

communautés européennes

**enquête sur le développement
du software**

tome III

rapport sur la situation actuelle



sema

études et réalisations informatiques

9, rue georges pitard, paris 15 - téléphone : 842-68-00

sema (metra international)
société anonyme au capital de 20.792.300 f
siège social : 13/15, rue des sablons, paris 16
r. c. paris 64 b 509 - i. n. s. e. e. 818 75 116 0 149

ALLEMAGNE

CHAPITRE I

GENERALITES

les développements de software seront étudiés pour l'Allemagne comme pour les autres pays, c'est-à-dire en considérant :

- les constructeurs d'ordinateurs,
- les sociétés de software,
- les utilisateurs d'ordinateurs,
- les Ecoles et autres organismes de recherche.

L'examen des projets de développement de software actuellement en cours montre les traits communs suivants, qui correspondent d'ailleurs à l'opinion générale des experts rencontrés au cours des interviews.

L'état actuel du développement en Allemagne est, à quelques exceptions près, caractérisé par des efforts pour trouver une solution aux problèmes quotidiens rencontrés en informatique. Cela concerne les systèmes d'exploitation, les langages de programmation et leur compilateurs, les aides à la programmation, la méthodologie et les procédures de réalisation des applications commerciales, techniques et scientifiques.

On voit apparaître un souhait général de simplifier le travail de l'homme par l'utilisation de la machine de manière importante : les exigences correspondantes sont plus ou moins bien formulées, mais les efforts isolés faits dans ce sens sont encore loin des souhaits exprimés.

Les experts de software, qui ont été interrogés en Allemagne dans le cadre de cette enquête, pensent en général que l'état actuel de la recherche en Allemagne n'est pas satisfaisant et manque de direction d'ensemble. La

tendance à l'automatisation du travail humain, comme à la réalisation des programmes, ne serait encore que trop peu connue et prise en ligne de compte : les exceptions à cette situation générale seraient rares, quoique prometteurs.

CHAPITRE II

G M D (GESSELLSCHAFT FUR MATHEMATIK UND DATENVERARBEITUNG)

Dans le cadre du deuxième plan allemand pour l'informatique, d'importantes responsabilités incombent à l'Institut pour les Mathématiques et l'Informatique (GMD), en vue de servir aux progrès de la théorie et de la pratique.

Le GMD a été créé le 23 Avril 1968, comme organisme de recherche par la République Allemande et la région de Westpalie-Nord. L'activité du GMD a commencé le 1er Mai 1968 dans les bâtiments construits à Birlinghoven, près de Bonn.

Comme pour la plupart des organismes de recherche allemands, la forme juridique retenue par le GMD a été celle d'une société à responsabilité limitée. Les membres de la société sont la République Allemande, représentée par le Ministère pour la Science et l'Education et la région de Westpalie-Nord, représentée par le Ministère de la Science et de la recherche. La République finance 90 % du GMD, et la région Westpalie-Nord 10 %.

Le contrat de création de GMD fixe aussi ses objectifs essentiels : "la recherche et la formation complémentaire de spécialistes et de scientifiques dans les domaines des mathématiques et de l'informatique, en tenant compte des rapports évolutifs entre ces deux disciplines et du plan général de développement de l'informatique en Allemagne. Egalement, le conseil scientifique et l'exploitation de matériels scientifiques pour des buts scientifiques.

Le GMD groupe actuellement 250 personnes, dont environ 200 informaticiens. Il est équipé des matériels suivants : IBM 360/50 ; SIEMENS 4004/46 ; IBM 370/165 (en commun avec l'Université de Bonn).

D'après sa structure spécialisée et ses méthodes de travail, le GMD est à la fois une organisation de recherche fondamentale, de recherche appliquée pour les utilisateurs et de développement et de formation proches de la pratique. L'ensemble du GMD est organisé de telle manière que la recherche, l'utilisation et la formation ne restent pas isolées, mais s'interpénètrent de manière constante grâce à de nombreuses réunions communes. Le cadre d'un organisme de recherche est idéal pour favoriser la multiplication de telles réunions.

Par suite de multiplicité des fonctions du GMD, avec une étendue qui va de la recherche fondamentale à des projets pratiques, de nombreuses missions peuvent être accomplies, qui sont en particulier d'une utilité directe et importante pour le domaine public, l'industrie informatique, les sociétés de service, les écoles de formation supérieure, ainsi que pour la corporation internationale.

La liste des thèmes qui suit caractérise les missions et les objectifs les plus importants du GMD. La répartition des thèmes en :

- a) recherche fondamentale ou liée à l'utilisation,
- b) projets pratiques,
- c) formation.

n'est utilisée ici que comme un moyen de classification sommaire et qui n'a rien de systématique, à cause des échanges qui existent entre ces trois points.

a) Recherche fondamentale

La recherche doit aussi bien porter sur des sujets fondamentaux, pour lesquels des résultats ne peuvent être obtenus qu'à long terme, que sur des actions à plus court terme relevant de l'utilisation pratique de l'informatique. Elle doit recevoir ses orientations à la fois des projets développés de mémoire interne et des questions posées par les utilisateurs ; les aspects théoriques développés ne peuvent être dissociés des aspects

théoriques de leur utilisation qui servent à les vérifier. Les sujets traités de manière prioritaire au GMD sont ceux qui nécessitent à long terme la collaboration de plusieurs départements. Les domaines les plus intéressants sont :

- théorie de l'organisation : recherches formelles et empiriques, pour expliciter les actions réciproques qui existent entre les systèmes d'information basés sur les calculateurs et les organismes qui les utilisent, et garantir une introduction efficace de l'informatique dans les entreprises.
- thorie et pratique de la structuration des données et des méthodes d'accès aux fichiers.
- recherche sur la planification et la gestion par l'informatique. La possibilité de réussite en ce domaine exige des efforts considérables et permet des recherches de longue durée avec des références très nombreuses aux autres activités du GMD. On doit faire appel, entre autre, aux méthodes de recherche opérationnelle, de simulation, de prises de décision.
- Technologie de software. Description systématique et développement de systèmes d'exploitation, développement modulaire et réalisation méthodique de systèmes informatiques, dialogue homme-machine. Il y a des efforts à entreprendre pour créer des générateurs de software, ainsi que des langages spécialisés pour des problèmes particuliers. Cela conduit à des travaux importants sur la normalisation.
- langages formels, théorie des automates, théorie de la commutation (recherches fondamentales sur la structure des automates et sur celle des langages de programmation). Du point de vue de l'utilisation, un projet de commutateur réel a été conçu.
- développement de structures mathématiques qui permettent un progrès effectif de l'état actuel de l'informatique ou ouvrent de nouveaux domaines à ses applications. Recherche de structures mathématiques

avec l'aide de la théorie des fonctions, le traitement de structures algébriques et combinatoires, ainsi que développement dans le domaine des équations différentielles. Examen des possibilités d'introduction de l'informatique en recherche mathématique. Les actions réciproques entre mathématique et informatique peuvent s'exercer avec profit en de nombreux domaines du GMD. Par exemple, pour le développement de méthodes numériques en prenant en considération les possibilités futures des calculateurs. Pour le développement de modèles de simulation dans les recherches sociologiques, les possibilités de dialogue numérique offrent des possibilités.

b) Utilisation et projets pratiques

Des projets de solutions de principe sont développés au GMD et introduits ensuite dans la pratique ; cela vaut en particulier pour différents projets dans le secteur public. De plus, des projets déjà connus doivent être examinés en vue de définir leur potentiel de performances et d'utilisation. Les problèmes de pratique, pour les problèmes mal résolus, sont à étudier. L'expérience acquise dans divers projets doit être diffusée.

