objet de tests en quasi vraie grandeur au cours de 1974.





## INFORMATIQUE OPERATIONNELLE

La recherche opérationnelle, véritable science carrefour, où se rencontrent économistes, informaticiens et mathématiciens, présente un côté pratique orienté par ses besoins en calcul automatique que nous nommerons par abréviation l'Informatique Opérationnelle.

Les jeunes chercheurs, qui ont choisi de s'y intéresser, sont confrontés à des problèmes réels, extrêmement vivants, puisés dans la réalité et qui nécessitent de bonnes liaisons avec les ingénieurs disséminés dans les administrations et les entreprises. En même temps, ils se tiennent au courant des progrès réalisés par les outils mathématiques de la recherche opérationnelle.

### Equipe de recherche.

R. Faure,	Professeur,
P. Chrétienne,	Assistant,
A. David,	Assistant,
C. Durand,	Ingénieur sur contrat,
P. Zanettacci,	Assistant,
R. Gomez de Cedron,	Assistant,
J.L. Laurière,	Attaché de recherche au CNRS,
M. Becker,	Attachée de recherche au CNRS,
C. Roucairol,	Assistante,
G. Saporta,	Assistant,
P. Tolla,	Assistant,
J. Carlier,	Etudiant 3ème cycle.

### Contacts extérieurs.

Le Groupe de Recherche Informatique Opérationnelle bénéficie des compétences de personnalités appartenant aux milieux scientifiques des secteurs privés et publics.

J. Abadie,	E.D.F.,
C. Berge,	Directeur de recherche au CNRS,
E. Heurgon,	R.A.T.P.,
M. Gondran,	E.D.F.,
P. Rosentieh1,	Directeur d'études à l'E.P.H.E.,
M. Tabourier,	S.E.M.A.,
Institut de l'Environnement, Centre MMI,	
A. Batson,	Professeur associé en 1973 (Université de Charlottesville, Virginie),
R. Pertuiset,	Régie Renault,
Bel Hadj Kacem,	Matra,
T. Degre,	Institut des Phares et Balises,
F. Gelembé,	I.R.I.A.

#### Axes de recherche.

- problèmes combinatoires et programmation en nombres entiers,
- programmation mathématique : méthode de mise à jour de l'inverse en programmation linéaire,
- ordonnancement : problème des contraintes disjonctives,
- application de la recherche opérationnelle en modélisation de systèmes : étude de modèles de comportement de programmes vis à vis de leur demande mémoire,
- application de la recherche opérationnelle au domaine de l'aide à la conception en architecture et urbanisme,
- analyse des données,
- application des méthodes de simulation aux systèmes informatiques ; modélisation et mesures de systèmes.

#### Principaux résultats.

1.- Carlier essaye de ramener certains problèmes de RO à des problèmes d'ordonnancement à contraintes disjonctives, et d'obtenir dans le cas dis-

jonctif, l'ordonnancement minimal pour le délai, à l'aide d'algorithmes fondés sur des chemins de valeur maximale dans les graphes.

2.- Chrétienne étudie des modèles de comportement des programmes quant à leurs exigences en matière d'encombrement des mémoires. Il s'agit :

- de déterminer un niveau logique auquel il convient d'aborder le problème, sans "trop déformer" le comportement intrinsèque du programme,
- d'étudier dynamiquement et automatiquement son exécution,
- de définir un système d'espaces instantanés de travail (Working Set) dont la durée de vie sera suffisamment longue pour éviter les situations de crise (effondrement) d'un système de multiprogrammation ou de temps partagé,
- d'en déduire des règles de circulation des informations entre les niveaux hiérarchiques de mémoire permettant d'atteindre un niveau raisonnable d'efficacité du système.

3.- Zanettacci fait un inventaire des mécanismes utilisés dans les systèmes afin de dégager diverses méthodes de modélisation.

Gomez compare l'intérêt de langages de simulation pour la description des systèmes informatiques.

Durand et Zanettacci ont défini une méthodologie de simulation de charge (thèse de 3ème cycle en cours) et réalisent un outil programmé pour le contrôle et la prévision de la charge d'une banque de données.

4.- David et Roucairol se sont d'abord intéressés à la recherche d'une logique de conception en architecture et ont conçu une méthode permettant à un architecte d'aborder ce problème de façon plus rationnelle. Puis ils ont orienté leur recherche vers les problèmes d'allocation spatiale : localiser et organiser des éléments dans un espace en tenant compte de contraintes, critères et règles syntaxiques. Ce problème d'allocation spatiale a plus particulièrement été envisagé dans le cadre de programmes architecturaux importants et complexes où l'on doit optimiser l'écoulement des flux de circulation.

5.- Après avoir recensé environ 350 problèmes combinatoires rencontrés en recherche opérationnelle, et les avoir classés en quatre grands types, Laurière a déterminé certaines des heuristiques générales qui permettent de les résoudre. Il aborde à l'heure actuelle une programmation commune pour tous ces énoncés combinatoires. Le programme, après avoir lu un énoncé dans un langage spécifique, doit construire lui-même un plan, fabriquer des heuristiques particulières à ce problème, juger de l'efficacité de celles-ci a priori, enfin résoudre le problème, à proprement parler.

Exemples de problèmes traités :

cheminement dans les graphes, flots, plans de transports, affectation, ordonnancement, programmation en nombres entiers, Knapsack, découpe, problèmes de tournées, cliques et colorations, recouvrements et partitions, couplages et d'une façon générale tous les problèmes concrets de "planning".

6.- Saporta dans le domaine de l'analyse des données, s'intéresse particulièrement aux problèmes de codage, d'analyse discriminante, et d'application des méthodes non paramétriques.

7.- Tolla étudie la précision des algorithmes de programmation mathématique ; il propose une méthode de calcul des multiplicateurs du simplexe, en programmation linéaire, qui réduit le nombre d'opérations. D'autre part, il travaille sur les erreurs d'arrondis dans les méthodes de type PFI, LU et LU modifiée de Bartels. Dans le cadre de cette dernière méthode, il propose de nouvelles techniques de réinversion et des règles qui permettent de déterminer quand il est utile d'y procéder.

8.- M. Becker étudie les problèmes de validité des résultats de simulation, en particulier l'évaluation et la réduction du biais dû aux troncatures.

#### Publications.

R. Faure et P. Chrétienne -

Processus stochastiques, leurs graphes, leurs usages.  
Gauthier-Villars (à paraître en 1974).

R. Faure et J.L. Laurière -

Fiabilité, investissements.  
Gauthier-Villars (à paraître en 1974).



R. Faure, C. Roucairol, P. Tolla -

Chemins, flots, ordonnancements.

Gauthier-Villars (à paraître en 1974).

J.L. Laurière - Sur la coloration de certains hypergraphes. Application au problème d'emploi du temps.

Thèse de 3ème cycle, Paris VI, 1971.

P. Tolla - Méthodes de triangularisation et programmes d'ordinateur assurant l'amélioration de la précision en programmation linéaire.

Thèse de 3ème cycle, Paris VI, 1974.

A. David et C. Roucairol -

Aide à la conception en architecture. Actes du Colloque "Analyse des données et applications à l'architecture et à l'urbanisme", Institut de l'Environnement, Mai 72.

A. David et C. Roucairol -

Un algorithme d'aide à la conception en architecture. RAIRO V 3, 1973.

A. David et C. Roucairol -

Un algorithme de composition spatiale. Notes méthodologiques en architecture et urbanisme. Vol. 2. Allocation spatiale, Institut de l'Environnement. Novembre 1973.

A. David, P. Noviant et C. Roucairol -

A global spatial localization of activities method. The Design activity international conference.

Londres, August 1973.

J.L. Laurière - Un algorithme pour le problème de partitionnement, (en collaboration avec M. Gondran). RAIRO, 1974.

J.L. Laurière - Un programme d'élaboration des emplois du temps scolaires. Congrès AFCET. Aide à la décision, 1974.

- R. Faure - Perspectives d'emploi de l'informatique et des ordinateurs dans les réseaux de transport public.  
Rapport au 40ème congrès international de l'UITP.  
La Haye, 1973.
- R. Faure - Les méthodes de recherche opérationnelle appliquées aux transports publics.  
Rapport au 38ème congrès international de l'UITP.  
Londres, 1971.
- R. Faure - Conception et réalisation de systèmes informatiques en temps réel dans le transport urbain et suburbain.  
Congrès de l'IFIP. Lublyana, 1971.
- R. Faure - La recherche opérationnelle, instrument privilégié de recherche pour le métro et la circulation urbaine.  
Congrès IFAC. Paris, 1972.
- R. Faure - Modèles mathématiques dans la conception et l'exploitation des réseaux de transport.  
Séminaire international sur les tendances en modélisation mathématique. Venise, Décembre 1971.
- M. Becker - Fiabilité des simulations des processus stochastiques strictement ergodiques et asymptotiquement stationnaires.  
CRAS - Série A. t. 274 - pp. 1942-1945, Juin 1972.

## SYSTEMES

Pratiquement dès sa création, l'Institut de Programmation s'est intéressé aux systèmes d'exploitation, à une époque où l'on mettait en doute la possibilité de réaliser de façon satisfaisante des systèmes à temps partagé. L'évolution des recherches en systèmes est typique de l'évolution même de la science informatique : l'objectif initial, en effet, a été de réaliser plusieurs systèmes selon des conceptions très différentes. Puis à partir de cette expérience les chercheurs ont étudié et précisé les concepts de base utilisés dans leurs systèmes, ce qui les amène maintenant à s'occuper aussi de l'évaluation et de la méthodologie des systèmes. Une évolution analogue se dessine à nouveau à propos du calcul parallèle et des architectures basées sur des multiprocesseurs.

L'équipe de conception de systèmes entretient de nombreuses relations aussi bien avec d'autres organismes publics ((CNRS, IRIA, CEA,...) qu'avec les principaux constructeurs (CII, CDC, Honeywell Bull, IBM, EMD, SAGEM,...) ou qu'avec des sociétés privées (Thomson-CSF, SEMA, SESA,...).

L'équipe interagit évidemment avec les autres équipes de l'Institut et plus particulièrement avec celles s'occupant de compilation, de hardware et de recherche opérationnelle. Les échanges internationaux se sont développés grâce au séjour de J. Arzac pendant l'année 1971 à l'Université de Montréal et grâce à la venue des professeurs A. Batson (Université de Charlottesville), M. Melkanoff (UCLA) pendant l'année 1973, et S. Hyder (Université de Montréal) pendant l'année 1974.

Les ordinateurs utilisés pour les recherches en architecture de systèmes sont :

- un calculateur NCR 4130 (32 k mots de 24 bits, cycle de 6  $\mu$ s, mémoire segmentée mais non paginée), muni d'un disque Sagem et d'une mémoire à feuillets magnétiques,
- trois minicalculateurs Elbit 100 (4 k mots de 12 bits, durée moyenne des instructions 7  $\mu$ s),

- un ordinateur CDC 3600 pour tout ce qui est modélisation, simulation et production de programmes.

Les principaux thèmes de recherche abordés sont les suivants :

- conception de systèmes informatiques,
- architecture de systèmes,
- projet CREOPS,
- projet SIMAG,
- système de fichiers,
- méthodologie.

## I - Conception de systèmes informatiques.

### Composition de l'équipe.

J. Arsac,	Professeur,
G. Plain,	Assistant,
G. Roucairol,	Assistant,
R. Terrat,	Maître-assistant,
A. Widory,	Assistant,
D. Vaudene,	Programmeur.

### Contacts extérieurs.

L. Nolin,	Professeur à l'Université de Paris VII,
L. Pouzin,	IRIA,
G. Ruggiu,	Thomson-CSF,
J.P. Vasseur,	Thomson-CSF.

### Historique et axes de recherches.

Le groupe s'est formé il y a quelques années afin de définir l'enseignement des systèmes de conduite des ordinateurs, à l'Institut de Programmation. L'objectif de ce cours est de faire acquérir aux étudiants les techniques de conception et de réalisation de tels systèmes.



Dans ce but nos premiers travaux de recherche furent de définir des outils de travaux pratiques idoines. Nous avons commencé par réaliser un noyau de système de temps partagé (ZANEMAR) sur la 4130 Elliot de l'Institut.

Le ZANEMAR (réalisé par Mrs. G. Blain, M. Broussine, J. Camillerapp, P. Zanettacci) est un système qui génère par multiplexage (ou partage des ressources réelles de la machine) un ensemble de machines virtuelles appelées HOLDINGS. Ce noyau résout tous les problèmes de multiprogrammation et permet de ce fait de réaliser facilement des sous-systèmes appelés APPLICATIONS. Une APPLICATION est conçue comme un système monoprogrammation de conduite du HOLDING.

Les principales applications sont :

- SIMUL : (G. Blain) Simulation d'une interface d'entrée-sortie, au niveau de l'utilisateur, identique tant du point de vue des fonctions que des relations temporelles, à celle de la machine hôte ;

- SOAP : (G. Blain, G. Roucairol, A. Widory) Gestion de travaux formés de processus parallèles coopérants grâce à un ensemble de primitives agissant sur des événements ;

- HELP : (G. Blain, G. Roucairol, A. Traiman, A. Widory) Emulation d'un monoprocesseur possédant un jeu d'instructions adaptées à la gestion de processus et deux modes de fonctionnement.

La conception du noyau ZANEMAR utilise la notion d'ensemble d'opérateurs asynchrones. Chacun d'entre eux gère un type de ressource et fonctionne suivant le rythme propre à celle-ci. Cette analyse nous a conduit à une structure de système similaire à celle de schémas de calculs parallèles (1) selon F.L. Luconi (Asynchronous Computational Structures - Doctoral Thesis, MIT 1968). R. Terrat de son côté réalisa au CEA de Saclay un système modulaire d'exploitation temps réel (1).

L'expérience pratique acquise grâce à la réalisation de ces systèmes ainsi que les réflexions d'ordre pédagogique sur leurs mécanismes fondamentaux ont orienté le groupe vers deux axes principaux de recherche.

- L'un de nature technologique et expérimentale a pour but de fournir les outils de description des systèmes en vue de caractériser le plus précisément possible les principales fonctions mises en oeuvre.

- L'autre de nature méthodologique et théorique a pour but d'essayer de formaliser les propriétés de comportement des systèmes informatiques.

Ce formalisme conduira à la définition de l'ensemble des ressources et de leurs algorithmes de gestion, nécessaires à la réalisation de ces systèmes.

Nos premières études dans ces domaines nous ont conduit à préciser les propriétés de l'exécution d'un programme grâce aux notions suivantes.

- L'ensemble des trois schémas définis ci-dessous permet de réécrire un programme :

- SCHEMA DE CONTROLE : définition de l'ordonnancement des opérations,

- SCHEMA INTERPRETATIF : définition de la sémantique propre à chaque opération,

- SCHEMA D'ACCES : définition du sous-ensemble des informations, traitées par le programme, nécessaire à la réalisation d'une opération ainsi que la nomination des informations résultant de cette opération.