Par ailleurs, les travaux dans le domaine de l'utilisation doivent souvent prendre la forme de projets-pilote. Pour leur conduite, il paraît nécessaire de regrouper différentes spécialités venant d'un côté des sociétés de service et, par ailleurs, de groupes de collaborateurs des entreprises du domaine que l'on étudie.

Les missions suivantes sont entreprises par le GMD :

- collaboration à la planification et au démarrage de projets informatiques dans le secteur public : ce point est particulièrement important. Déjà, l'insistance du GMD permet de préciser les projets informatiques dans les Ministères. Une aide fructueuse doit porter à la fois sur les problèmes de compatibilité, d'intégration, de normalisation. Comme exemples concrets, on peut citer les projets suivants :

- développement de méthodes pour la saisie et le contrôle de textes, et mise au point de systèmes programmés pour améliorer la saisie et la correction directe des données dans les systèmes d'information de la presse.
- développement du concept d'un système d'information juridique et construction d'un corpus de base de données juridiques, en liaison avec le Ministère de la Justice et une société de service.
- collaboration avec un office public pour la réalisation et la mise au point de modèles de simulation pour l'analyse des effets de mesures sociales (par exemple, dans le domaine de la Sécurité Sociale).
- développement de mesures techniques pour la réalisation et l'évaluation de systèmes en temps partagé, de systèmes connectés, de systèmes d'exploitation, de gestion de fichiers, de procédures conversationnelles. Participation à des travaux de normalisation dans différents secteurs officiels. (les études de normalisation portent en particulier sur les systèmes d'exploitation). Grâce à l'indépendance du GMD vis-à-vis des différents constructeurs, et à l'expérience acquise par le GMD avec divers systèmes d'exploitation, cette action est particulièrement utile, ne serait-ce que pour l'introduction future de systèmes d'exploitation dans le système public. Plus généralement, le GMD peut entreprendre des travaux scientifiques préparatoires à la création de standards allemands
- suivi de projets informatiques officiels. Comparaison de ces divers projets spécialisés. Le GMD, par son indépendance et son expérience, peut suivre la réalisation des projets et porter des jugements sur eux au cours de leur déroulement. A titre d'exemple, on peut citer les projets liés à la recherche d'informations (Information retrieval).
- conseil pour l'installation de calculateurs, en particulier pour des installations scientifiques.

c) Formation

Les activités de formation s'adressent à des milieux variés et comprennent plusieurs thèmes :

- diffusion aux membres des services publics les plus élevés des connaissances utiles aux travaux de gestion et de planification.
- introduction à l'informatique pour les membres des services publics élevés et formation à l'utilisation de systèmes informatiques spécifiques.
- séminaires de travail, cours particuliers, et cours de haut niveau, ainsi que réunion de chercheurs ayant des centres d'intérêt communs. A ce domaine appartient la formation complémentaire d'assistants et de professeurs pour les écoles de formation supérieure, au cours de sessions d'été auxquelles participent des conférenciers de renommée internationale. Cette formation postacadémique est complétée par des stages au GMD.
- Coordination et participation au développement des programmes officiels d'enseignement de l'informatique.
- formation interne permanente au sein du GMD à l'aide de séminaires, journées de travail, ... cette formation facilite la communication entre les différentes disciplines étudiées au GMD. Egalement, formation d'assistants en informatique, qui seront affectés aux missions du GMD.

ACTIVITE FUTURES

Pour remplir ses missions, le GMD utilise des calculateurs. Ils sont déterminants pour le progrès technologique et l'achèvement des connaissances acquises en recherche. En même temps, des travaux sont entrepris pour lier les installations entre elles et leur connecter un grand nombre de périphériques qui serviront entre autre à la vérification et au test de programmes pour le secteur public. Par ailleurs, il serviront plus tard à

l'étude et à l'évaluation des derniers développements de l'informatique.

Dans le domaine international, le GMD a des liaisons nombreuses, et avant tout avec des organismes qui ont des fonctions analogues aux siennes (l'IRIA en France, par exemple).

Ces activités ont un caractère institutionnel grâce à l'existence d'un "bureau international" qui suit les projets communs d'un point de vue scientifique, technique et administratif et rattache les projets isolés à des accords généraux internationaux.

CHAPITRE III

LE CENTRE DE CALCUL ALLEMAND

Le DRZ (Deutsch Rechenzentrum, ou Centre de Calcul Allemand) a été fondé le 3 Octobre 1961. Il met à la disposition des Ecoles et des Instituts de recherche une installation de calcul puissante pour le traitement de gros problèmes. Il a été défini comme un institut national, indépendant de tout organisme de recherche particulier.

La première machine utilisée par le DRZ a été un IBM 704. En juillet 1963, le 704 a été remplacé par un IBM 7000, auquel était associé un 1401 périphérique. En 1965 ont été ajoutés une mémoire à disques 1301 et un second 1401. En Avril 1966, le 7000 a été remplacé par un 7094.

La demande d'une puissance de calcul supplémentaire a par ailleurs conduit le DRZ à chercher du temps disponible sur d'autres installations.

A cause de la surcharge de ses installations, le DRZ reçut ensuite en Juillet 1966 un calculateur AEG)TELEFUNKEN-TR 440, dont il eut une première version provisoire. En Décembre 1970, cette machine fut remplacé par une machine de version définitive. En même temps, la capacité de mémoire a été étendue de 128 K à 256 K, et un calculateur satellite TR 86S avec une capacité de mémoire étendue, six dispositifs de visualisation et dix machines à écrire a été connecté.

L'activité des chercheurs du DRZ a été orientée dès ses débuts dans deux directions : résoudre sur ses matériels des problèmes de recherche réels en collaboration avec les instituts scientifiques, mais aussi effectuer des recherches propres au DRZ et préparer de nouveaux domaines d'application pour l'informatique par le développement de programmes et de systèmes généraux.

L'activité de formation du DRZ a par ailleurs pour but essentiel, et ceci depuis le début, d'élargir systématiquement la connaissance des méthodes de l'informatique.

Le développement futur du DRZ comprend les missions suivantes, qui tiennent compte des travaux actuels de l'institut et des exigences des utilisateurs :

- développement de travaux sur la téléinformatique et les réseaux de calculateurs. Cela pose des problèmes de software, d'organisation et de hardware, en même temps que de pratique d'exploitation.
- utilisation de l'informatique en tenant compte des possibilités de la téléinformatique. Etude des possibilités d'installation pour la téléinformatique et les réseaux de calculateurs. En liaison avec ces points, recherches sur la facilité d'utilisation, la transportabilité et la souplesse de modification des systèmes d'application et des modèles de programmes.
- recherches sur les emplois non numériques de l'informatique, en particulier pour la psychologie et les sciences de l'information.
- fonctions de centre de calcul. Avec ses installations de calculateurs, le DRZ peut offrir de nouveaux services, en particulier comme élément central d'un réseau de calculateurs, ou comme concentrateur de stations d'acquisition de données, mises à la disposition de divers utilisateurs du secteur scientifique ou public. De la sorte, il sera possible de couvrir les besoins présents ; mais on pourra aussi obtenir un rapprochement essentiel entre la recherche et le développement.
- formation à l'informatique et à ses méthodes. Pour cela, le DRZ offre la garantie nécessaire d'un accès facile à un centre de calcul bien équipé, le recours au service d'une équipe importante de spécialistes qui ont des expériences variées, et une liaison directe avec la pratique de l'informatique, qui est nécessaire pour l'utilisation future des matériels.

Le DRZ est une fondation de droit privé commune à la République Fédérale d'Allemagne, à la région du Hesse, et la Recherche Scientifique Allemande. L'entretien courant du DRZ, supporté dans ses premières années par la région du Hesse, est maintenant assuré par la Communauté des Régions, dans le cadre de l'accord de "Konigstein", et par la République Fédérale.

CHAPITRE IV

INSTITUT POUR L'ORGANISATION ET L'AUTOMATISATION DE L'UNIVERSITE DE COLOGNE

L'institut a été créé le 23 Novembre 1963, sur une initiative de l'industrie privée, ainsi que de l'administration et des organismes scientifiques (représentée par la Chaire d'économie générale et d'organisation de l'Université de Cologne). L'idée qui a été à l'origine de la création de l'Institut était que, pour résoudre les nombreux problèmes d'organisation que pose l'introduction des ordinateurs, il était nécessaire de s'appuyer sur la recherche scientifique. L'Institut a pu démarrer ses travaux le 1er avril 1964, après la solution de problèmes de personnel et de locaux.

Nous indiquerons maintenant les contenus sommaires de divers travaux de recherche de l'Institut.

1°/ Problèmes de la saisie des données - Bases et possibilités

L'introduction des ordinateurs dans les entreprises a montré, au cours des années passées, que les mesures prises pour optimiser les procédés de traitement ne pouvaient rester limitées à ces procédés eux-mêmes. Au contraire, il est nécessaire de prendre en compte les différentes opérations, manuelles ou non, qui précèdent les traitements. La prise en compte de ces étapes préliminaires a deux raisons d'être. Tout d'abord, le déroulement d'un programme ne peut se concevoir que si les données fournies par l'utilisateur correspondent aux contraintes particulières de l'installation ; par ailleurs, dans beaucoup d'entreprises les goulots d'étranglement principaux se situent davantage dans les différents travaux préparatoires que dans les traitements à proprement parler.

2°/ Efficacité des langages de programmation

Le projet se propose d'étudier systématiquement l'efficacité des langages de programmation orientés vers les problèmes ou vers les machines (ALGOL, COBOL, FORTRAN, PL/I, assembleurs divers) à l'aide de modèles de décision qui permettent d'analyser les trois phases :

- développement d'un langage de programmation,
- réalisation d'un traducteur pour ce langage,
- utilisation d'un langage en tenant compte des compilateurs disponibles.

Cette étude a conduit à interroger les constructeurs sur les programmes de traduction dont ils disposent : trente deux compilateurs ont été examinés à cette occasion (douze compilateurs COBOL, quinze compilateurs FORTRAN, cinq compilateurs ALGOL) ainsi que neuf assembleurs.

3°/ Comptabilité et traitement automatique

La littérature publiée sur ce sujet a augmenté de manière permanente, et ne peut plus guère être connue en totalité des praticiens de l'économie. D'innombrables comités, commissions spécialisées et cercles de travail de différentes organisations de l'industrie et de l'administration se sont souciés de ce point. La problématique du traitement devrait donc être envisagée sous de nombreux aspects, mais sans liaison directe avec des intérêts particuliers qui déformerait les analyses faites.

4°/ L'utilisation des ordinateurs de taille moyenne

La mission du groupe de travail concerné est la solution de questions spécifiques que posent les ordinateurs moyens, en tenant compte aussi bien des résultats de travail déjà publiés que de l'expérience pratique des membres du groupe. Au centre de la mission se trouve la réponse à la question de savoir où se situe la bonne utilisation des ordinateurs moyens.

5°/ Modèle intégré de Cologne

Le but du projet est de définir un modèle général du traitement de l'information dans une entreprise.

6°/ Développement de systèmes d'information pour la prise de décisions

Le but est de partir de systèmes déjà existants pour définir ce qu'ils pourraient devenir dans l'avenir. L'étude se base sur les connaissances actuelles, théoriques et pratiques, en matière de systèmes intégrés de gestion.

7°/ Développement de critères généraux pour la définition de banques de données

Dans le cadre de ce projet, on cherche à approfondir les critères théoriques qui pourraient servir de base à la réalisation de banques de données individuelles, et ceci de manière plus facile qu'aujourd'hui. L'étude porte surtout sur les critères de structuration des données à l'intérieur de la banque. Elle devrait aboutir à la création d'un outil mis à la disposition des entreprises pour définir la structure de données la mieux adaptée en fonction de ses contraintes propres.

CHAPITRE VIDT (INSTITUT POUR L'INFORMATIQUE TECHNIQUE, CENTRE ATOMIQUE DE KARLSRUHE)

L'Institut travaille dans le domaine des applications des systèmes informatiques à la mesure et à la régulation des processus techniques (informatique de process). L'objet principal du projet "structure des calculateurs et systèmes d'exploitation" était la réalisation et l'expérimentation du système CALAS 70, et de son implantation sur le calculateur TR-86 (NICOLE 71) dans le cadre du réacteur à haut flux de Grenoble. Dans le domaine de l'automatisation des laboratoires et de la technique des processus, les efforts ont été concentrés dans le domaine chimique. Des méthodes de dialogue graphique pour la conduite expérimentale et l'acquisition de mesures pour l'analyse chimique et les données des processus sont implémentées dans CALAS.