- La machine réalisant le calcul défini par le programme est dite idéale, si les mécanismes qu'elle comprend peuvent être mis en relation biunivoque avec les éléments des différents schémas décrivant le programme.

- Un système est un programme qui construit les machines idéales des programmes qu'il est chargé d'exécuter à partir des ressources d'une machine donnée.

- Le calcul correspondant à un système peut être réalisé par un système sous-jacent ou par une machine donnée a priori que l'on appelle alors machine réelle.

Nous avons appliqué ces notions dans les réalisations suivantes :

- étude du nombre minimal de ressources nécessaires tant au point de vue des organes de mémorisation que de calcul, pour réaliser un système d'interprétation d'une classe donnée de programmes (2),
- étude sur la recherche des parallélismes intrinsèques dans l'élaboration d'un calcul défini par un programme écrit dans un langage possédant un schéma de contrôle séquentiel (3),
- étude de l'architecture du système Edelweiss dans lequel on dissocie l'interprétation des différents schémas constituant un programme sur des machines réelles indépendantes (4),
- étude de la génération automatique de microprogrammes (5), (6),
- étude d'un ensemble cohérent d'outils de simulation réalisés en simula 67 permettant l'analyse d'un système par un mécanisme récurrent de définition de machine (7).

Nous comptons à présent formaliser les notions décrites ci-dessus afin de pouvoir poser sans ambiguïté le problème de la définition des systèmes. A partir de quoi nous pensons pouvoir trouver de nouvelles solutions pour les problèmes d'organisation et de gestion des ressources mis en oeuvre dans un système informatique et enfin, déboucher sur des critères objectifs d'évaluation de leurs performances.

#### Publications.

- (1) R. Terrat - Superviseur Modulaire d'entrée-sortie pour ordinateurs exploités en temps réel. Thèse de 3ème cycle 1970.
- (2) G. Roucairol - Communication au Colloque de l'Institut de Programmation. Avril 1974.
- (3) G. Roucairol, A. Widory - Programmes séquentiels et parallélisme - RAIRO, Juin 1973.

- (4) G. Blain - Projet EDELWEISS, System Architecture Workshop on computer Architecture - Grenoble, Juin 1973.
- (5) G. Blain, G. Ruggiu -  
Un système d'aide à la microprogrammation - Congrès AFCET. Novembre 1972.
- (6) G. Blain, Nguyen Xuan Hong, M. Perrone, G. Ruggiu -  
Génération automatique de microprogrammes optimisés. Septembre 1972.
- (7) G. Blain, R. Terrat, D. Vaudene -  
Prologue des travaux pratiques du certificat gestion des ordinateurs. Programmes en SIMULAR 67. Novembre 1973.

## II - Architecture de systèmes.

### Composition de l'équipe.

C. Girault,	Maître de conférences,
M. Cheminaud,	Chercheur,
M. Dupuy,	Assistant,
M.F. Leroy,	Assistante,
J.L. Nebut,	Assistant,
G. Nowak,	Chercheur,
R. Rousseau,	Assistant,
C. Aperghis,	Etudiant 3ème cycle,
O. Salem,	Etudiant 3ème cycle.

### Contacts extérieurs.

C. Kaiser,	Laboria,
L. Pouzin,	IRIA,
J.P. Verjus,	Université de Rennes.



### Historique et axes de recherches.

Ce groupe a d'abord été dirigé par J. Arsac et s'est alors occupé de systèmes à temps partagé. Sous l'impulsion de C. Girault il s'est réorienté vers les systèmes multiprocesseurs et vers la méthodologie.

Le système Forceps d'enseignement conversationnel du FORTRAN a été le premier système à temps partagé réalisé à l'Institut [J. Arsac, 1968, M. Dupuy, M.F. Leroch, 1969] et depuis il a été facilement transplanté sur plusieurs machines dont la CDC 3100 de l'Université de Montréal [J. Arsac 1971]. Une des originalités de ce système est l'introduction d'un second niveau d'interruptions traitées par des modules implicitement exclusifs, ce qui allège les traitements en temps limité des interruptions physiques, évite de nombreux problèmes de réentrance, et rend inutile une programmation explicite de sémaphores ou d'évènements conventionnels.

Le mécanisme de synchronisation de Forceps a été systématisé pour réaliser un système multilangage (SAS : système à actions secondes) beaucoup plus complet quant à la gestion des fichiers et à la variété des applications conversationnelles disponibles [C. Girault, M. Cheminaud, H. Ducasse, X. Ducasse, C. Faule, M.F. Leroch, G. Nowak, L. Soullignac, 1969]. Ce système est organisé en modules définis de manière descendante à partir de leurs fonctions externes, répartis en niveaux ordonnés et associés à une hiérarchie adjointe de descriptifs strictement cloisonnés et protégés. Après utilisation pour l'enseignement, ce système supporte des travaux de recherche (connexion biordinateurs [Ung, Quang, Cheminaud], chaîne de production de programmes pour l'ELBIT [C. Aperghis], développement de langages). Il est par ailleurs l'objet initial de réflexions plus générales, (formalisation des sous systèmes d'échanges [M. Cheminaud], gestion des tampons en fonction de la richesse de la topographie mémoire [C. Girault], concept de communication intermodules [R. Rousseau], description et structuration des systèmes [J.L. Nebut]).

Les miniordinateurs ont dès leur apparition passionné cette équipe, répugnée naturellement par les systèmes monstrueux. On a réussi sur ELBIT 100 (ordinateur pourtant démunie de tout dispositif spécialisé) à mettre en oeuvre un système efficace à temps partagé [C. Daquin, J. Guelb, M. Gardette, C. Girault, A. Lelièvre, A. Scrizzi, J. Suchard, 1969]. Ce système a permis

l'étude d'interfaces avec de nombreux périphériques [A. Scrizzi, V. Ung, H. Quang, J. Suchard, 1969-1972] et a été étendu de manière à gérer un écran et une table traçante [C. Aperghis, 1972].

A partir de ces réalisations, l'équipe a acquis une expérience pratique de l'architecture des machines et de la symbiose entre câblé et programmé. Le prolongement en est l'étude d'un système basé sur l'interconnection d'unités autonomes dispersées, tant actives (miniordinateurs et microprocesseurs) que passives (mémoires, tampons, réserves). Une réalisation expérimentale à partir du NCR 4130, de 3 Elbits, une mémoire et un disque reliés par un communicateur original est menée de front avec la formalisation de ce type de système : Projet PARIS : Processeurs asynchrones et ressources interconnectés dans un système.

#### Publications.

- J. Arsac - Les systèmes de conduite des ordinateurs, Dunod 1968.
- J. Arsac, M. Dunuy, M.F. Leroy -  
Rapport sur l'emploi partagé d'un ordinateur. Institut  
de Programmation 1969, convention DRME n° 6634589.
- C. Girault - Un des systèmes de multiprogrammation réalisés à la  
Faculté des Sciences de Paris. Revue française d'infor-  
matique et de recherche opérationnelle, B2 - 1971.
- C. Daquin, M. Gardette, C. Girault, A. Scrizzi, J. Suchard -  
Extensions successives d'un système pour miniordinateurs,  
Séminaire IRIA, Mai 1972.
- M. Cheminaud, H. Ducasse, C. Girault, M.F. Leroy -  
Conception modulaire d'un noyau de synchronisation des  
échanges et de gestion des fichiers. Congrès AFCET -  
Grenoble, Novembre 1972.
- C. Girault - Gestion des tampons dans les systèmes à partage de temps.  
Thèse d'Etat Paris VI, Décembre 1972.

M.F. Leroch - Choix et mise en place d'une méthode de mesure sur un système de travaux pratiques. Revue Française d'Automatique, d'Informatique et de Recherche opérationnelle. B1 Janvier 1973.

G. Girault, M. Cheminaud -  
Conception d'un système à ressources distribuées.  
Publication Institut de Programmation n° 74, Janvier 1974.

M. Cheminaud, A. Scrizzi -  
Un système de communications : software ou hardware.  
Colloque sur la Programmation, Paris Avril 1974.

### III - Projet CREOPS.

(Conception Rationnelle et Efficace des "Operating Systems")

#### Composition de l'équipe.

R. Dupuy,	Professeur,
M. Bremaud,	Chercheur CNRS,
G. Fourmentaux,	Ingénieur CEA,
M. Deblangy,	Ingénieur SERTI,
A. Badet,	Ingénieur IBM,
O. Mignotte,	Assistante à l'Université de St-Denis,
M. Dutfoy de Benque,	Thèse de 3ème cycle en cours,
M. Autin,	Thèse de 3ème cycle en cours.

#### Projet CREOPS.

CREOPS est un système de multiprogrammation à accès multiples, fonctionnant en temps partagé dans un environnement multiordinateurs. Son étude a été entreprise il y a 3 ou 4 ans.

Il a été créé dans un quadruple but :

- 1) recherche en software,
- 2) recherche en théorie des systèmes,
- 3) recherche en hardware,
- 4) recherche pédagogique.

### 1. Recherche en Software.

On a voulu définir une architecture de systèmes qui soit indépendante des ordinateurs en fonction des objectifs de CREOPS. Pour cela, le système se compose d'un multiplexeur de programmes appelé exécutif qui distribue les ressources aux utilisateurs. Chaque fois que ce multiplexeur fait un échange avec les organes périphériques spécifiques de l'ordinateur, il délègue ses pouvoirs à un interface chargé d'exécuter les échanges. L'exécutif est chargé de synchroniser aussi les interfaces.

Les idées qui ont présidé à l'élaboration du Système CREOPS sont publiées dans le livre "l'Informatique et les Systèmes" par R. Dupuy. Ce livre donne une approche philosophique de l'architecture du Système, et propose des outils de conception de systèmes en général.

CREOPS est un travail d'équipe auquel ont participé en plus des chercheurs de l'équipe : Force, Chrétienne, Melle Vignon, Ackermann, Papin, Duric. Il a donné lieu à des thèses de 3ème cycle dont certaines sont encore en cours de rédaction, mais dont les résultats sont d'ores et déjà acquis.

- 1) l'exécutif d'un système de temps partagé (M. Fourmentraux),
- 2) le système de fichier (M. Brémaud),
- 3) les sous-systèmes d'un système de temps partagé (M. Badet),
- 4) le moniteur et la gestion mémoire d'un système de temps partagé (M. Deblangy),
- 5) la gestion des périphériques et des interruptions dans un système de temps partagé (M. Autin),
- 6) conception des systèmes par machines séquentielles (Mme Mignotte),
- 7) conception des systèmes par réseaux de Petri (M. Dutfoy de Benque).



## 2. Recherche en théorie des systèmes.

L'équipe a toujours attaché beaucoup d'importance à la réalisation. Ainsi les thèses 1 à 5 sont des thèses expérimentales tandis que les thèses 6 et 7 sont des thèses théoriques basées sur l'expérience des 5 premières.

## 3. Recherche en Hardware.

CREOPS a été créé dans le même esprit que certains microprogrammes : programmation puis test pour mise au point et enfin câblage de l'organigramme. Ainsi, l'exécutif, ce multiplexeur de programmes, est appelé à être entièrement microprogrammé.

En fait, CREOPS n'a pu fonctionner que grâce au travail efficace de l'équipe Hardware (M. Suchard) qui a réalisé :

- le disque de swapping,
- la liaison Elbit-NCR-4130,
- le multiplexeur de TTY sur l'Elbit,
- l'horloge externe de la 4130.

## 4. Recherche pédagogique.

Ce système permet de travailler simultanément avec 15 télétypes actifs, plus le batch. On peut donc faire passer les étudiants par groupe de 30 (2 par télétype). On a fait plusieurs fois l'expérience pendant toute une journée sans qu'il y ait le moindre incident.

CREOPS est donc maintenant totalement opérationnel et très fiable.

#### Perspectives d'avenir.

Lorsque l'on entreprend la réalisation d'un système tel que CREOPS, (30 000 instructions, soit 10 grands bacs de cartes), on se fixe une architecture au départ et on la conserve, même si elle n'est pas l'architecture idéale.

CREOPS donne des résultats exceptionnels, mais on s'est aperçu en faisant l'assemblage du système que certains principes devaient être remis en cause pour augmenter encore notablement l'efficacité de ce système. Il se peut donc qu'il y ait une thèse d'Etat qui refasse la synthèse de toutes les idées contenues dans CREOPS en changeant celles qui, à l'expérience, ne se sont pas révélées aussi efficaces qu'on l'espérait.

#### Conclusion.

CREOPS a été présenté à un colloque international sur l'architecture des systèmes avancés à l'Alpe d'Huez en décembre 1972. Il a beaucoup intéressé les Universités anglaises qui ont des matériels analogues et a permis d'établir des relations avec celles-ci. La compagnie IBM s'est intéressée à cette réalisation et a embauché bon nombre des chercheurs qui ont travaillé sur le projet.

#### Publications.

R. Dupuy - L'informatique et les systèmes. Dunod, 1973.

R. Dupuy - "Design of a TS Executive : synchronizing master mode modules and Users". (Cours avancé sur l'Architecture des Systèmes Informatiques des Communautés Européennes).

R. Dupuy - Structure et programmation des calculateurs.  
Séminaires IRIA, 1971. p. 115.

A. Badet - Systèmes d'information en temps réel (SISTER).  
Thèse de 3ème cycle. Novembre 1973.

#### IV - Projet SIMAG.

(Système Informatique et de Management Appliqué à la Gestion).

##### Composition de l'équipe.

R. Dupuy,	Professeur,
H. Lelous,	ENS,
J. Hendfus,	3ème cycle,
G. Hallopeau,	3ème cycle,
P. Ollive,	3ème cycle,
G. Bensoussan,	3ème cycle,
M. Taphanel,	3ème cycle.

##### Réalisations et axes de recherche.

SIMAG est un système de comptabilité analytique généralisé. Ce projet est mené conjointement entre une équipe de recherche de l'Institut de Programmation et MM. Ricol et Courtois appartenant à un cabinet d'organisation, mais aussi chargés de cours dans le C4 de management dirigé par M. le Professeur Destouches de l'Université Paris VI ; ils ont mis en place un procédé manuel suivi de la comptabilité analytique. L'équipe de recherche essaie de mécaniser ce processeur en le généralisant.