En collaboration avec l'Institut pour l'Informatique de l'Université de Karlsruhe, un groupe de travail sur les techniques de programmation des calculateurs industriels a été créé. L'Institut a enfin participé de manière significative aux travaux préparatoires du deuxième plan informatique allemand, pour ce qui concerne le contrôle des processus.

Voici maintenant quelques exemples de travaux poursuivis à l'Institut :

1°/ Structure des calculateurs et systèmes d'exploitation pour les calculateurs industriels

Les contraintes imposées à la conception des systèmes, à leur structure et à celle des systèmes d'exploitation pour les installations de contrôle des processus dans les grandes installations d'automatisation sont très particulières.

Le projet étudie donc des méthodes particulières pour le développement de systèmes (processeurs multiples, calculateurs connectés), en tenant particulièrement compte de considérations d'économie, de fiabilité et d'universalité de réalisations.

Les différentes alternatives envisagées sont traitées aussi bien par des modèles théoriques (par exemple : simulation) que par des réalisations et des installations-pilote. Après une phase pratique (réalisation du système d'exploitation CALAS 70), les travaux s'orientent vers des recherches plus fondamentales.

2°/ Système d'exploitation en temps réel, universel, et adaptatif

Le développement, le test des éléments, l'intégration et les tests finaux du système CALAS 70, conçu pour contrôler le fonctionnement simultané d'un grand nombre d'expériences distinctes, ont été réalisés conformément aux plans initiaux. Un autre but du projet a été également atteint : celui de réaliser les fonctions les plus complexes d'un système en temps réel par un dialogue important entre l'expérimentateur et le calculateur. CALAS 70 a la possibilité de réagir en un temps très bref, se chiffrant en microsecondes ou millisecondes, à des besoins de mesure ou de commande, ainsi que celle de condenser de hauts débits de données en suivant leur rythme, et d'effectuer en travail de fond des acquisitions interactives en langages évolués.

Le concept de CALAS 70, ainsi que l'expérience acquise au cours de sa simulation et de ses essais en exploitation, ont été utilisés par AEG-TELEFUNKEN, comme base pour le système d'exploitation en temps réel RESY 71 du calculateur TR 86.

Une version modifiée NICOLE 71 contrôle le fonctionnement du système duplex NICOLE sur le réacteur à haut flux de Grenoble.

3°/ Couplage de calculateurs pour des installations de contrôle de processus

Une des tendances les plus importantes dans le développement de la conception des systèmes informatique est l'utilisation de calculateurs multiples.

Les raisons d'être de tels réseaux de calculateurs peuvent, par exemple, être les suivantes :

- répartition de la charge des gros calculateurs entre eux, afin d'égaliser les pointes de travail et d'utiliser en commun les installations qui le seraient peu de manière isolée.
- hiérarchisation des calculateurs de processus et de contrôle dans les systèmes d'automatisation complexes, avec des degrés de centralisation progressifs, allant du niveau opérationnel au niveau stratégique.
- système de dialogue avec des périphériques intelligents, capables d'effectuer certaines fonctions par eux-mêmes.

Depuis 1969/1970, l'IDT étudie les problèmes de système, de hardware et de software que pose la connexion de calculateurs. Cette étude concerne aussi la liaison de plusieurs calculateurs de puissance et de marques différentes, mais sans que cela conduise à des difficultés fondamentales. En 1971, des prototypes de calculateurs couplés ont été réalisés et testés en fonctionnement.

L'expérience acquise et ses propres travaux scientifiques, particulièrement pour les systèmes d'exploitation de réseaux de calculateurs, serviront de base aux travaux que fera l'IDT en 1972, sur une grande échelle, à propos de la connexion de calculateurs industriels.

4°/ Automatisation des laboratoires

Le but du projet est d'acquérir une expérience pratique dans l'installation de calculateurs industriels utilisant des méthodes de communication homme-machine.

Le projet a été prolongé en 1972. Il sera particulièrement centré sur la technique de contrôle des processus dans l'industrie chimique. Les problèmes relatifs à la programmation et aux techniques graphiques seront rattachés à un projet séparé :

5°/ Langages expérimentaux, techniques de programmation, graphiques pour processus

Le système en temps partagé du calculateur TR 86, destiné à supporter la communication interactive avec des périphériques, a été séparé du projet précédent. Une grande partie de ses fonctions pouvait être traitée dans le cadre des systèmes d'exploitation CALAS 70 et NICOLE 71. Le système de dialogue permet :

- l'appel de groupes de données contenues par les mémoires externes du TR 86 sous forme de bibliothèque de données,
- leur traitement sur commande à l'aide de programmes d'application spécifiés par ailleurs,
- le choix entre différents modes de représentation des résultats.

Un compilateur FORTRAN réalisé par AEG-TELEFUNKEN a été adapté au CALAS 70 et réuni avec d'autres programmes destinés à la gestion des données et à l'édition de textes pour former un ensemble de programmation cohérent.

Par ailleurs a été également entreprise une étude sur les spécifications de systèmes d'exploitation destinés à des langages de programmation en temps réel de niveau plus évolué.

Enfin, un groupe commun de travail sur les techniques de programmation des calculateurs industriels a été créé avec l'Institut d'Informatique de l'Université de Karlsruhe. En partant du langage de programmation FORM 86, destiné à la programmation des systèmes, et développé en 1971 par l'IDT et une société de programmation, les travaux doivent permettre de définir des techniques particulières pour la programmation des calculateurs industriels, même si ils sont petits et difficiles à programmer.

ANGLETERRE

I N T R O D U C T I O N

Nous présentons les actions officielles lancées par le gouvernement anglais pour la recherche informatique.

Elles émanent à la fois de services officiels et du secteur public.

Les information obtenues proviennent de :

- Scientific Research Council
- Département of Resarch and Industry
- Civil Service Département
- Atomic Energy
- Defence

Nous présentons avant tout, pour chaque organisme, la nature des sujets abordés, directement ou par le financement de contrats extérieurs.

Nous rappellerons au préalable les différentes manières de financer la recherche utilisées par les Pouvoirs Publics anglais :

1) Crédits dans le cadre du budget général d'un organisme

le budget couvre les frais de base du fonctionnement d'un département et permet donc le financement de spécialistes. La majorité des travaux internes relèvent de ce mode de financement, ce qui rend leur connaissance relativement difficile.

2) Budget de recherche des organismes

Il s'agit de budgets particuliers qui doivent nécessairement être affectés à la recherche.

3) Projets spécifiques

Quand leur taille est suffisante, ces projets peuvent être financés sur des budgets particuliers. Parfois, il n'y a pas de distinction claire entre le budget de recherche et celui des projets spécifiques : en ce cas, un montant global est défini pour l'ensemble des deux budgets ; il en est ainsi pour le Ministère de la Défense.

4) Soutien de l'industrie

Ce soutien peut être assuré par une aide financière directe aux secteurs-clés de l'économie, ou par le financement de projets séparés. Il en est ainsi dans le cas du projet ACTP (Advanced Computer Technology Project), ensemble d'actions qui rentrent dans le cadre d'un projet plus vaste.

5) Recherche théorique

Elle est financée en grande partie par les subventions du Science Research Council. De plus, les industries financent de leur côté un grand nombre de chercheurs universitaires.

CHAPITRE I

SCIENCE RESEARCH COUNCIL

La majorité des travaux de recherche pure anglais officiels sont contrôlés par le Conseil de la Recherche (Science Research Council). Il en est ainsi, par exemple, de la quasi totalité des contrats de recherche des collèges et universités dans le domaine de l'informatique.

Nous indiquons la liste des contrats en cours au premier octobre 1971 : leur montant cumulé est d'environ 3,4 millions de livres.

	Montant (en 1.000 £)
- Utilisation des calculateurs pour la classification et le diagnostic	11
- Théorie de l'approximation en relation avec la microprogrammation	3
- Projets d'algorithmes pour l'analyse numérique	13
- Développement de programmes statistiques généraux	11
- Développement de méthodes approchées pour la solution de problèmes d'optimisation combinatoire de grande taille	5
- Informatique et spectroscopie moléculaire	64
- Théorie des processus de l'intelligence	40
- Développement de contrôle de processus atomiques et moléculaires par connexion à un grand ordinateur	10

- Conception de circuits électroniques assistée par des méthodes graphiques sur ordinateur	10
- Aspects algébriques de la théorie du calcul	5
- Contrôle adaptatif pour ordinateur de processus complexes	556
- Conception assistée par ordinateurs	77
- Recherche dans l'organisation des ordinateurs	415
- Analyse dynamique et conception de systèmes assistée par ordinateur	4
- Développement du microprocesseur ML/1	4
- Développement de techniques pour la commutation et les ordinateurs-satellite	36
- Utilisation de la pagination dans les petits ordinateurs	50
- Effet des ordinateurs sur la gestion	22
- Ordonancement des ateliers	14
- Méthodologie de l'analyse des systèmes	16
- Calcul hybride pour l'étude des problèmes de contrôle	19
- Développement d'un contrôleur de périphériques universel	23
- Analyse d'images automatique en temps réel	13
- Séminaire de recherche pour la théorie du contrôle	16
- Conception de disques magnétiques de poids minimum et de fréquence maximum	8
- Projet d'un ordinateur de recherche	630
- Périphérique de ordinateur pour les équations aux dérivées partielles	1
- Ecran de visualisation pour les communications par ordinateur	6

- Méthodes graphiques conversationnelles pour l'évaluation de tâches à réaliser	10
- Développement de méthodes pour l'aide à l'évaluation de temps de travaux	
- Théorie générale du traitement de l'information et nature des calculateurs	223
- Calculateurs utilisant la fluidique	24
- Système de programmation conversationnel	9
- Problèmes de conception des systèmes d'exploitation	41
- Institut inter-universités pour l'étude du contrôle par calculateurs et pour l'analyse des données	177
- Théorie du contrôle	43
- Tests des programmes	27
- Vérification de plans et de programmes	15
- Démonstration automatique de théorèmes	30
- Algorithmes d'analyse syntaxique	9
- Simulation par ordinateur des processus d'apprentissage et de perception	263
- Méthodes améliorées pour la reconnaissance automatique des images par apprentissage	34
- Nouvelles méthodes de recherche heuristique	11
- Conception graphique interactive en électricité et en électronique	317

X 9

On voit que la plupart des projets financés ne concernent pas directement le software. Par ailleurs, les quelques sujets qui intéressent uniquement le software ne permettent pas de définir une politique nette en la matière,

car ils portent sur des sujets assez divers.

On peut ajouter à la liste précédente deux sujets plus anciens :

- Etude sur la sécurité des systèmes informatiques. Recherche de structures modulaires pour les systèmes d'exploitation afin de garantir une protection plus sélective,
- Création d'un centre d'aide à la conception de bâtiments, avec développement du software nécessaire pour assurer les traitements conversationnels, la concentration de données, la liaison de traceurs,...

De nombreux projets ont, certes, une part notable de software : mais les sujets consacrés au software restent limités par leur nombre et, également, par leur montant dont le cumul représente à peine le dixième du montant total des contrats.

CHAPITRE II

DEPARTMENT OF TRADE AND INDUSTRY

(Ministère du Commerce et de l'Industrie)

Ce département du gouvernement anglais a la responsabilité des relations avec les secteurs public et privé de l'industrie. S'il fournit une aide financière aux entreprises pour la recherche et, en particulier, pour la recherche en software, il n'est pas à l'origine par lui-même des projets de recherche. Pour des raisons de secret industriel et commercial, le D.T.I. (Department of Trade and Industry) ne peut communiquer d'informations sur les projets qu'il finance.

La majorité du budget de recherche du D.T.I en matière de recherche et développement en software va aux constructeurs d'ordinateurs, bien que le D.T.I aide aussi quelques sociétés de service. Le D.T.I pense d'ailleurs augmenter à l'avenir la part de son budget consacré aux sociétés de service. Il ne patronne pas les recherches effectuées dans le cadre du projet A C T P (Advanced Computer Technology Project), bien qu'il finance lui-même en partie le N C C (National Computing Center) auquel les utilisateurs peuvent alors s'adresser. Il aide aussi d'autres établissements de recherche, tels que le National Physical Laboratory, ou le National Engineering Laboratory.

L'aide du D T I n'est pas limitée à un domaine particulier du software, mais elle est au contraire reportée sur des sujets variés qui vont de l'écriture des compilateurs aux programmes d'application. La plupart des projets de recherche avancée font, en fait, partie de l'ACTP.

Nous exposerons plus en détail les activités du National Physical Laboratory et celles liées à l'ACTP.

1/ NATIONAL PHYSICAL LABORATORY (NPL)

Le NPL est un établissement de recherche situé à Teddington (Middlesex) qui travaille sous les auspices du D.T.I. Deux divisions du NPL sont concernées par l'informatique : la division "Computer Sciences" et la division "Numerical Analysis".

Le NPL a, depuis les débuts de l'informatique, joué un rôle important dans la recherche, aussi bien pour le hardware que pour le software. Le rôle actuel du NPL dans la recherche en software est double :

- tout d'abord, le NPL a un rôle de conseil technique pour le projet ACTP,
- par ailleurs, le NPL poursuit des recherches propres.

En dehors d'ACTP, le NPL n'a financé dans le passé qu'un nombre très limité d'actions externes ; seuls quelques programmes généraux ont été achetés par le NPL à des sociétés de service.

Le plus grand projet actuel de software du NPL est relatif aux interactions de l'homme avec la machine. Il doit fournir un software graphique dans un environnement de multiprogrammation, en utilisant des terminaux interactifs avancés. Le software permet d'utiliser des informations de structure hiérarchisée, et a été utilisé, entre autres applications, pour la conception architecturale et la solution de problèmes d'optimisation. Ce projet doit nécessiter, approximativement, le travail de 4,5 hommes-an.