Le problème historiquement a été le suivant : le ministère de l'agriculture donne une subvention pour le reboisement de certaines régions. Afin de fixer au plus juste le prix des arbres pour reboiser, le ministère a créé des pépinières nationales et a demandé de calculer le prix de revient. Ce prix doit faire intervenir, le personnel, l'amortissement des biens, les matières utilisées, les catégories d'arbres, etc... L'étude de ce prix de

revient est compliquée du fait qu'un arbre met plusieurs années à pousser et que les prix varient sur une période de 2 ou 3 ans. Le système de calcul des prix de revient mis en place par M. Ricol et M. Courtois permet de déterminer ce prix avec une grande précision ; seulement il nécessite beaucoup de calcul. On a donc essayé de bâtir un système informatique en vue de détermination de ces prix de revient.

Disons que la méthode employée est très générale et permet par exemple, dans un chantier de travaux publics de déterminer les prix des devis avec une erreur très faible quellesque soient les conditions nécessaires. Cette méthode a ainsi été employée dans une pépinière qui doit produire 7 millions d'arbres par an et dans une entreprise de travaux publics qui gère 600 engins et fait les routes pour tout un département.

Cette étude a débuté il y a 2 ans. La première année a conduit à des recherches très fructueuses. Mais on s'était fixé des ambitions trop idéalistes qui ont depuis été corrigées. M. Hervé Lelous a mené à bien une étude théorique très approfondie de ces problèmes.

#### Publications.

H. Lelous - Thèse de 3ème cycle : "Détermination des prix de revient et étude de leurs variations par la méthode des coûts standards". Université de Paris VI, 3 Janvier 1974.

P. Courtois - La structure et la gestion d'un parc départemental de l'équipement - n° 17 et 18 - Revue DAMAT, bulletin d'information édité par l'OFEROM, 38, rue La Bruyère, Paris 9e.



## V - Systèmes de fichiers.

### Equipe de recherche.

M. Rocher,	Chargé de cours,
P. de Rivet,	Chargé de cours,
S. Spaccapietra,	Assistant,
A. Naulleau,	Assistante,
G. Gardarin,	Assistant,
C. Parent,	Assistante,
J. Bohrer,	Assistant,
M. Jouve,	Assistante,
R. Gomez,	Assistant.

L'équipe de recherche est un cadre de rencontre et d'échange entre de des membres construisant des systèmes, notamment chez Honeywell-Bull, et des chercheurs de l'Université.

La science informatique s'établit en référence aux réalisations informatiques ; inversement, au-delà des réalisations particulières, il convient de chercher des lois générales de systèmes.

Pour atteindre ce but, quelques propositions ont déjà été dégagées :

- "Il est possible de construire des systèmes de fichiers sur les petits systèmes, analogues à ceux que l'on rencontre sur les gros systèmes", (projet ORPHEE).

- "Une solution au problème de modification d'un système de départ, pour adjonction de fonctions, tout en garantissant la conservation dans le système d'arrivée de toutes les propriétés du système de départ, consiste à réaliser les fonctions supplémentaires sous la forme d'un sous-système du système de départ", (projet GRISBI).

- "Il est possible de construire des Systèmes de Fichiers indépendants des mémoires secondaires et de leurs allocations". Démonstration faite sur des versions de SFALA, (A. Naulleau).

Dans ce contexte sont actuellement étudiés les problèmes suivants : verrou mortel et partage simultané, caractérisation fonctionnelle des systèmes de fichiers, description de données, automatisation des fonctions afférentes aux transferts d'informations entre les mémoires secondaires et la mémoire centrale, description formelle de fichiers, évaluation et aide à la conception de systèmes.

#### Axes d'enseignement et de recherche.

Le fichier est à la fois l'élément le plus fragile et le plus précieux d'un centre informatique, sa durée de vie dépasse celle du programme, qui elle-même dépasse celle du hardware. Dès la première année de la maîtrise d'Informatique, l'Institut de Programmation a reconnu cette importance, et les notions de fichiers ont commencé d'être enseignées dès 1968. A cette époque ces notions ne s'enseignaient pas ou très peu dans les universités américaines.

Pour enseigner le fichier, mémoire secondaire idéale, on le sépare des mémoires secondaires et des systèmes opératoires avec lesquels il a cependant des liens ; on le sépare également de tout fichier particulier (celui de l'OS 360 par exemple) et de toute machine particulière (le CDC 3600 sur lequel les étudiants écrivent pourtant leurs systèmes de fichiers) car dans le fichier le concept précède les implémentations. Pour réaliser ces séparations tout en travaillant sur une matière réelle permettant de raisonner, un système de fichier à objectif pédagogique a été construit, ce Système de Fichiers pour Apprendre Les Autres (SFALA) a pour but de bien se prêter à l'étude des concepts relatifs à l'utilisation ou à la réalisation des systèmes de fichiers ; tous les concepts de SFALA existent dans des systèmes pratiques. A partir d'une présentation détaillée de SFALA-O (système possédant la notion de fichier séquentiel sur disque et d'allocation dynamique de mémoire secondaire), de nouvelles versions de SFALA sont successivement introduites ; chaque version commence par la définition et la justification des nouvelles fonctions introduites ; pour chaque fonction, différentes solu-

tions sont considérées, et des critères de choix de solution sont établis. Ces solutions permettent d'introduire de nouveaux concepts. Il en résulte une correspondance entre une méthode d'exposé pédagogique, et une pratique de raisonnement système par des étudiants.

L'enseignement de 3ème cycle, où les étudiants sont invités à une expérience de test de leur aptitude et goût pour la recherche, offre deux parties distinctes mais complémentaires :

- *Formalisation des Systèmes de Fichiers* présentée par M. Rocher dont le but est d'apprendre à écrire les spécifications d'utilisation d'un système de fichiers sous la forme d'un programme PL/I. Ce programme doit être exécutable dans des cas simples, et son exécution doit donner le même résultat qu'aurait donné le programme réel exécuté dans les mêmes conditions. Chaque étudiant réalise la formalisation d'une partie d'un système de fichier réel.

- *Modèles d'Entrées-Sorties* présentés par P. de Rivet dont le but est d'apprendre à construire des modèles probabilistes de systèmes réels. Ces modèles permettent d'étudier le comportement du système sous divers cas d'usage, en particulier le cas le pire.

Après ces éléments, l'étudiant effectue un stage qui vise à tester la validité d'un sujet de thèse de 3ème cycle.

#### Publications.

P. de Rivet - "Machine independent implementation of a compiler compiler". M.S. Thesis - Case Western Reserve University, 1970.

M. Rocher et P. Pradel -

"HIPSIS : hiérarchisation, protection et simultanéité d'accès dans le système de fichiers". L'informatique n° 6, Juillet 1970.

M. Rocher et P. Pradel -

"Un système hiérarchisé de fichiers simultanément partageables (HIPSIS)". Congrès AFCET 1970, Paris.

P. Le Beux, G. Gardarin -

"Système ORPHEE". Colloque "Organisation, Automatisation des laboratoires. Biologie Prospective".  
Pont à Mousson, 1970.

P. de Rivet - "Data traffic models for the performance of modular computer systems". Ph. D. Thesis, Case Western Reserve University, June 1971.

G. Vallee, P. Le Beux, G. Gardarin, J.C. Hirel -

"Le système ISIS : integration d'un service d'isotopes".  
Revue d'informatique médicale, Vol. 2, n° 3, Sept. 1971.

G. Gardarin, M. Rocher -

"Verrou mortel et ressources simultanément partageables".  
Congrès AFCET 1972, Grenoble.

S. Spaccapietra -

"Eléments de base en description de données".  
Informatique et Gestion n° 44, Janvier-Février 1973.

A. Naulleau - "Contribution à la réalisation de systèmes de fichiers indépendants des mémoires secondaires et de leur allocation". Thèse de 3ème cycle, Novembre 1973.

## VI - Methodologie.

### Equipe de recherche.

P. Zanettacci, Assistant,  
A. Bourgeois, Ingénieur sur contrat,  
F. Policner, Ingénieur sur contrat.

### Contacts extérieurs.

J. Arnoux, SESA,  
R. Pertuiset, Régie Renault,



A. Sekaly,       Groupe RADIANT,  
C. Missud,       RATP.

Divers Industriels en software et hardware sollicités au cours du contrat CRI 73009.

Axes de recherche.

Cette équipe a commencé en 1973, dans le cadre d'un contrat CRI, à analyser de nombreuses méthodologies de production de software et dans quelques cas de hardware, avec pour objectif principal, d'établir la faisabilité d'une méthodologie de conception dans l'environnement industriel.

Des éléments prometteurs ont été mis en évidence, et feront l'objet de tests en quasi vraie grandeur au cours de 1974.



## LABORATOIRE D'INFORMATIQUE STRUCTURALE EXPERIMENTALE (LISE)

Dès la création de l'Institut de Programmation s'est posé le problème d'un matériel de Travaux Pratiques adapté à l'enseignement de l'Informatique. Les ordinateurs fournissaient déjà un bon support dans les domaines de la programmation, des langages et de l'analyse numérique, mais ils étaient peu utilisables pour aider à la compréhension de leur propre fonctionnement.

C'est pourquoi une petite équipe de chercheurs et de techniciens a entrepris dès 1963 des recherches sur la modélisation des mécanismes principaux du traitement de l'information. Le but était double et visait autant le développement d'un modèle formel utilisable pour la description et l'analyse de la structure et du fonctionnement des ordinateurs, que celui d'un matériel adapté à la démonstration, à l'expérimentation et à la recherche.

### Composition du Laboratoire.

Le Laboratoire d'Informatique Structurale Expérimentale comporte actuellement deux équipes de recherche comprenant une quinzaine de chercheurs titulaires de doctorats, ou inscrits à des thèses d'Etat, de docteur-ingénieur, ou de 3ème cycle, et une dizaine d'équipes de recherche et de développement dépendant d'organismes divers, publics ou privés : hôpitaux, CHU, instituts d'Université, écoles d'ingénieurs, EDF, sociétés de construction, de software et de service.

Ces équipes extérieures, d'importances variables, comportent toutes un responsable technique et administratif, et au moins un chercheur de 3ème cycle. La coordination de leurs activités est assurée par la participation d'un membre des équipes de recherche propres du Laboratoire, à leurs travaux, et par des réunions régulières de leurs responsables.

## Principales équipes associées.

ESICI - Laboratoire de chimie analytique générale,

EDF - Service "Etudes et Recherches", Clamart,

Hôpital Foch - Laboratoire de téléinformatique en cardiologie,

Institut de Biologie Moléculaire - Paris VI,

CERIA - Département d'architecture informatique.

### 1. Equipe de Recherche : Fiabilité de l'Information.

RESPONSABLES : Syed Hyder, Professeur associé,  
J. Suchard, Maître-assistant.

CHERCHEURS : M. Baud, Assistant,  
A. Bernardy, Assistant,  
D. Dromard, Assistant,  
D. Etiemble, Assistant,  
M. Israël, Assistant au CNAM,  
R. Samuel, Assistant,  
J. Zamarlick, Assistant,  
J.M. Cour, Ingénieur CERIA,  
O. Gibergues, Ingénieur LCA/CCSA,  
V. Ung, Ingénieur CNRS.

### 2. Equipe de Recherche : Structures hiérarchiques et asynchrones.

RESPONSABLES : R. Dupuy, Professeur,  
J. Suchard, Maître-assistant.

CHERCHEURS : G. Noguez, Maître assistant,  
A. Bernardy, Assistant,  
J. Bohrer, Assistant,  
G. Bossuet, Assistant,  
P. Claudé, Assistant,  
D. Dromard, Assistant,



F. Dromard,	Assistant,
M. Dupuy,	Assistant,
J.L. Geneste,	Assistant,
A. Scrizzi,	Assistant,
M. de Sloovere,	Assistant,
M. Cheminaud,	Programmeur,
C. Laval,	Ingénieur à l'Ecole Polytechnique,
H. Quang,	Ingénieur.

## Axes de recherches.

### 1. Fiabilité de l'information.

Définition d'ensembles de signaux et d'opérateurs permettant une transmission et un traitement fiable de l'information.

Etude et développement :

- de supports fiables et économiques pour le stockage de l'information,
- d'opérateurs d'acquisition et de conversion de l'information, à la source ou à son voisinage,
- d'outils de restitution des informations traitées, sous forme de messages utilisables par l'homme ou par des systèmes physiques, scientifiques ou industriels,
- de moyens et de procédures de transmission simples, sûres et efficaces.

### 2. Structures hiérarchiques et asynchrones.

Conception, groupage et mise en oeuvre de processeurs spécifiques asynchrones.

Etude particulière des moyens de communication internes et externes : projets MICROPUS, PARIS, INCADDY, TABLE RONDE-CLUB ; terminaux numériques, alphanumériques et graphiques.

## Principaux résultats.

1. La technologie choisie, le thyatron à cathode froide, permet une visualisation complète de son fonctionnement tant statique que dynamique. Elle possède une très grande marge de bruit, de plusieurs dizaines de volts, une faible consommation, supporte sans dommage toutes les erreurs de montage ou de manipulation, et a une vitesse très largement suffisante pour un fonctionnement pas à pas. Le matériel de Travaux Pratiques construit à partir de cette technologie est très modulaire et s'est enrichi depuis de nouveaux éléments : mémoire à tores, éléments combinatoires, opérateurs de liaison, couplage à un miniordinateur [1]. Il reste la base de l'enseignement de la structure des ordinateurs et a joué un grand rôle dans le développement des recherches.

En effet, en dehors de son utilisation expérimentale, cette réalisation a conduit, par l'étude approfondie des propriétés des composants utilisés et des différents montages possibles, à préciser un certain nombre de notions fondamentales sur le fonctionnement statique et dynamique des éléments logiques. Ces notions, notamment celle de seuil, de marge de bruit, de zone d'incertitude, d'éléments linéaire et extrémal, définies sur le thyatron, composant presque idéal, ont pu être généralisées, indépendamment de toute technologie particulière. Les recherches expérimentales poursuivies depuis dix ans dans ce domaine ont montré que les modèles développés à partir de ces notions fondamentales permettent une représentation complète et précise des propriétés de toutes les technologies logiques actuellement utilisées, rendent compte de leurs qualités et de leurs défauts et conduisent à une redéfinition des notions de signal et de mesure de l'information.

L'application de ces modèles à une technologie originale comme le TTL bas niveau a permis de préciser ses qualités, et de définir ses conditions optimales d'utilisation et d'intégration. La même étude a permis

d'élucider le fonctionnement de nombreux éléments logiques complexes intégrés de type bascule et a conduit à la définition d'éléments ternaires sûrs et rapides.

La possibilité de simuler le fonctionnement d'opérateurs logiques complexes et de le suivre pas à pas, nous a conduit à nous intéresser particulièrement aux mécanismes de commande de ces opérateurs. La micro-programmation apparaissait comme un outil très puissant d'analyse et de réalisation de ces mécanismes ainsi que Wilkes l'avait mis en évidence. Les études dans ce domaine ont été très nombreuses : analyse de documents ou de réalisations industrielles, définition de nouveaux mécanismes ou de nouvelles structures. Elles ont toujours constitué une part importante de l'activité de recherche et la majorité des publications et des thèses peut leur être directement ou indirectement rattachées [2, 3, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 34].

Ce centre principal d'intérêt ne faisait pas oublier les préoccupations pédagogiques qui avaient été à l'origine de la création du laboratoire. C'est ainsi que des recherches ont été poursuivies de façon permanente depuis 1966 sur les périphériques graphiques. Le dessin est un support d'information souvent beaucoup plus efficace qu'un texte plus ou moins truffé de chiffres, et il a un rôle essentiel dans de nombreux domaines d'application de l'informatique. La génération de figures pose d'autre part des problèmes très importants de structure de données, d'opérateurs spécialisés et de mécanismes de commande [6, 7, 8, 9, 10, 11, 16, 19, 23, 27, 32, 34].

De même l'étude détaillée de ELBIT 100 a montré qu'un système de temps partagé construit autour de ce miniordinateur pourrait être très utile comme outil d'initiation et de Travaux Pratiques. Un tel projet avait également l'intérêt de montrer qu'il était possible de gérer des terminaux avec un miniordinateur ayant une mémoire très réduite et ne possédant aucun des dispositifs généralement considérés comme nécessaires à un tel mode de fonctionnement, protection mémoire, système d'adressage complexe, et de préciser les limites d'un tel système [4, 17, 32, 33].

Les études et les réalisations effectuées sur ces deux derniers sujets ont montré l'importance et la spécificité des mécanismes d'échange, qui permettent le transfert de l'information entre la mémoire ou l'organe de traitement et les périphériques. On a été ainsi amené à une étude beaucoup plus générale de ces mécanismes, en particulier des procédures d'échange élémentaire assurant le transfert de chaque élément d'information, et de la notion même de canal. Les résultats de cette analyse ont fourni la matière d'un cours de 2ème année de maîtrise et ont permis d'entreprendre des réalisations plus complexes, comme la connexion d'un disque magnétique rapide à l'ordinateur de recherche de l'Institut [30] et une participation importante dans le développement d'un nouvel ordinateur (TETRAMAT). Ils ont pu être également appliqués aux systèmes de transmission de données et en particulier aux procédures qu'elles utilisent, ce qui constitue un domaine de recherche actuellement très actif [6, 7, 8, 9, 15, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 30].

Une telle présentation des thèmes de recherches poursuivies depuis 10 ans est nécessairement incomplète, car elle laisse de côté des études particulières comme celle de l'enregistrement sur minicassettes [26] et la plupart des domaines d'application [9, 10, 22, 24] ; elle ne met en évidence qu'une faible partie des liens nombreux qui relient entre eux ces différents thèmes. On peut noter, par exemple, que l'étude et la réalisation des terminaux du système conversationnel ELBIT a été grandement facilitée par les recherches fondamentales menées à la même époque sur la nature du bruit existant dans les réseaux logiques et sur la protection contre celui-ci.

Cette imbrication étroite des thèmes de recherche nous a amenés, cette année, à définir un sujet principal autour duquel s'organiseront les études fondamentales et les études d'application [17].

Les recherches sont orientées vers l'étude de processeurs spécifiques. Ces organes ont pour but de décharger un système central de tâches particulières et à caractères répétitifs. Ils peuvent aussi être associés pour se partager la totalité des tâches d'un système spécialisé. Leur complexité est moindre que celle d'un système global. Une étude complète, recherche et réalisation, peut alors être menée entièrement par les équipes



de l'Institut de Programmation. L'autonomie assez importante de ces organes facilite leur mise au point et permet d'effectuer des recherches fondamentales sur l'architecture des systèmes. L'étude de systèmes formés de plusieurs processeurs spécifiques différents fait largement appel à toutes les branches de l'informatique, comme celle des processeurs et des systèmes interactifs, qui incluent un utilisateur à l'intérieur d'une chaîne fermée de traitement de l'information [2, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24, 25, 28, 29, 34].

Les études sont poursuivies en collaboration avec les autres équipes de l'Institut de Programmation, pour leur permettre d'englober tous les aspects d'un système informatique, et avec des équipes de recherche extérieures en vue de leur application à des cas concrets.

## 2. Réalisations principales.

- Systèmes de recueil et d'enregistrement de données expérimentales permettant leur dépouillement automatique par ordinateur. Contrat DGRST, Juin 1965 à Juin 1966.

- Système de simulation logique et de travaux pratiques, 1965, 1972, [1].

- Unités logiques modulaires microprogrammées, 1967, 1972, [2, 6, 17, 23, 27, 28].

- Système de multiprogrammation en temps partagé sur miniordinateur, 1969, 1972, [4, 17, 32, 33].

- Système de visualisation conversationnelle et de composition graphique, 1967, 1973, [7, 16, 19, 32, 34].

- Système d'enregistrement sur minicassettes, 1968, 1973, [26].

- Système de mémoire hiérarchisée pour un miniordinateur, 1969, 1973, [18].

- Processeurs spécifiques microprogrammés, 1970, 1973, [12, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 28].

### 3. Publications.

- 1) J. Suchard - Un système original de mémoire économique - Colloque International sur les techniques de mémoire, Paris, Avril 1965.
- 2) G. Bossuet, J. Suchard - Modular microprogrammed logical unit - (IFIP 1971, Ljubljana).
- 3) D. Peccoud, G. Noguez - An array processor for APL like data structures - (IFIP 1971, Ljubljana).
- 4) C. Daquin, M. Gardette, C. Girault, A. Scrizzi, J. Suchard (avec la collaboration technique de V. Ung, H. Quang, et la programmation de C. Aperghuis, M. Dupuy, P. Gauvert J. Gelb, A. Lelievre) - Réalisation d'un système de multiprogrammation en temps partagé 1971. Evolution d'un système de temps partagé pour miniordinateur, IRIA 1972.
- 5) G. Noguez - A standardized microprogrammed sequencing control with a push down storage. (5 th workshop on microprogramming - University of Illinois Urbana, 1972).

COLLOQUIUM ELECTROCARDIOLOGIEUM (VECTOCARDIOGRAPHIEUM XIII)  
DRESDE 1972.

- 6) A. Bernardy, F. Guillaume, J. Suchard, M. Pelletier, R. Koechlin - Microprogrammed interface for removed plotting of curve at telegraphic speed.
- 7) M. Courtois, M. Braitbart, M. Latge, M. Duhamel, M. Renault, R. Koechlin - Codes, formates and programs for driving a remote digital plotter.
- 8) D. Cresson, M. Pelletier, M. Karatchentzeff, R. Koechlin - Remote terminal combining a 5 or 8 level teleprinter with a visual display and measuring devices.

- 9) R. Koechlin, Pelletier, P. Karatchentzeff, F. Karatchentzeff, Courtois - Hybrid Vcc data selection and transmission for remote computation.
- 10) M. de Lagausie, Braitbard, Damideau, J. Suchard, Courtois R. Koechlin - Projet of a digital Vcg recording and preselection system for clinical use.
- 11) G. Noguez - Exemple d'ordinateurs à microprogrammation dynamique - (AFCET - IMAG Grenoble, Février 1973).
- 12) F. Dromard, G. Noguez - Asynchronous network of specific micro-processors. International workshop on computer architecture. Grenoble, Juin 1973.

SIXTH ANNUAL WORKSHOP ON MICROPROGRAMMING - MARYLAND -  
Septembre 1973.

- 13) G. Noguez - Design of a microprogramming language.
- 14) F. Dromard, G. Noguez - Asynchronous network of specific micro-processors.
- 15) D. Dromard, O. Gibergues - A microprogrammed data communications procedure controller.
- 16) A. Bernardy - Microprogrammed graphic controller.
- 17) J. Suchard - Experiences in asynchrony.

COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LES MEMOIRES - Paris, Octobre 1973.

- 18) M. de Sloovere, J.L. Geneste (LISE), M. Browaeys, M. Chevreuil, (SAGEM) - Système de mémoires hiérarchisées pour un miniordinateur.

JOURNEES TECHNIQUES SUR LA PROGRAMMATION - AFCET - IRIA  
Paris, Octobre 1973.

- 19) A. Bernardy - Multiprocesseur de traitement graphique.
- 20) F. Dromard - Terminal conversationnel microprogrammé.
- 21) D. Dromard, O. Gibergues - Contrôleur microprogrammé de procédures de communication.
- 22) P. Cornon - Réalisation d'un système de télécommande et de télésignalisation utilisant un automate microprogrammé.

CONGRES AFCET 1973 - RENNES, Novembre 1973.

- 23) J. Zamarlick, F. Guillaume, J. Suchard (LISE), D. Cresson,  
R. Koechlin (CMC - FOCH) -  
Commande d'un traceur XY pour télétraitement  
en dialogue.

JOURNEES TECHNIQUES IRIA - Structures résultant d'un groupement  
de processeurs - St-Pierre de Chartreuse, Novembre 1973.

- 24) P. Cornon - Conception d'un réseau de microprocesseurs pour gérer  
un automatisme industriel.
- 25) M. Dupuy, G. Noguez, J. Suchard - Processeurs spécifiques asyn-  
chrones.

Thèses.

- 26) A. Bestougeff - Contribution à l'étude méthodologique de la conception de périphérique d'ordinateur - Thèse de 3ème cycle, Décembre 1970.



- 27) G. Bossuet - Etude et réalisation d'opérateurs permettant par leur assemblage la construction de structures microprogrammées générales ou spécialisées.  
Etude pratique - Thèse de docteur-ingénieur, Juin 1971.
- 28) M. Fradin - Etude et réalisation d'opérateurs permettant par leur assemblage la construction de structures microprogrammées générales ou spécialisées.  
Etude théorique - Thèse de 3ème cycle, Juin 1971.
- 29) G. Noguez - L'itération : un mécanisme d'exécution - Thèse de 3ème cycle, Mars 1972.
- 30) C. Laval - Distributeur dans un réseau de télétraitement -  
Thèse de 3ème cycle, Décembre 1972.
- 31) V. Ung Hao - Echanges d'information dans un système. Commande et liaison d'un disque magnétique - Thèse d'Université, Mai 1972.
- 32) V. Ung Hao - Interface d'un écran de visualisation et d'une mémoire externe avec ELBIT 100 - D.E.S. 1970.
- 33) H. Quang Hong Hoang - Interface d'un lecteur et d'un perforateur avec ELBIT 100 - D.E.S. 1970.
- 34) A. Bernardy - Une conception nouvelle des équipements périphériques appliqués à la visualisation pratique.  
Etude pratique - Thèse de docteur-ingénieur, Mars 1974.



**Séminaires**





## SEMINAIRE DE L'INSTITUT DE PROGRAMMATION

Le séminaire de l'INSTITUT DE PROGRAMMATION est dirigé par le Professeur Jacques ARSAC, et animé par Bernard ROBINET.

Le séminaire a lieu à 14 H.30, salle 01, 3ème étage, aile 55-65, entrée Place Jussieu.

Ce séminaire se tient à l'INSTITUT DE PROGRAMMATION pratiquement depuis sa création. On trouvera ci-dessous les titres du séminaire des trois dernières années.

1972 -

27 Janvier 1972.

J. Arsac (I.P.)

- . *Le problème de la justification des algorithmes.*
- . *Sur les langages de programmation sans branchements.*

3 Février 1972.

G. Ruggiu (Thomson - C.S.F.) -

*"Sur la sémantique des langages de programmation et l'interprétation globale des expressions".*

B. Robinet (I.P.) -

*"De la complétude du langage APL".*

17 Février 1972.

D. Coulon, D. Kayser (I.P.) -

*"Analyse et compilation conçues pour l'enseignement assisté par ordinateur".*

2 Mars 1972.

M. Campioni (I.B.M.) -

APPLICATIONS DES TECHNIQUES DE SIMULATION A LA MODELISATION.

- . Influence des pannes dans les systèmes industriels,
- . Analyse de flots complexes,
- . Analyse des interactions hardware-software.

16 Mars 1972.

M. Peuchot (I.B.M.)

La conception modulaire et dialoguée de l'enseignement assisté par ordinateur.

23 Mars 1972.

J. Vignes (I.P.), M. La Porte (I.F.P.) -

INFORMATIQUE NUMERIQUE.

- . Parallèle entre calcul algébrique et calcul numérique sur ordinateur,
- . Evaluation statistique des erreurs numériques,
- . Applications.

27 Avril 1972.

P. Jorrand (I.B.M. Grenoble) -

"Langages extensibles".

C. Girault (I.P.) -

"Simulateur extensible d'automates".

4 Mai 1972.

C. Kayser (I.R.I.A) -

"Couplage des fichiers dans ESOPE".

G. Blain (I.P.) -

"Mécanismes de synchronisation dans ZANEMAR".

25 Mai 1972.

M. Berthaud (I.B.M. Grenoble) -

*"GSL : un langage d'écriture de systèmes".*

J.C. Heliard (C.I.I.) -

*"Génération automatique d'analyseur syntaxique a contexte limité".*

1er Juin 1972.

C. Delobel (C.N.A.M.) -

*"Relations entre la structure de l'information et l'organisation d'une base de données".*

G. Gardarin (I.P.) -

*"Verou mortel sur des ressources simultanément partageables".*

30 Novembre 1972.

J. Arsac (I.P.) -

*"Programmation structurée".*

7 Décembre 1972.

J. Maluszynski (Centre de Calcul de l'Académie des Sciences de Varsovie) -

*"Subproblems of the parsing problem".*

14 Décembre 1972.

P. Dérivet (Honeywell-Bull) -

*"Usage des sémaphores pour la synchronisation et la communication de processus".*

21 Décembre 1972.

E. Gelembé (IRIA - Laboria) -

*"Evaluation et optimisation des systèmes d'exploitation par modèles".*

1973 -

11 Janvier 1973.

J. Kott (Centre Beaubourg) -  
*"Transformations de programmes".*

18 Janvier 1973.

J.F. Perrot (I.P.) -  
*"Programmes simples, automates finis et expressions rationnelles".*

25 Janvier 1973.

A. Batson (University of Virginia, I.P.) -  
*"Conception et évaluation des performances de nouveaux systèmes de mémoire virtuelle".*

1er Février 1973.

G. Huet (IRIA - Laboria) -  
*"Mécanisation du lambda-calcul".*

8 Février 1973.

J. Vuillemin (IRIA - Laboria) -  
*"Sémantique des langages de programmation et preuves de programmes".*

15 Février 1973.

J.M. Autebert et J. Beauquier (I.P.) -  
*"Langages standards : quelques générateurs et une propriété de certains non-générateurs".*

22 Février 1973.

G. Cousineau (I.P.) J.M. Rifflet (UERM, Paris VII) -  
*"Langages associés aux schémas de programme".*

1er Mars 1973.