Le NPL développe aussi un réseau expérimental local pour l'étude de la communication par enregistrement et diffusion ultérieure de blocs d'information. Les travaux sur la procédure de communication entre les terminaux et sur le software de communication de messages ont été effectués par le NPL lui-même (2 à 3 hommes/an). Une société de

services (CAP Limited) a fourni le système de gestion des fichiers dans le cadre d'un contrat de 60.000 livres. Il est prévu de dépenser une somme équivalente dans le futur pour réaliser le software de ce système.

Une grande partie de la puissance de calcul disponible au NPL est fournie par un double Kdf-9, utilisé à partir de terminaux ou en traitement par lots. Le système de calcul interne correspondant est d'ailleurs en développement permanent.

Environ trois hommes-an ont été consacrés à l'étude comparative de compilateurs ALGOL. Cela a donné une meilleure compréhension des compilateurs et des machines et est considéré par le NPL comme un domaine de grande utilité pratique et de grand intérêt pour le futur par la comparaison des compilateurs d'autres langages.

Le développement du software pour les petits calculateurs résulte essentiellement, de manière indirecte, d'autres types de recherche. Par exemple, un programme développé sur le système de time-sharing CALL 360 d'IBM, en vue de calculer les caractéristiques de céramiques, s'est révélé avoir un intérêt commercial pour l'industrie.

Les deux divisions du NPL qui travaillent dans la recherche et le développement en software groupent environ cinquante à soixante chercheurs.

Les sujets d'avenir retenus par le NPL sont les suivants :

- systèmes de programmation structurés ou "par niveaux de langage".

Ce domaine de recherche est en principe suivi en commun avec le Pr DIJKSTRA (Hollande), mais les efforts engagés au NPL restent encore individuels.

- méthodes de développement de programmes comportant la simulation de l'environnement futur du programme (génération automatique de tests qui correspondent à l'utilisation future du programme).
- portabilité des programmes et des langages. Ce problème est apparu au cours de travaux sur les langages de simulation et en particulier sur le langage norvégien SIMULA 67.

2/ ADVANCED COMPUTER TECHNOLOGY PROJECT (ACTP)

L'ACTP fonctionne depuis dix ans dans le cadre du Ministère de l'Industrie et du Commerce. C'est le NPL qui assure la supervision technique du projet.

Le projet consiste à participer financièrement à des projets de développement, dans le cadre de contrats passés à des sociétés pour des recherches dans les techniques informatiques avancées. Le premier critère de sélection des projets est l'effet des travaux envisagés sur la technique informatique. Le budget annuel est d'environ un million de livres : chaque projet est financé à 50 % par le DTI et à 50 % par le contractant.

Des 25 à 30 projets actuels, huit concernent le software. La valeur des contrats varie de 20.000 livres à 200.000 livres, et leur durée de six mois à 2,5 ans.

L'initiative des projets vient de l'industrie. Dans le domaine du software, l'accent est mis sur la génération de programmes, en partant des applications pour aller vers des systèmes plus généraux. Par exemple, un certain travail est entrepris sur le développement de sous-ensembles des systèmes d'exploitation. Un exemple de contrat du projet ACTP est le programme général de gestion de fichiers PM3, développé par Bedford Computer Services en 1971.

CHAPITRE III

C S D (CIVIL SERVICE DEPARTMENT)

Le CSD est responsable de la gestion du personnel et de l'administration et des systèmes, dans les services publics (Civil Services) anglais. Le bureau central informatique (Central Computer Agency) du CSD a été créé récemment afin de pouvoir commander les systèmes informatiques du gouvernement à partir d'un organisme central, et afin d'assurer le démarrage de ces systèmes. Le CSD est également chargé de promouvoir l'utilisation efficace des ordinateurs. Le bureau informatique du CSD est composé d'une section d'achat des équipements informatiques, d'un groupe chargé de la politique informatique et de la planification et d'une section technique qui évalue en permanence les produits des constructeurs et prépare des spécifications pour des travaux d'étude, de recherche ou de développement. Le CSD gère également le Centre de Traitement National (Central Government Computer Bureau) de Norwich.

Le CAA (central Computer Agency) ne patronne pas de développement de software spécifique, mais s'oriente plutôt vers le financement d'études de recherche sur des sujets d'intérêt général pour le personnel informatique de l'Administration.

Le domaine d'étude qui est le plus suivi actuellement est celui des systèmes de réseaux de calculateurs, pour lequel a été entreprise une série d'études de conception. Ces études portent sur les besoins des grands réseaux, en ce qui concerne les systèmes d'exploitation, les commandes et l'organisation des réseaux, les interfaces avec les utilisateurs. Les résultats des études déboucheront sans doute sur une série d'études de configuration de systèmes et d'études économiques. Dans le même domaine, c'est le CSD

qui coordonne la contribution financière de l'Angleterre au projet COST 11, alors que c'est le National Physical Laboratory qui en a la direction technique.

CSD a récemment lancé une étude sur l'évaluation comparée des différents langages de programmation qui peuvent être utilisés dans les établissements officiels (il n'y a pas, pour autant, de projet de développement de compilateurs à l'intérieur de CSD). Le gouvernement continuera, pour cela, à utiliser les produits des constructeurs ou ceux qui ont été développés dans ses propres établissements.

Dans les quelques derniers mois, CSD a lancé les premières études d'une série de douze études destinées à quantifier les valeurs des différentes techniques de programmation. Ces études, destinées à augmenter l'efficacité des programmeurs de l'administration, sont réalisées par des sociétés de software.

Dans un autre domaine, le CSD s'intéresse à l'entrée des données à partir de claviers reliés à un ordinateur : cette solution lui semble en effet avoir de nombreux avantages ; elle est basée sur un rapport de la société AIC Ltd, dont les recommandations sont maintenant mises en oeuvre.

CSD s'intéresse enfin à l'utilisation de la simulation et de la modélisation pour la direction des projets. Le CSD étudie pour cela les différents packages existants et les évalue dans leur utilisation possible à chaque étape du développement d'un système, allant de la conception initiale à l'optimisation des systèmes. Ce travail ne fait que commencer.

Nous donnerons, pour terminer, quelques indications sur des études récentes confiées par CSD à des sociétés extérieures :

- 1/ Etude des langages de programmation, en vue de choisir les meilleurs d'entre eux pour les applications scientifiques et pour les applications

de gestion à l'intérieur des Civil Services. (Etude répartie entre cinq sociétés de service).