G. Blain, G. Roucairol, A. Widory (I.P.) -  
*"Schémas de calcul et évaluation d'algorithmes".*



8 Mars 1973.

M. Nivat (Université de Paris VII) -

*"Pour une réhabilitation de la règle de recopie".*

15 Mars 1973.

H.C. Lauer (Université de Newcastle) -

*"Architecture of a recursive virtual machine".*

22 Mars 1973.

F.H. Raymond (CSF, CNAM) -

*"Est-il futile de regarder vers le passé ?".*

29 Mars 1973.

L. Nolin (Université de Paris VII) -

*"Théorie des algorithmes et langages de programmation".*

5 Avril 1973.

T. Bredt (Stanford, IMAG) -

*"Syntax-directed operating system design".*

3 Mai 1973.

P.J. Courtois (Laboratoire de Recherches MBLE, Bruxelles) -

*"Phénomènes d'instabilité et de saturation dans les systèmes multiprogrammés".*

10 Mai 1973.

N. Wirth (Technische Hochschule, Zürich) -

*"Pascal as a systems implementation language".*

17 Mai 1973.

J.C. Derniame (Université de Nancy I) -

*"Présentation du projet CIVA".*

24 Mai 1973.

M.A. Melkanoff (University of California, I.P.) -

*"Le modèle relationnel des données".*

29 Novembre 1973.

J. Arsac (I.P.) -

*"Les langages sans étiquettes".*

13 Décembre 1973.

R. Milner (Université d'Edimbourg) -

*"Abstract semantics of programming languages".*

20 Décembre 1973.

J. Arsac (I.P.) -

*"La structuration des programmes".*

1974 -

3 Janvier 1974.

F. Bellegarde (Université de Nancy II) -

*"FACE, Langage d'écriture de Compilateurs"*

10 Janvier 1974.

M. Nivat (Université de Paris VII) -

*"Introduction aux schémas de Programmes polyadiques".*

17 Janvier 1974.

R. Stutzmann (Département de Mathématique - Strasbourg) -

*"Etude d'un système de description de la Sémantique des Langages de file".*

24 Janvier 1974.

P. Feautrier (Université de Paris VI) -

*"Introduction aux langages de Post en tant qu'outil de formalisation".*

31 Janvier 1974.

B. Lorho (IRIA - Laboria) -

*"Evaluation sémantique par ordonnancement dans le système DELTA".*

7 Février 1974.

C. Böhm (Université de Turin) -

*"Introduction au prédicat du point fixe".*

21 Février 1974.

G. Mendelbaum (I.P.) -

*"Algorithmes d'apprentissage de la conduite de Processus".*

28 Février 1974.

M. Cheminaud et A. Scrizzi (I.P.) -

*"Construction d'un système d'échanges par approche globale".*





## SEMINAIRE D'INFORMATIQUE HEURISTIQUE

Ce séminaire est animé par J.C. SIMON, Professeur à Paris VI, et J. PITRAT, Maître de Recherche au C.N.R.S. (Secrétaire : J.L. LAURIERE).

Il a lieu, en principe, le 1er et le 3ème lundi de chaque mois à 14 h.30, à la bibliothèque de l'Institut de Programmation, tour 55-65, 4ème étage.

### 5 Novembre 1971.

J.L. Laurière (I.P.) -

*"Méthodes arborescentes et heuristiques dans les problèmes combinatoires".*

### 19 Novembre 1971.

P.W. Cooper (Brown University Rhode Island) -

*"Non supervised learning in Pattern Recognition".*

### 3 Décembre 1971.

J.C. Simon (I.P.) -

*"Reconnaissance des Formes par ordinateur, état de la question, perspectives d'avenir".*

### 17 Décembre 1971.

E. Diday (I.R.I.A.) -

*"Optimisation en classification automatique non hiérarchique".*

### 7 Janvier 1972.

J. Pitrat (C.N.R.S.) -

*"Tendances actuelles des programmes de démonstration de théorèmes".*

21 Janvier 1972.

I.C. Lerman (Université de Rennes-Beaulieu) -

*"Mesure de proximité entre structures algébriques de même type sur un ensemble fini ; application à la classification automatique".*

4 Février 1972.

S. Crespi Reghizzi (Politecnico de Milano) -

*"Méthodes d'inférence pour grammaires formelles".*

18 Février 1972.

G. Guiho (I.P.) -

*"Organisation de mémoires et mesures de performances".*

3 Mars 1972.

J.P. Aubineau (Université de Nice) -

*"Un exemple de recherche adaptative employant une évolution simulée : les "plans reproductifs" de GAVICCHIO.*

17 Mars 1972.

J.L. Laurière (I.P.) -

*"Intelligence artificielle en recherche opérationnelle".*

14 Avril 1972.

R. Plotkin (Université d'Edimburgh) -

*"Algorithms for generalisation".*

28 Avril 1972.

C. Roche (L.C.A.) -

*"Reconnaissance des Formes".*

5 Mai 1972.

B. Flavigny (I.P.) -

*"Sur la détection des erreurs dans les programmes".*

19 Mai 1972.

J. Pitrat (C.N.R.S.) -

*"Le programme de WINOGRAD".*

16 Juin 1972.

Fialkowskie (Université de Varsovie) -

*"Evolution de chaînes de processus biologiques par simulation sur ordinateur". (en anglais).*

P.D. Krolak (Nashville, U.S.A.) -

*"Dialogue homme-machine et résolution des problèmes de recherche opérationnelle" (en anglais).*

23 Juin 1972.

U.V. Maximov (Université de Moscou) -

*"Apprentissage en reconnaissance des formes, état de la question en U.R.S.S.".*

17 Novembre 1972.

J. Pitrat (C.N.R.S.) -

*"Etude critique des programmes de jeux".*

1er Décembre 1972.

J.P. Laurent (Université de Caen) -

*"DALI : un programme qui calcule des limites en levant les indéterminations par des procédés heuristiques".*

19 Janvier 1973.

G. Sabah (C.N.R.S.) -

*"Les représentations en Reconnaissance des Formes".*

26 Janvier 1973.

M. le Pr. Le Grand (Directeur du Muséum d'Histoire Naturelle)

M. Cazalas (Directeur Scientifique à la Cie des Compteurs) -

*"Neurophysiologie et capteurs naturels".*

2 Février 1973.

Thom (Institut des Hautes Etudes Scientifiques de Gif-sur-Yvette)  
*"Stabilité structurelle ou théorie des catastrophes".*

16 Février 1973.

J.F. Perrot (I.P.) -  
*"Théorie algébrique des automates et des langages formels".*

2 Mars 1973.

G. Guiho et J.P. Jouannaud (I.P.) -  
*"ROBOTS : l'état des recherches en CALIFORNIE".*

23 Mars 1973.

M.A. Grasselli (Université de Pise) -  
*"Automates cellulaires et organismes artificiels".*

6 Avril 1973.

L. Siklossy (Computer Sciences Department University of Texas,  
Austin) -  
*"Comment prouver automatiquement que l'impossible est impossible".*

18 Mai 1973.

D. Cooper (Brown University Rhode Island) -  
*"Aspects of the asymptotic behaviour of conditional distributions and some techniques used in adaptive decision making".*

25 Mai 1973.

K.S. Narendra (Yale University) -  
*"Some new results on probabilistic automata".*

13 Juin 1973.

A. Rosenfeld (University of Maryland) -  
*"Topologie des images numériques".*



15 Juin 1973.

N.V. Findler (State University of New York at Buffalo and  
Technical University of Vienna) -

*"A computer model of inductive and deductive inference making the psychology of a robot".*

22 Juin 1973.

W. Bledsoe (University of Texas, Austin) -

*"Man-machine theorem proving".*

19 Novembre 1973.

J.C. Simon (I.P.) -

*"Axes de recherches actuels aux U.S.A.".*

3 Décembre 1973.

G. Salton (Cornell University N.Y.) -

*"Dynamic Information Retrieval".*

17 Décembre 1973.

M. Vivet (Université du Mans) -

*"Un programme qui vérifie des identités à l'aide du raisonnement par récurrence".*

7 Janvier 1974.

O. Carrière (Université de Paris VII) -

*"Un programme heuristique qui résoud des tests psychologiques de mesure du Facteur G".*

21 Janvier 1974.

J.S. Lienard (C.N.R.S.) -

*"Les problèmes spécifiques de la reconnaissance vocale".*

4 Février 1974.

J.P. Jouannaud (I.P.) -

*"Les langages de problèmes".*

18 Février 1974.

M. Rousseau (Docteur 3ème cycle, Paris) -

*"Résolution automatique d'exercices d'électricité posés  
en français".*

4 Mars 1974.

P.J. Hayes (University of Essex Department of Computational Logic)

*"Semantic trees".*

GROUPES D'ETUDE SUR :

La théorie des langages formels  
et la complexité des algorithmes.

Ces groupes se réunissent en alternance tous les 15 jours. Dirigés par M. Nivat et J. Berstel respectivement, l'intérêt du premier groupe est centré sur la théorie algébrique des langages formels, le deuxième est consacré à l'analyse des algorithmes, ou complexité "concrète", c'est-à-dire à la recherche d'algorithmes optimaux pour faire certains calculs.

Les réunions ont lieu les mardis à 14 h.30 à l'Institut de Programmation, tour 55-65, salle 403.

Programme des réunions du premier semestre de l'année 1973/74.

13 Novembre 1973.

L. Boasson -

*"Sur une conjecture de S. Greibach".*

20 Novembre 1973.

R. Rivest -

*"Algorithmes d'équivalence".*

4 Décembre 1973.

B. Courcelle -

*"Forme canonique des grammaires simples".*

11 Décembre 1973.

J. Berstel -

*"Chaînes d'addition, d'après A. Schönhage".*

18 Décembre 1973.

M. Nivat -

*"Images, dans un morphisme continu de l'intersection de langages linéaires".*

8 Janvier 1974.

Flajolet & Steyeart -

*"Résultats de Savitch sur la complexité en mémoire des algorithmes non déterministes "*.

15 Janvier 1974.

J.M. Rifflet -

*"Langages d'interprétation de schémas rékursifs monadiques"*.

22 Janvier 1974.

L. Hyafil, F. Prusker, J. Vuillemin -

*"Un algorithme efficace pour calculer les schémas optimaux de tri par fusion sur disque"*.

29 Janvier 1974.

Spehner -

*"Sous-monoïdes d'un monoïde libre"*.

12 Février 1974.

J. Coffy -

*"Optimalité de certains algorithmes matriciels"*.



GROUPE D'ETUDE SUR :

La théorie des graphes et l'informatique.

Animé par G. Chaty (Université de Paris-Nord) et M. Chein, ce groupe travaille sur :

- les possibilités d'utilisation des groupes dans l'étude des fichiers, des systèmes d'exploitation des ordinateurs et des programmes ;
- les représentations des graphes en machine et leur manipulation ;
- des notions théoriques susceptibles d'être utiles dans les domaines précédents (chemin, circuits, recouvrements et partitions, décompositions et opérations, morphismes, graphes particuliers,...).

Les réunions ont lieu les mardis à 14 H. à l'Institut de Programmation, tour 45-46, salle 301.

9 Octobre 1973.

G. Blain, C. Roucairol, A. Widory -

*"Quelques problèmes de graphes dans les schémas de calcul parallèle".*

23 Octobre 1973.

M. Gers -

*"Un problème particulier de reconstruction de graphes"*  
*(d'après Pfaltz).*

6 Novembre 1973.

G. Chaty, M. Chein -

*"Problèmes et conjectures dans l'étude des chemins d'un graphe sans circuit".*

20 Novembre 1973.

M. Brot -

*"Recherche des circuits".*

4 Décembre 1973.

F. Rodriguez -

*"Modélisation d'un système de tests".*

18 Décembre 1973.

G. Chaty, M. Chein -

*"Transitivité, graphes  $f'_{com}$  et  $f_{chcm}$  : résultats et conjectures".*

15 Janvier 1974.

G. Chaty, M. Chein -

*"Sauts et indices de recouvrement : résultats et problèmes".*

29 Janvier 1974.

Habib - Lambert -

*"Nombre de sauts d'un cycle".*

5 Février 1974.

Zegel - Zinetti -

*"Langraf".*

**Livres publiés**





## LABORATOIRE D'INFORMATIQUE STRUCTURALE EXPERIMENTALE (LISE)

Dès la création de l'Institut de Programmation s'est posé le problème d'un matériel de Travaux Pratiques adapté à l'enseignement de l'Informatique. Les ordinateurs fournissaient déjà un bon support dans les domaines de la programmation, des langages et de l'analyse numérique, mais ils étaient peu utilisables pour aider à la compréhension de leur propre fonctionnement.

C'est pourquoi une petite équipe de chercheurs et de techniciens a entrepris dès 1963 des recherches sur la modélisation des mécanismes principaux du traitement de l'information. Le but était double et visait autant le développement d'un modèle formel utilisable pour la description et l'analyse de la structure et du fonctionnement des ordinateurs, que celui d'un matériel adapté à la démonstration, à l'expérimentation et à la recherche.

### Composition du Laboratoire.

Le Laboratoire d'Informatique Structurale Expérimentale comporte actuellement deux équipes de recherche comprenant une quinzaine de chercheurs titulaires de doctorats, ou inscrits à des thèses d'Etat, de docteur-ingénieur, ou de 3ème cycle, et une dizaine d'équipes de recherche et de développement dépendant d'organismes divers, publics ou privés : hôpitaux, CHU, instituts d'Université, écoles d'ingénieurs, EDF, sociétés de construction, de software et de service.

Ces équipes extérieures, d'importances variables, comportent toutes un responsable technique et administratif, et au moins un chercheur de 3ème cycle. La coordination de leurs activités est assurée par la participation d'un membre des équipes de recherche propres du Laboratoire, à leurs travaux, et par des réunions régulières de leurs responsables.

Principales équipes associées.

ESICI - Laboratoire de chimie analytique générale,

EDF - Service "Etudes et Recherches", Clamart,

Hôpital Foch - Laboratoire de téléinformatique en cardiologie,

Institut de Biologie Moléculaire - Paris VI,

CERIA - Département d'architecture informatique.

1. Equipe de Recherche : Fiabilité de l'Information.

RESPONSABLES : Syed Hyder, Professeur associé,  
J. Suchard, Maître-assistant.

CHERCHEURS : M. Baud, Assistant,  
A. Bernardy, Assistant,  
D. Dromard, Assistant,  
D. Etiemble, Assistant,  
M. Israël, Assistant au CNAM,  
R. Samuel, Assistant,  
J. Zamarlick, Assistant,  
J.M. Cour, Ingénieur CERIA,  
O. Gibergues, Ingénieur LCA/CCSA,  
V. Ung, Ingénieur CNRS.

2. Equipe de Recherche : Structures hiérarchiques et asynchrones.

RESPONSABLES : R. Dupuy, Professeur,  
J. Suchard, Maître-assistant.

CHERCHEURS : G. Noguez, Maître assistant,  
A. Bernardy, Assistant,  
J. Bohrer, Assistant,  
G. Bossuet, Assistant,  
P. Claudé, Assistant,  
D. Dromard, Assistant,

F. Dromard,	Assistant,
M. Dupuy,	Assistant,
J.L. Geneste,	Assistant,
A. Scrizzi,	Assistant,
M. de Sloovere,	Assistant,
M. Cheminaud,	Programmeur,
C. Laval,	Ingénieur à l'Ecole Polytechnique,
H. Quang,	Ingénieur.

## Axes de recherches.

### 1. Fiabilité de l'information.

Définition d'ensembles de signaux et d'opérateurs permettant une transmission et un traitement fiable de l'information.

Etude et développement :

- de supports fiables et économiques pour le stockage de l'information,
- d'opérateurs d'acquisition et de conversion de l'information, à la source ou à son voisinage,
- d'outils de restitution des informations traitées, sous forme de messages utilisables par l'homme ou par des systèmes physiques, scientifiques ou industriels,
- de moyens et de procédures de transmission simples, sûres et efficaces.

### 2. Structures hiérarchiques et asynchrones.

Conception, groupage et mise en oeuvre de processeurs spécifiques asynchrones.

Etude particulière des moyens de communication internes et externes : projets MICROPUS, PARIS, INCADDY, TABLE RONDE-CLUB ; terminaux numériques, alphanumériques et graphiques.

## Principaux résultats.

1. La technologie choisie, le thyatron à cathode froide, permet une visualisation complète de son fonctionnement tant statique que dynamique. Elle possède une très grande marge de bruit, de plusieurs dizaines de volts, une faible consommation, supporte sans dommage toutes les erreurs de montage ou de manipulation, et a une vitesse très largement suffisante pour un fonctionnement pas à pas. Le matériel de Travaux Pratiques construit à partir de cette technologie est très modulaire et s'est enrichi depuis de nouveaux éléments : mémoire à tores, éléments combinatoires, opérateurs de liaison, couplage à un miniordinateur [1]. Il reste la base de l'enseignement de la structure des ordinateurs et a joué un grand rôle dans le développement des recherches.

En effet, en dehors de son utilisation expérimentale, cette réalisation a conduit, par l'étude approfondie des propriétés des composants utilisés et des différents montages possibles, à préciser un certain nombre de notions fondamentales sur le fonctionnement statique et dynamique des éléments logiques. Ces notions, notamment celle de seuil, de marge de bruit, de zone d'incertitude, d'éléments linéaire et extrémal, définies sur le thyatron, composant presque idéal, ont pu être généralisées, indépendamment de toute technologie particulière. Les recherches expérimentales poursuivies depuis dix ans dans ce domaine ont montré que les modèles développés à partir de ces notions fondamentales permettent une représentation complète et précise des propriétés de toutes les technologies logiques actuellement utilisées, rendent compte de leurs qualités et de leurs défauts et conduisent à une redéfinition des notions de signal et de mesure de l'information.

L'application de ces modèles à une technologie originale comme le TTL bas niveau a permis de préciser ses qualités, et de définir ses conditions optimales d'utilisation et d'intégration. La même étude a permis



d'élucider le fonctionnement de nombreux éléments logiques complexes intégrés de type bascule et a conduit à la définition d'éléments ternaires sûrs et rapides.

La possibilité de simuler le fonctionnement d'opérateurs logiques complexes et de le suivre pas à pas, nous a conduit à nous intéresser particulièrement aux mécanismes de commande de ces opérateurs. La micro-programmation apparaissait comme un outil très puissant d'analyse et de réalisation de ces mécanismes ainsi que Wilkes l'avait mis en évidence. Les études dans ce domaine ont été très nombreuses : analyse de documents ou de réalisations industrielles, définition de nouveaux mécanismes ou de nouvelles structures. Elles ont toujours constitué une part importante de l'activité de recherche et la majorité des publications et des thèses peut leur être directement ou indirectement rattachées [2, 3, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 34].

Ce centre principal d'intérêt ne faisait pas oublier les préoccupations pédagogiques qui avaient été à l'origine de la création du laboratoire. C'est ainsi que des recherches ont été poursuivies de façon permanente depuis 1966 sur les périphériques graphiques. Le dessin est un support d'information souvent beaucoup plus efficace qu'un texte plus ou moins truffé de chiffres, et il a un rôle essentiel dans de nombreux domaines d'application de l'informatique. La génération de figures pose d'autre part des problèmes très importants de structure de données, d'opérateurs spécialisés et de mécanismes de commande [6, 7, 8, 9, 10, 11, 16, 19, 23, 27, 32, 34].

De même l'étude détaillée de ELBIT 100 a montré qu'un système de temps partagé construit autour de ce miniordinateur pourrait être très utile comme outil d'initiation et de Travaux Pratiques. Un tel projet avait également l'intérêt de montrer qu'il était possible de gérer des terminaux avec un miniordinateur ayant une mémoire très réduite et ne possédant aucun des dispositifs généralement considérés comme nécessaires à un tel mode de fonctionnement, protection mémoire, système d'adressage complexe, et de préciser les limites d'un tel système [4, 17, 32, 33].

Les études et les réalisations effectuées sur ces deux derniers sujets ont montré l'importance et la spécificité des mécanismes d'échange, qui permettent le transfert de l'information entre la mémoire ou l'organe de traitement et les périphériques. On a été ainsi amené à une étude beaucoup plus générale de ces mécanismes, en particulier des procédures d'échange élémentaire assurant le transfert de chaque élément d'information, et de la notion même de canal. Les résultats de cette analyse ont fourni la matière d'un cours de 2ème année de maîtrise et ont permis d'entreprendre des réalisations plus complexes, comme la connexion d'un disque magnétique rapide à l'ordinateur de recherche de l'Institut [30] et une participation importante dans le développement d'un nouvel ordinateur (TETRAMAT). Ils ont pu être également appliqués aux systèmes de transmission de données et en particulier aux procédures qu'elles utilisent, ce qui constitue un domaine de recherche actuellement très actif [6, 7, 8, 9, 15, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 30].

Une telle présentation des thèmes de recherches poursuivies depuis 10 ans est nécessairement incomplète, car elle laisse de côté des études particulières comme celle de l'enregistrement sur minicassettes [26] et la plupart des domaines d'application [9, 10, 22, 24] ; elle ne met en évidence qu'une faible partie des liens nombreux qui relient entre eux ces différents thèmes. On peut noter, par exemple, que l'étude et la réalisation des terminaux du système conversationnel ELBIT a été grandement facilitée par les recherches fondamentales menées à la même époque sur la nature du bruit existant dans les réseaux logiques et sur la protection contre celui-ci.

Cette imbrication étroite des thèmes de recherche nous a amenés, cette année, à définir un sujet principal autour duquel s'organiseront les études fondamentales et les études d'application [17].

Les recherches sont orientées vers l'étude de processeurs spécifiques. Ces organes ont pour but de décharger un système central de tâches particulières et à caractères répétitifs. Ils peuvent aussi être associés pour se partager la totalité des tâches d'un système spécialisé. Leur complexité est moindre que celle d'un système global. Une étude complète, recherche et réalisation, peut alors être menée entièrement par les équipes

de l'Institut de Programmation. L'autonomie assez importante de ces organes facilite leur mise au point et permet d'effectuer des recherches fondamentales sur l'architecture des systèmes. L'étude de systèmes formés de plusieurs processeurs spécifiques différents fait largement appel à toutes les branches de l'informatique, comme celle des processeurs et des systèmes interactifs, qui incluent un utilisateur à l'intérieur d'une chaîne fermée de traitement de l'information [2, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24, 25, 28, 29, 34].

Les études sont poursuivies en collaboration avec les autres équipes de l'Institut de Programmation, pour leur permettre d'englober tous les aspects d'un système informatique, et avec des équipes de recherche extérieures en vue de leur application à des cas concrets.

## 2. Réalisations principales.

- Systèmes de recueil et d'enregistrement de données expérimentales permettant leur dépouillement automatique par ordinateur. Contrat DGRST, Juin 1965 à Juin 1966.
- Système de simulation logique et de travaux pratiques, 1965, 1972, [1].
- Unités logiques modulaires microprogrammées, 1967, 1972, [2, 6, 17, 23, 27, 28].
- Système de multiprogrammation en temps partagé sur miniordinateur, 1969, 1972, [4, 17, 32, 33].
- Système de visualisation conversationnelle et de composition graphique, 1967, 1973, [7, 16, 19, 32, 34].
- Système d'enregistrement sur minicassettes, 1968, 1973, [26].
- Système de mémoire hiérarchisée pour un miniordinateur, 1969, 1973, [18].
- Processeurs spécifiques microprogrammés, 1970, 1973, [12, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 28].

### 3. Publications.

- 1) J. Suchard - Un système original de mémoire économique - Colloque International sur les techniques de mémoire, Paris, Avril 1965.
- 2) G. Bossuet, J. Suchard - Modular microprogrammed logical unit - (IFIP 1971, Ljubljana).
- 3) D. Peccoud, G. Noguez - An array processor for APL like data structures - (IFIP 1971, Ljubljana).
- 4) C. Daquin, M. Gardette, C. Girault, A. Scrizzi, J. Suchard (avec la collaboration technique de V. Ung, H. Quang, et la programmation de C. Aperghuis, M. Dupuy, P. Gauvert J. Gelb, A. Lelievre) - Réalisation d'un système de multiprogrammation en temps partagé 1971. Evolution d'un système de temps partagé pour miniordinateur, IRIA 1972.
- 5) G. Noguez - A standardized microprogrammed sequencing control with a push down storage. (5 th workshop on microprogramming - University of Illinois Urbana, 1972).

COLLOQUIUM ELECTROCARDIOLOGIEUM (VECTOCARDIOGRAPHIEUM XIII)  
DRESDE 1972.

- 6) A. Bernardy, F. Guillaume, J. Suchard, M. Pelletier, R. Koechlin - Microprogrammed interface for removed plotting of curve at telegraphic speed.
- 7) M. Courtois, M. Braitbart, M. Latge, M. Duhamel, M. Renault, R. Koechlin - Codes, formates and programs for driving a remote digital plotter.
- 8) D. Cresson, M. Pelletier, M. Karatchentzeff, R. Koechlin - Remote terminal combining a 5 or 8 level teleprinter with a visual display and measuring devices.



- 9) R. Koechlin, Pelletier, P. Karatchentzeff, F. Karatchentzeff, Courtois - Hybrid Vcc data selection and transmission for remote computation.
- 10) M. de Lagausie, Braitbard, Damideau, J. Suchard, Courtois R. Koechlin - Projet of a digital Vcg recording and preselection system for clinical use.
- 11) G. Noguez - Exemple d'ordinateurs à microprogrammation dynamique - (AFCET - IMAG Grenoble, Février 1973).
- 12) F. Dromard, G. Noguez - Asynchronous network of specific micro-processors. International workshop on computer architecture. Grenoble, Juin 1973.

SIXTH ANNUAL WORKSHOP ON MICROPROGRAMMING - MARYLAND -  
Septembre 1973.

- 13) G. Noguez - Design of a microprogramming language.
- 14) F. Dromard, G. Noguez - Asynchronous network of specific micro-processors.
- 15) D. Dromard, O. Gibergues - A microprogrammed data communications procedure controller.
- 16) A. Bernardy - Microprogrammed graphic controller.
- 17) J. Suchard - Experiences in asynchrony.

COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LES MEMOIRES - Paris, Octobre 1973.

- 18) M. de Sloovere, J.L. Geneste (LISE), M. Browaeys, M. Chevreuil, (SAGEM) - Système de mémoires hiérarchisées pour un miniordinateur.

JOURNEES TECHNIQUES SUR LA PROGRAMMATION - AFCET - IRIA  
Paris, Octobre 1973.

- 19) A. Bernardy - Multiprocesseur de traitement graphique.
- 20) F. Dromard - Terminal conversationnel microprogrammé.
- 21) D. Dromard, O. Gibergues - Contrôleur microprogrammé de procédures de communication.
- 22) P. Cornon - Réalisation d'un système de télécommande et de télésignalisation utilisant un automate microprogrammé.

CONGRES AFCET 1973 - RENNES, Novembre 1973.

- 23) J. Zamarlick, F. Guillaume, J. Suchard (LISE), D. Cresson,  
R. Koechlin (CMC - FOCH) -  
Commande d'un traceur XY pour télétraitement  
en dialogue.

JOURNEES TECHNIQUES IRIA - Structures résultant d'un groupement  
de processeurs - St-Pierre de Chartreuse, Novembre 1973.

- 24) P. Cornon - Conception d'un réseau de microprocesseurs pour gérer  
un automatisme industriel.
- 25) M. Dupuy, G. Noguez, J. Suchard - Processeurs spécifiques asyn-  
chrones.

Thèses.

- 26) A. Bestougeff - Contribution à l'étude méthodologique de la conception de périphérique d'ordinateur - Thèse de 3ème cycle, Décembre 1970.

- 27) G. Bossuet - Etude et réalisation d'opérateurs permettant par leur assemblage la construction de structures microprogrammées générales ou spécialisées.  
Etude pratique - Thèse de docteur-ingénieur, Juin 1971.
- 28) M. Fradin - Etude et réalisation d'opérateurs permettant par leur assemblage la construction de structures microprogrammées générales ou spécialisées.  
Etude théorique - Thèse de 3ème cycle, Juin 1971.
- 29) G. Noguez - L'itération : un mécanisme d'exécution - Thèse de 3ème cycle, Mars 1972.
- 30) C. Laval - Distributeur dans un réseau de télétraitement -  
Thèse de 3ème cycle, Décembre 1972.
- 31) V. Ung Hao - Echanges d'information dans un système. Commande et liaison d'un disque magnétique - Thèse d'Université, Mai 1972.
- 32) V. Ung Hao - Interface d'un écran de visualisation et d'une mémoire externe avec ELBIT 100 - D.E.S. 1970.
- 33) H. Quang Hong Hoang - Interface d'un lecteur et d'un perforateur avec ELBIT 100 - D.E.S. 1970.
- 34) A. Bernardy - Une conception nouvelle des équipements périphériques appliqués à la visualisation pratique.  
Etude pratique - Thèse de docteur-ingénieur, Mars 1974.





**Séminaires**



## SEMINAIRE DE L'INSTITUT DE PROGRAMMATION

Le séminaire de l'INSTITUT DE PROGRAMMATION est dirigé par le Professeur Jacques ARSAC, et animé par Bernard ROBINET.

Le séminaire a lieu à 14 H.30, salle 01, 3ème étage, aile 55-65, entrée Place Jussieu.