2/ Etude de réseaux. CSD a suivi de son côté les progrès du réseau ARPÀ, aux Etats Unis, et ceux du projet des Communautés Européennes. Mais il a également financé trois études extérieures, pour un montant total de 80 000 livres :

- étude des systèmes d'exploitation de réseaux constitués de calculateurs non-identique entre eux, en recherchant de préférence les possibilités d'améliorer les systèmes déjà existants,
- étude des interfaces de software et des procédures de contrôle de réseaux pour des réseaux hybrides. L'accent est mis sur la sécurité des réseaux et l'utilisation de modèles de calculateurs.
- étude des problèmes particuliers posés pour les réseaux mis à la disposition d'une grande variété d'utilisateurs.

CHAPITRE IV

MINISTERE DE LA DEFENSE

Le Ministère de la Défense est le département du gouvernement qui est responsable des forces armées. Bien qu'il soit le plus grand utilisateur de calculateurs de l'administration, il n'entreprend pas beaucoup de recherches en pur software ; malgré cela, il est à l'origine de beaucoup des plus grands systèmes informatiques actuels.

Les établissements les plus actifs dans le domaine de la recherche en software sont le RRE (Royal Radar Establishment), le Signals Research and Development Establishment et l'Admiralty Surface Weapons Establishment. C'est le RRE qui a la plus grande part de l'activité de recherche en software de ces établissements.

Les domaines principaux de recherche et développement en software sont actuellement les suivants :

- 1/ Etude des difficultés de gestion des très grands projets de software. Cette étude conduit à définir des valeurs de référence pour la conception du software et à définir des aides pour la mise au point des programmes.
- 2/ Pour les systèmes en temps réel, définition de langages de programmation adaptés. Ces études se font à la suite du développement du langage CORAL 66 par le RRE ; ce langage a été retenu comme langage-standard par le Ministère de la Défense.
- 3/ Recherche de systèmes temps réel spécialisés à haute sécurité (travaux

entrepris par le Signals Research and Développement Establishment) ; utilisation de calculateurs spécialisés pour augmenter la fiabilité de systèmes de communications.

- 4/ Etudes pour la définition du réseau GRID 77, destiné à connecter entre eux les matériels du Ministère de la Défense. Les études portent sur l'intérêt de réaliser un tel réseau, et sur les modifications à apporter aux matériels des constructeurs pour s'adapter à ce réseau.

Les deux projets principaux du RRE sont le développement du compilateur CORAL 66 et celui d'un compilateur ALGOL 68 R. Ce travail a été entrepris avant tout pour satisfaire aux besoins du RRE, bien que CORAL 66 soit maintenant d'utilisation courante dans les Civil Services. Une forte équipe de maintenance de CORAL est conservée au RRE et a poursuivi des recherches en compilateurs et systèmes d'exploitation depuis plusieurs années.

CHAPITRE VENERGIE ATOMIQUE (U K A E A)

L'UKAEA (United Kingdom Atomic Energy Authority) poursuit des recherches en software dans son centre de Culham (Culham Laboratories). Actuellement, trois directions de recherche sont poursuivies :

- 1/ L'UKAEA a tout d'abord un contrat avec CTL (Computer Technology Ltd) pour développer le software du calculateur Satellite One, en utilisation de calculateur frontal d'un calculateur principal. Basé sur le système d'exploitation de CTL, ce software donnera à l'utilisateur la possibilité de préparer des travaux de manière interactive, pour des calculateurs de types variés. Le contrat représente 4 à 7 hommes-an de travail, et le centre de Culham espère que le gouvernement anglais financera 50 % des travaux futurs.
- 2/ L'UKAEA réalise l'implantation d'un système général de communications graphiques (GHOST) sur une série de calculateurs (4/70 et 360). GHOST a été développé sous un contrat UAKAEA et est maintenant vendu avec des possibilités conversationnelles accrues.
- 3/ L'UKAEA a entrepris des travaux qui n'ont pas d'intérêt commercial immédiat, mais contribuent au développement d'autres activités. L'un de ces travaux concerne la définition d'un Job Control Language universel (indépendant des calculateurs) en vue de permettre la création de programmes permanents. En liaison avec ce sujet, des efforts sont entrepris pour la conversion dialectique d'ALGOL et FORTRAN. Un autre projet de Culham concerne la définition et la réalisation d'un langage spécialisé pour le développement des systèmes (LSD, de Language for System Development) destiné à la programmation des

petits calculateurs. LSD fournit à l'utilisateur un outil entièrement interactif pour le suivi au point dynamique des programmes sur petits calculateurs.

Nous citerons pour terminer par un travail particulier développé par l'UKAEA à Harwell : l'enregistrement et la recherche des informations qui concernent les traités du Conseil de l'Europe (ce travail a été fait à partir du système STATUS, réalisé par l'UKAEA pour l'étude des textes officiels américains qui concernent l'énergie atomique).

BELGIQUE



I N T R O D U C T I O N

La coordination de la recherche informatique en Belgique est actuellement confiée à la Commission Scientifique et Technique (CST), qui est une émanation de la Commission Interministerielle de la Politique Scientifique et Technique.

En dehors des actions décidées par le CST, la recherche informatique belge se fait principalement dans les Universités :

Nous examinerons donc successivement :

- le rôle de la Commission Scientifique et Technique de l'Informatique
- les recherches faites dans les Universités.

CHAPITRE I

LA COMMISSION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE L'INFORMATIQUE (CST)

Cette Commission a été créée à l'automne 70 ; elle est chargée d'accomplir les tâches suivantes :

1. Un inventaire général des problèmes qui se posent sur le plan national et international.
2. Un relevé des recherches sectorielles et intersectorielles nécessaires à la mise au point des systèmes existants ou en préparation dans le secteur privé comme dans le secteur public.
3. Des propositions d'études et recherches nécessaires pour la mise au point de systèmes nouveaux.
4. Des recommandations générales en rapport avec la formation de spécialistes et l'organisation de l'informatique en Belgique.

Les recommandations du CST comprennent des programmes "d'impulsion" à la recherche en informatique, dans trois catégories principales :

- les domaines d'application qui relèvent d'une politique de la fonction et du service publics
- ceux qui relèvent d'une politique de la science et de l'enseignement supérieur
- ceux qui relèvent de la politique sociale.

Nous présenterons ceux des 22 programmes proposés qui concernent, en partie tout au moins, le software de base.

A) DOMAINES D'APPLICATION DE LA FONCTION ET DU SERVICE PUBLICS

Les thèmes proposés ont été regroupés en deux catégories :

1) Banques de données administratives.

Le gouvernement belge pense en effet que se créera progressivement, au cours des dix prochaines années, un système de banques de données d'intérêt public, reliant différents utilisateurs à des fichiers communs. Le but du système est à la fois de tenir à jour les fichiers à partir d'éléments entrés dans d'autres fichiers, et d'exécuter des études économiques, statistiques, etc... à partir de données contenues dans plusieurs fichiers.