Ce séminaire se tient à l'INSTITUT DE PROGRAMMATION pratiquement depuis sa création. On trouvera ci-dessous les titres du séminaire des trois dernières années.

1972 -

27 Janvier 1972.

J. Arsac (I.P.)

- . *Le problème de la justification des algorithmes.*
- . *Sur les langages de programmation sans branchements.*

3 Février 1972.

G. Ruggiu (Thomson - C.S.F.) -

*"Sur la sémantique des langages de programmation et l'interprétation globale des expressions".*

B. Robinet (I.P.) -

*"De la complétude du langage APL".*

17 Février 1972.

D. Coulon, D. Kayser (I.P.) -

*"Analyse et compilation conçues pour l'enseignement assisté par ordinateur".*

2 Mars 1972.

M. Campioni (I.B.M.) -

*APPLICATIONS DES TECHNIQUES DE SIMULATION A LA MODELISATION.*

- . *Influence des pannes dans les systèmes industriels,*
- . *Analyse de flots complexes,*
- . *Analyse des interactions hardware-software.*

16 Mars 1972.

M. Peuchot (I.B.M.)

*La conception modulaire et dialoguée de l'enseignement assisté par ordinateur.*

23 Mars 1972.

J. Vignes (I.P.), M. La Porte (I.F.P.) -

*INFORMATIQUE NUMERIQUE.*

- . *Parallèle entre calcul algébrique et calcul numérique sur ordinateur,*
- . *Evaluation statistique des erreurs numériques,*
- . *Applications.*

27 Avril 1972.

P. Jorrand (I.B.M. Grenoble) -

*"Langages extensibles".*

C. Girault (I.P.) -

*"Simulateur extensible d'automates".*

4 Mai 1972.

C. Kayser (I.R.I.A) -

*"Couplage des fichiers dans ESOPE".*

G. Blain (I.P.) -

*"Mécanismes de synchronisation dans ZANEMAR".*



25 Mai 1972.

M. Berthaud (I.B.M. Grenoble) -

*"GSL : un langage d'écriture de systèmes".*

J.C. Heliard (C.I.I.) -

*"Génération automatique d'analyseur syntaxique a contexte limité".*

1er Juin 1972.

C. Delobel (C.N.A.M.) -

*"Relations entre la structure de l'information et l'organisation d'une base de données".*

G. Gardarin (I.P.) -

*"Verou mortel sur des ressources simultanément partageables".*

30 Novembre 1972.

J. Arsac (I.P.) -

*"Programmation structurée".*

7 Décembre 1972.

J. Maluszynski (Centre de Calcul de l'Académie des Sciences de Varsovie) -

*"Subproblems of the parsing problem".*

14 Décembre 1972.

P. Dérivet (Honeywell-Bull) -

*"Usage des sémaphores pour la synchronisation et la communication de processus".*

21 Décembre 1972.

E. Gelembé (IRIA - Laboria) -

*"Evaluation et optimisation des systèmes d'exploitation par modèles".*

1973 -

11 Janvier 1973.

J. Kott (Centre Beaubourg) -  
*"Transformations de programmes".*

18 Janvier 1973.

J.F. Perrot (I.P.) -  
*"Programmes simples, automates finis et expressions rationnelles".*

25 Janvier 1973.

A. Batson (University of Virginia, I.P.) -  
*"Conception et évaluation des performances de nouveaux systèmes de mémoire virtuelle".*

1er Février 1973.

G. Huet (IRIA - Laboria) -  
*"Mécanisation du lambda-calcul".*

8 Février 1973.

J. Vuillemin (IRIA - Laboria) -  
*"Sémantique des langages de programmation et preuves de programmes".*

15 Février 1973.

J.M. Autebert et J. Beauquier (I.P.) -  
*"Langages standards : quelques générateurs et une propriété de certains non-générateurs".*

22 Février 1973.

G. Cousineau (I.P.) J.M. Rifflet (UERM, Paris VII) -  
*"Langages associés aux schémas de programme".*

1er Mars 1973.

G. Blain, G. Roucairol, A. Widory (I.P.) -  
*"Schémas de calcul et évaluation d'algorithmes".*

8 Mars 1973.

M. Nivat (Université de Paris VII) -

*"Pour une réhabilitation de la règle de recopie".*

15 Mars 1973.

H.C. Lauer (Université de Newcastle) -

*"Architecture of a recursive virtual machine".*

22 Mars 1973.

F.H. Raymond (CSF, CNAM) -

*"Est-il futile de regarder vers le passé ?".*

29 Mars 1973.

L. Nolin (Université de Paris VII) -

*"Théorie des algorithmes et langages de programmation".*

5 Avril 1973.

T. Bredt (Stanford, IMAG) -

*"Syntax-directed operating system design".*

3 Mai 1973.

P.J. Courtois (Laboratoire de Recherches MBLE, Bruxelles) -

*"Phénomènes d'instabilité et de saturation dans les systèmes multiprogrammés".*

10 Mai 1973.

N. Wirth (Technische Hochschule, Zürich) -

*"Pascal as a systems implementation language".*

17 Mai 1973.

J.C. Derniame (Université de Nancy I) -

*"Présentation du projet CIVA".*

24 Mai 1973.

M.A. Melkanoff (University of California, I.P.) -

*"Le modèle relationnel des données".*

29 Novembre 1973.

J. Arsac (I.P.) -

*"Les langages sans étiquettes".*

13 Décembre 1973.

R. Milner (Université d'Edimbourg) -

*"Abstract semantics of programming languages".*

20 Décembre 1973.

J. Arsac (I.P.) -

*"La structuration des programmes".*

1974 -

3 Janvier 1974.

F. Bellegarde (Université de Nancy II) -

*"FACE, Langage d'écriture de Compilateurs"*

10 Janvier 1974.

M. Nivat (Université de Paris VII) -

*"Introduction aux schémas de Programmes polyadiques".*

17 Janvier 1974.

R. Stutzmann (Département de Mathématique - Strasbourg) -

*"Etude d'un système de description de la Sémantique des Langages de file".*

24 Janvier 1974.

P. Feautrier (Université de Paris VI) -

*"Introduction aux langages de Post en tant qu'outil de formalisation".*

31 Janvier 1974.

B. Lorho (IRIA - Laboria) -

*"Evaluation sémantique par ordonnancement dans le système DELTA".*



7 Février 1974.

C. Böhm (Université de Turin) -

*"Introduction au prédicat du point fixe".*

21 Février 1974.

G. Mendelbaum (I.P.) -

*"Algorithmes d'apprentissage de la conduite de Processus".*

28 Février 1974.

M. Cheminaud et A. Scrizzi (I.P.) -

*"Construction d'un système d'échanges par approche globale".*



## SEMINAIRE D'INFORMATIQUE HEURISTIQUE

Ce séminaire est animé par J.C. SIMON, Professeur à Paris VI, et J. PITRAT, Maître de Recherche au C.N.R.S. (Secrétaire : J.L. LAURIERE).

Il a lieu, en principe, le 1er et le 3ème lundi de chaque mois à 14 h.30, à la bibliothèque de l'Institut de Programmation, tour 55-65, 4ème étage.

### 5 Novembre 1971.

J.L. Laurière (I.P.) -

*"Méthodes arborescentes et heuristiques dans les problèmes combinatoires".*

### 19 Novembre 1971.

P.W. Cooper (Brown University Rhode Island) -

*"Non supervised learning in Pattern Recognition".*

### 3 Décembre 1971.

J.C. Simon (I.P.) -

*"Reconnaissance des Formes par ordinateur, état de la question, perspectives d'avenir".*

### 17 Décembre 1971.

E. Diday (I.R.I.A.) -

*"Optimisation en classification automatique non hiérarchique".*

### 7 Janvier 1972.

J. Pitrat (C.N.R.S.) -

*"Tendances actuelles des programmes de démonstration de théorèmes".*

21 Janvier 1972.

I.C. Lerman (Université de Rennes-Beaulieu) -

*"Mesure de proximité entre structures algébriques de même type sur un ensemble fini ; application à la classification automatique".*

4 Février 1972.

S. Crespi Reghizzi (Politecnico de Milano) -

*"Méthodes d'inférence pour grammaires formelles".*

18 Février 1972.

G. Guiho (I.P.) -

*"Organisation de mémoires et mesures de performances".*

3 Mars 1972.

J.P. Aubineau (Université de Nice) -

*"Un exemple de recherche adaptative employant une évolution simulée : les "plans reproductifs" de GAVICCHIO.*

17 Mars 1972.

J.L. Laurière (I.P.) -

*"Intelligence artificielle en recherche opérationnelle".*

14 Avril 1972.

R. Plotkin (Université d'Edimburgh) -

*"Algorithms for generalisation".*

28 Avril 1972.

C. Roche (L.C.A.) -

*"Reconnaissance des Formes".*

5 Mai 1972.

B. Flavigny (I.P.) -

*"Sur la détection des erreurs dans les programmes".*



19 Mai 1972.

J. Pitrat (C.N.R.S.) -

*"Le programme de WINOGRAD".*

16 Juin 1972.

Fialkowskie (Université de Varsovie) -

*"Evolution de chaînes de processus biologiques par simulation sur ordinateur". (en anglais).*

P.D. Krolak (Nashville, U.S.A.) -

*"Dialogue homme-machine et résolution des problèmes de recherche opérationnelle" (en anglais).*

23 Juin 1972.

U.V. Maximov (Université de Moscou) -

*"Apprentissage en reconnaissance des formes, état de la question en U.R.S.S.".*

17 Novembre 1972.

J. Pitrat (C.N.R.S.) -

*"Etude critique des programmes de jeux".*

1er Décembre 1972.

J.P. Laurent (Université de Caen) -

*"DALI : un programme qui calcule des limites en levant les indéterminations par des procédés heuristiques".*

19 Janvier 1973.

G. Sabah (C.N.R.S.) -

*"Les représentations en Reconnaissance des Formes".*

26 Janvier 1973.

M. le Pr. Le Grand (Directeur du Muséum d'Histoire Naturelle)

M. Cazalas (Directeur Scientifique à la Cie des Compteurs) -

*"Neurophysiologie et capteurs naturels".*

2 Février 1973.

Thom (Institut des Hautes Etudes Scientifiques de Gif-sur-Yvette)  
*"Stabilité structurelle ou théorie des catastrophes".*

16 Février 1973.

J.F. Perrot (I.P.) -  
*"Théorie algébrique des automates et des langages formels".*

2 Mars 1973.

G. Guiho et J.P. Jouannaud (I.P.) -  
*"ROBOTS : l'état des recherches en CALIFORNIE".*

23 Mars 1973.

M.A. Grasselli (Université de Pise) -  
*"Automates cellulaires et organismes artificiels".*

6 Avril 1973.

L. Siklossy (Computer Sciences Department University of Texas,  
Austin) -  
*"Comment prouver automatiquement que l'impossible est impossible".*

18 Mai 1973.

D. Cooper (Brown University Rhode Island) -  
*"Aspects of the asymptotic behaviour of conditional distributions and some techniques used in adaptive decision making".*

25 Mai 1973.

K.S. Narendra (Yale University) -  
*"Some new results on probabilistic automata".*

13 Juin 1973.

A. Rosenfeld (University of Maryland) -  
*"Topologie des images numériques".*

15 Juin 1973.

N.V. Findler (State University of New York at Buffalo and  
Technical University of Vienna) -

*"A computer model of inductive and deductive inference making the psychology of a robot".*

22 Juin 1973.

W. Bledsoe (University of Texas, Austin) -

*"Man-machine theorem proving".*

19 Novembre 1973.

J.C. Simon (I.P.) -

*"Axes de recherches actuels aux U.S.A.".*

3 Décembre 1973.

G. Salton (Cornell University N.Y.) -

*"Dynamic Information Retrieval".*

17 Décembre 1973.

M. Vivet (Université du Mans) -

*"Un programme qui vérifie des identités à l'aide du raisonnement par récurrence".*

7 Janvier 1974.

O. Carrière (Université de Paris VII) -

*"Un programme heuristique qui résoud des tests psychologiques de mesure du Facteur G".*

21 Janvier 1974.

J.S. Lienard (C.N.R.S.) -

*"Les problèmes spécifiques de la reconnaissance vocale".*

4 Février 1974.

J.P. Jouannaud (I.P.) -

*"Les langages de problèmes".*

18 Février 1974.

M. Rousseau (Docteur 3ème cycle, Paris) -

*"Résolution automatique d'exercices d'électricité posés  
en français".*

4 Mars 1974.

P.J. Hayes (University of Essex Department of Computational Logic)

*"Semantic trees".*



GROUPES D'ETUDE SUR :

La théorie des langages formels  
et la complexité des algorithmes.

Ces groupes se réunissent en alternance tous les 15 jours. Dirigés par M. Nivat et J. Berstel respectivement, l'intérêt du premier groupe est centré sur la théorie algébrique des langages formels, le deuxième est consacré à l'analyse des algorithmes, ou complexité "concrète", c'est-à-dire à la recherche d'algorithmes optimaux pour faire certains calculs.

Les réunions ont lieu les mardis à 14 h.30 à l'Institut de Programmation, tour 55-65, salle 403.

Programme des réunions du premier semestre de l'année 1973/74.

13 Novembre 1973.

L. Boasson -

*"Sur une conjecture de S. Greibach".*

20 Novembre 1973.

R. Rivest -

*"Algorithmes d'équivalence".*

4 Décembre 1973.

B. Courcelle -

*"Forme canonique des grammaires simples".*

11 Décembre 1973.

J. Berstel -

*"Chaînes d'addition, d'après A. Schönhage".*

18 Décembre 1973.

M. Nivat -

*"Images, dans un morphisme continu de l'intersection de langages linéaires".*

8 Janvier 1974.

Flajolet & Steyeart -

*"Résultats de Savitch sur la complexité en mémoire des algorithmes non déterministes".*

15 Janvier 1974.

J.M. Rifflet -

*"Langages d'interprétation de schémas rékursifs monadiques".*

22 Janvier 1974.

L. Hyafil, F. Prusker, J. Vuillemin -

*"Un algorithme efficace pour calculer les schémas optimaux de tri par fusion sur disque".*

29 Janvier 1974.

Spehner -

*"Sous-monoïdes d'un monoïde libre".*

12 Février 1974.

J. Coffy -

*"Optimalité de certains algorithmes matriciels".*

GROUPE D'ETUDE SUR :

La théorie des graphes et l'informatique.

Animé par G. Chaty (Université de Paris-Nord) et M. Chein, ce groupe travaille sur :

- les possibilités d'utilisation des groupes dans l'étude des fichiers, des systèmes d'exploitation des ordinateurs et des programmes ;
- les représentations des graphes en machine et leur manipulation ;
- des notions théoriques susceptibles d'être utiles dans les domaines précédents (chemin, circuits, recouvrements et partitions, décompositions et opérations, morphismes, graphes particuliers,...).

Les réunions ont lieu les mardis à 14 H. à l'Institut de Programmation, tour 45-46, salle 301.

9 Octobre 1973.

G. Blain, C. Roucairol, A. Widory -

*"Quelques problèmes de graphes dans les schémas de calcul parallèle".*

23 Octobre 1973.

M. Gers -

*"Un problème particulier de reconstruction de graphes"*  
*(d'après Pfaltz).*

6 Novembre 1973.

G. Chaty, M. Chein -

*"Problèmes et conjectures dans l'étude des chemins d'un graphe sans circuit".*

20 Novembre 1973.

M. Brot -

*"Recherche des circuits".*

4 Décembre 1973.

F. Rodriguez -

*"Modélisation d'un système de tests".*

18 Décembre 1973.

G. Chaty, M. Chein -

*"Transitivité, graphes  $f'_{com}$  et  $f_{chcm}$  : résultats et conjectures".*

15 Janvier 1974.

G. Chaty, M. Chein -

*"Sauts et indices de recouvrement : résultats et problèmes".*

29 Janvier 1974.

Habib - Lambert -

*"Nombre de sauts d'un cycle".*

5 Février 1974.

Zegel - Zinetti -

*"Langraf".*



**Livres publiés**



OUVRAGES DES ENSEIGNANTS ET CHERCHEURS  
DE L'INSTITUT DE PROGRAMMATION

Arsac J. - *Transformée de Fourier et théorie des distributions.*  
Dunod, 1961.

Arsac J., Lentin A., Nivat M., Nolin L. -  
*ALGOL : théorie et pratique.*  
Gauthier-Villars, 1965.

Arsac J. - *Les systèmes de conduite des ordinateurs.*  
Dunod, 1968.

Arsac J. dir., avec la collab. de Berstel J., Faulle C., Girault C.,  
Jacques A., Lenormand J., Perrot J.F. -  
*Contrat graphes.*  
Institut de Programmation, octobre 1966.

Arsac J. - *La science informatique.*  
Dunod, 1970.

Chékroun A., Roche C. -  
*Les langages de programmation, le BASIC et le temps partagé.*  
Dunod, 1970.

Ducasse H., Bares M. -  
*COBOL : initiation et pratique.*  
Dunod, 1972.

Dupuy R. - *L'informatique et les systèmes.*  
Dunod, 1973. Coll. Dunod Université.

Faure R. - *Eléments de recherche opérationnelle.*  
Gauthier-Villars, 1968, 2ème édit. 1971.

Faure R. - *Initiation à l'électronique.*  
Avec la collab. de M. Précigout. Dunod, 1966.

- Faure R., Kaufmann A., Denis-Papin M. -  
*Mathématiques nouvelles.*  
Dunod, 1964.
- Faure R., Heurgon E. -  
*Structures ordonnées et algèbre de Boole.*  
Gauthier-Villars, 1971.
- Gineste M., Guiho G., Prost C., Vignes J. -  
*Ordinateur CDC 3600, le langage Compass et les systèmes.*  
Technip, 1972.
- Gross M., Lentin A. -  
*Notions sur les grammaires formelles.*  
Gauthier-Villars, 1967.
- Hua Thanh Huy -  
*Communications de la journée ALGOL 1968, présidée par  
M.A. Melkanoff.*  
Institut de Programmation, 1973.
- Lentin A., Girard G. -  
*Arithmétique, algèbre et notions d'analyse.*  
Hachette, 1963.
- Lentin A., Rivaud J. -  
*Eléments d'algèbre moderne.*  
Vuibert, 1963.
- Lentin A., Girard G. -  
*Géométrie, mécanique.*  
Hachette, 1964.
- Lentin A. - *Equations dans les monoïdes libres.*  
Mouton. Gauthier-Villars, 1972.
- Nolin L. - *Formalisation des notions de machine et de programme.*  
Gauthier-Villars, 1969.

Peccoud D., Hua Thanh Huy et autres membres du groupe ALGOL de l'AFCET -  
*Le langage algorithmique ALGOL 68.*

Picard C. - *Théorie des questionnaires.*  
Gauthier-Villars, 1965.

Picard C. - *Graphes et questionnaires.*  
Gauthier-Villars, 1972.

Pitrat J. - *Un programme de démonstration de théorèmes.*  
Dunod, 1970.

Robinet B. - *Le langage APL.*  
Technip, 1971.

Schützenberger M., Foata D. -  
*Théorie géométrique des polynômes eulériens.*  
Springer, 1970.

Séminaire Schützenberger M., Lentin A., Nivat M. -  
*Problèmes mathématiques de la théorie des automates.*  
Paris, IHP, 1970.

Simon J.C. - *Introduction au fonctionnement des ordinateurs.*  
Masson, 1970.

Vignes J., La Porte M. -  
*Théorie et pratique de la programmation FORTRAN.*  
Technip, 1969.

Vignes J., Curty-Lajeunesse C., Debotz-Bentz C. -  
*Théorie et pratique de la programmation COBOL.*  
Technip, 1972.





Collection **PROGRAMMATION**

Publiée sous la Direction de L. NOLIN

PUBLICATIONS DE L'INSTITUT DE PROGRAMMATION  
DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

# ALGOL

THÉORIE ET PRATIQUE

par

J. ARSAC - A. LENTIN - M. NIVAT - L. NOLIN

gv

GAUTHIER-VILLARS  
1965

# LA SCIENCE INFORMATIQUE

PAR

Jacques ARSAC

Professeur à la Faculté des sciences de Paris

**DUNOD**  
PARIS  
1970

COLLECTION «PROGRAMMATION»  
Publiée sous la direction de L. NOLIN

# Graphes et questionnaires

par  
Claude-François PICARD

*Tome 2*  
Questionnaires

GAUTHIER-VILLARS ÉDITEUR  
55, quai des Grands-Augustins, Paris-6<sup>e</sup>  
1972

# LES SYSTÈMES DE CONDUITE DES ORDINATEURS

Maîtrise d'informatique

PAR

J. ARSAC

Professeur titulaire de la Chaire de Programmation  
Faculté des Sciences de Paris

# TRANSFORMATION DE FOURIER ET THÉORIE DES DISTRIBUTIONS

PAR

J. ARSAC

Astronome adjoint à l'Observatoire de Meudon

PRÉFACE DE

A. DANJON

Membre de l'Institut  
Directeur de l'Observatoire de Paris

**DUNOD**  
PARIS  
1968

**DUNOD**  
PARIS  
1961

UNIVERSITÉ ET TECHNIQUE

***Les langages  
de programmation  
Le Basic  
et le temps partagé***

**Alain CHECROUN**

Maître-assistant d'Informatique  
à l'Université Paris - Dauphine

**Claude ROCHE**

Ingénieur de l'Armement  
Assistant d'Informatique à l'École Polytechnique

**DUNOD**  
PARIS  
1970

**D**

**dunod université**

683

informatique

r. dupuy

**l'informatique  
et les systèmes**

dunod



ANDRÉ LENTIN

ÉQUATIONS DANS LES  
MONOÏDES LIBRES

MOUTON/GAUTHIER-VILLARS

COLLECTION PROGRAMMATION

Publiée sous la direction de L. NOLIN

*Publications de l'Institut de Programmation  
de la Faculté des Sciences de Paris*

# Notions sur les Grammaires formelles

par  
Maurice GROSS et André LENTIN  
*Institut Blaise-Pascal*

PARIS  
GAUTHIER-VILLARS

1967

M. Gross · A. Lentin

## Introduction to Formal Grammars

*With a Preface by Noam Chomsky*

Translated by M. Salkoff

With 75 Figures



Springer-Verlag Berlin · Heidelberg · New York 1970

М. Гросс, А. Лантен

## ТЕОРИЯ ФОРМАЛЬНЫХ ГРАММАТИК

Перевод с французского  
и. а. МЕЛЬНИКА

Под редакцией  
А. В. ПАДЬКОГО

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МИР»  
Москва 1971

M. Gross · A. Lentin

## Mathematische Linguistik

Eine Einführung

Mit einer Einleitung von Noam Chomsky

Übersetzt von Peter Schreiber



Springer-Verlag  
Berlin · Heidelberg · New York 1971

グロス=ランタン

## 数理言語学入門

相沢輝昭  
中島京一 訳  
浜 昭勇  
高岡 守

東京図書株式会社

COLLECTION PROGRAMMATION  
Publiée sous la direction de L. NOLIN

Publications de l'Institut de Programmation  
de la Faculté des Sciences de Paris

Formalisation  
des notions de machine et de programme

par  
Louis NOLIN

GAUTHIER-VILLARS  
1969

COLLECTION « PROGRAMMATION »  
Publiée sous la direction de L. NOLIN

# Éléments de la recherche opérationnelle

EXPOSÉ SUCCINCT DES MÉTHODES, ENRICHI DE 50 EXERCICES ET PROBLÈMES, PRESQUE  
TOUS RÉSOLUS, ET DE 10 PROGRAMMES EN LANGAGE ÉVOLUÉ

par

**Robert FAURE**

Professeur à l'École Nationale Supérieure des Mines de Paris, à l'École Supérieure d'Électricité  
Chargé de cours à la Faculté des Sciences  
Conseiller scientifique à la Régie autonome des transports parisiens.

avec la collaboration de

**Nicole-Sylvie GUILLOT**  
Ingénieur E.P.F.

**Manuel BLOCH**

Ingénieur civil des mines  
Chef du centre de calcul automatique de l'École des mines de Paris

*Préface de Paul GUÉRIN*

Directeur du Conservatoire National des Arts et Métiers

*Deuxième édition revue et corrigée*

**GAUTHIER-VILLARS ÉDITEUR**  
55, quai des Grands-Augustins, Paris-6<sup>e</sup>  
1971



COLLECTION « PROGRAMMATION »

Publiée sous la direction de L. NOLIN

*Publications de l'Institut de Programmation  
de la Faculté des Sciences de Paris*

## Structures ordonnées et algèbres de Boole

par

R. FAURE

et E. HEURGON

GAUTHIER-VILLARS ÉDITEUR

55, quai des Grands-Augustins — Paris - 6<sup>e</sup>

1971

# MONOGRAPHIES D'INFORMATIQUE

Collection dirigée par le Professeur J. ARSAC  
avec la collaboration de  
P. BROISE et J.-L. GROBQUET

ASSOCIATION FRANÇAISE  
DE CYBERNÉTIQUE ÉCONOMIQUE  
ET TECHNIQUE

7

## UN PROGRAMME DE DÉMONSTRATION DE THÉORÈMES

PAR

Jacques PITRAT  
Chargé de Recherche au C.N.R.S.

**DUNOD**  
PARIS  
1970

Collection du Centre d'Études Pratiques  
d'Informatique et d'Automatique (CEPIA)

# **COBOL**

## *Initiation et Pratique*

par

**Michel BARES**

Ingénieur au CEPIA

Responsable de l'enseignement des langages de Programmation

et

**Henri DUCASSE**

Chargé d'un cours à l'Institut de Programmation  
(Faculté des Sciences de Paris)

Professeur au CEPIA

Préface de

**Jean VIGNES**

Professeur à la Faculté des Sciences  
Directeur Adjoint de l'Institut de Programmation

Présentation de

**René MALGOIRE**

Directeur du CEPIA

**DUNOD**  
**Paris 1972**

BERNARD ROBINET

Ingenieur de Recherche  
Institut de Programmation  
Université de Paris

Preface de

J. ARSAC  
Professeur à la Faculté des Sciences de Paris

le  
langage  
***APL***

1971

ÉDITIONS TECHNIP • 27 RUE GINOUX • PARIS 15<sup>e</sup>

**technip**

**MONIQUE GINESTE**  
Ingénieur Analyste

**GÉRARD GUIHO**  
Maître Assistant  
à l'Université de Paris VI

**CHANTAL PROST**  
Assistante  
à l'Université de Paris VI

**JEAN VIGNES**  
Professeur à l'Université de Paris VI  
Directeur Adjoint  
de l'Institut de Programmation

# **ORDINATEUR CDC 3600**

## **LE LANGAGE COMPASS ET LE SYSTÈME**

1972

ÉDITIONS TECHNIP • 27, RUE GINOUX • PARIS 15•

**technip**



# INTRODUCTION AU FONCTIONNEMENT DES ORDINATEURS

PAR

J.-C. SIMON

Professeur à la Faculté des Sciences de Paris  
— Institut de Programmation —  
Maître de conférence à l'École Polytechnique

---

MASSON ET C<sup>ie</sup>, ÉDITEURS  
120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, PARIS, VI<sup>e</sup>  
1970

# Lecture Notes in Mathematics

A collection of informal reports and seminars

Edited by A. Dold, Heidelberg and B. Eckmann, Zürich

Series: Institut de Mathématique, Université de Strasbourg

Advisers: P. A. Meyer and M. Karoubi

138

Dominique Foata

Université de Strasbourg

Marcel-P. Schützenberger

Université de Paris

Théorie Géométrique  
des Polynômes Eulériens



Springer-Verlag

Berlin · Heidelberg · New York 1970

**collection langages et algorithmes de l'informatique**

sous la direction de **JEAN VIGNES**

Professeur à l'Université de Paris VI  
Conseiller scientifique à l'Institut Français du Pétrole

**JEAN VIGNES**

Professeur à l'Université de Paris VI  
Directeur adjoint de l'Institut de Programmation  
de l'Université de Paris VI

et

**MICHEL LA PORTE**

Ancien élève de l'École Polytechnique  
Maître de recherches à l'Institut Français du Pétrole

avec la collaboration de

**BERNARD HALLOPEAU**

Ingénieur I.E.G.  
Ingénieur à l'Institut Français du Pétrole

# théorie et pratique de la programmation **FORTRAN**

**JEAN VIGNES**

Professeur à l'Université de Paris VI  
Professeur à l'École Nationale Supérieure  
du Pétrole et des Moteurs

**CLAUDE COURTY-LAJEUNESSE**

Ingénieur E.P.F.  
Ingénieur à la Compagnie Française d'Etudes  
et de Construction Technip

**CLAUDE DEBOST-BENTZ**

Ingénieur E.P.F.  
Chargé de mission à la Société d'Etudes  
pour le Développement Économique et Social

Préface de

**WLADIMIR MERCOUROFF**

Chargé de mission à l'Informatique  
au Ministère de l'Éducation Nationale

3<sup>e</sup> édition

1972

ÉDITIONS TECHNIP • 27 RUE GINOUX • PARIS 15<sup>e</sup>

**technip**

# théorie et pratique de la programmation **COBOL**

1972

ÉDITIONS TECHNIP • 27 RUE GINOUX • PARIS 15<sup>e</sup>

**technip**