Les projets de recherche qu'interessent le software de base, à ce propos, sont les suivants :

- Création d'un langage pour la gestion et la consultation de grands fichiers, avec écriture des compilateurs appropriés
- Programmes généraux de gestion et de consultation des fichiers administratifs
- Programme générateur de tableaux statistiques pour les besoins à court terme.

et, dans une moindre mesure :

- Architecture générale de la banque de données administrative et software d'interconnexion de trois banques principales concernant les personnes, la production et le sol.

- Méthodologie pour la définition de la fonction du travailleur dans l'entreprise
- Software général pour des calculs topographiques concernant le cadastre.

2) Téléinformatique.

Elle interesse la connexion des banques de données entre elles, et le traitement en temps réel d'informations (systèmes d'alerte, par exemple).

Les projets de travail proposés en téléinformatique concernent pour l'essentiel la technologie des transmissions proprement dite, et ne font intervenir qu'indirectement le software.

B) DOMAINES RELEVANT DE LA SCIENCE ET DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

En recherche fondamentale, tout d'abord, deux thèmes ont été retenus :

- Etude de faisabilité et étude de système d'une bibliothèque belge de programmes. Ce projet est en relation avec celui qui a été développé à Ispra par l'EURATOM pour les programmes de calcul nucléaires.
- Recherche sur la sémantique des langages de programmation, afin d'améliorer la portabilité des programmes d'un matériel sur un autre, ou leur adaptation automatique d'un langage à un autre.

Pour l'enseignement supérieur, il est envisagé de créer une banque de données universitaire, à buts statistiques, politiques et comptables : mais ce projet n'a pas de répercussion sur les recherches en software de base.

Enfin, dans le secteur de l'information documentaire scientifique et technique, il est envisagé de créer un système national à la fois pour la recherche aléatoire de références, en réponse à une demande précise, et pour la diffusion sélective d'informations en correspondance avec les profils-types des chercheurs. Ce thème conduit à plusieurs projets :

- recherches méthodologiques et software de base pour le développement par étapes de l'informatique documentaire
- étude de système du réseau documentaire belge et du software d'interconnexion des divers centres.

C) DOMAINES D'APPLICATION RELEVANT DE LA POLITIQUE SOCIALE

Aucun des deux chapitres retenus (enseignement et informatique médicale) ne conduit directement à des recherches sur le software de base.

Le projet retenu pour l'enseignement porte sur la création d'une méthode générale de contrôle des connaissances à partir d'un terminal conversationnel : il conduit certainement à développer des softwares conversationnels pour cela, comportant l'usage de langages naturels, mais ce point n'est pas signalé de manière explicite.

En informatique médicale, les trois projets retenus (aide au diagnostic, dossier clinique, et gestion des hopitaux) concernent avant tout les applications médicales.

Les différents projets énumérés plus haut ont, d'ores et déjà, été répartis entre les centres de recherche universitaires belges.

CHAPITRE II

UNIVERSITE LIBRE DE BRUXELLES

La Faculté des Sciences possède un Groupe de Recherche en Informatique Fondamentale qui a actuellement un certain nombre de projets qui concernent directement le software de base :

- Etude de la sémantique des langages algorithmiques
- Etude de la vérificabilité des programmes d'application
- Etude des automates stochastiques
- Etude des processeurs parallèles
- Optimisation des programmes
- Classification des langages formels.

CHAPITRE III

UNIVERSITE DE LIEGE

Les recherches sont effectuées dans le cadre du CEPOC (Centre pour la promotion de l'emploi des ordinateurs dans le domaine de la construction).

Les 4 projets principaux sont :

A) Développement d'un Système Intégré (C.A.D)

L'utilisation de programmes pour une étude déterminée, implique le choix de certains programmes, la préparation et la mise en forme des données, l'enchaînement des différents calculs,

Une organisation de programmes, non limitée, permettant l'introduction des données dans un langage proche de celui des techniciens, l'enchaînement et le choix automatique des programmes à mettre en oeuvre pour répondre à une question, la gestion automatique des données-résultats d'une étude, apporte une aide importante au projeteur.

Cette organisation constitue un Système Intégré - thème sur lequel le CEPOC effectue des recherches depuis 1967 et pour lequel il est subsidié par le Fonds de la Recherche Fondamentale Collective depuis 1971.

B) Présentation graphique de langages adaptés à des techniques particulières (P.O.L.)

L'utilisation de langages, même adaptés à sa spécialisation (Problem Oriented Language) par le technicien non informaticien lui demande une formation préalable pour la connaissance de ce langage.

Les recherches faites en cette matière au CEPOC ont conduit à définir une forme grapho-syntaxique qui permet, par l'utilisation de cinq types de traits, de préciser l'environnement et la valeur des mots et des propositions (Synonymes, optionnels, facultatifs ou combinables).

Les tableaux syntaxiques qui en résultent permettent une écriture immédiate de tout texte sur base d'une information générale très simple.

C) Processus logiques supportés par une organisation de programmes en circuit fermé.

Les différents Operating System et Software existants permettent des enchaînements de programmes suivant des schémas préétablis comportant éventuellement des variantes préfixées ou choisies au moment de l'exécution.

Les processus logiques qui en découlent ont les mêmes caractéristiques.

Afin de permettre des schémas logiques construits au moment objet et de permettre les processus de bouclage, d'ajustement, d'optimisation de récurrence, une organisation sous contrôle d'un superviseur assisté d'un simulateur a été mise au point.

D) Gestion et organisation de Banques de Données - Mobilité de la structure de la banque.

Les problèmes rencontrés lors de la constitution et de l'exploitation des Banques de Données sont souvent liés à la rigidité de leur structure.

Tant la forme des informations introduites que la nature des utilisations qui en sont faites impliquent une mobilité au niveau des informations contenues tant sur le plan qualitatif que quantitatif.

Un mode de classement hiérarchisé et référencé des informations permet, semble-t-il de résoudre ces problèmes. C'est au développement d'un tel Système Fermé (SYSGDS) que le CEPOC s'est également attaché ces dernières années.

CHAPITRE IV

UNIVERSITE DE LOUVAIN

Les travaux en cours actuellement concernent davantage le développement que la recherche fondamentale. Ils sont :

- Ecriture de programmes généraux pour la commande de tables traçantes
- Définition et réalisation de sous-programmes pour la tarification des ordinateurs à partir des programmes qui existent déjà chez IBM (SMF). Réalisation de programmes d'analyse des résultats obtenus par le système de mesure SMF.
- Développement de procédures de communication pour des terminaux lourds.

FRANCE



INTRODUCTION

Le gouvernement français a, depuis une quinzaine d'années, lancé des actions officielles destinées à favoriser le développement de l'informatique : conçues à l'origine dans le cadre de la DGRST (Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique), ces actions ont été reprises à partir de 1966 par le Plan Calcul.

A côté de ces actions d'orientation générale, divers centres, publics, para-publics ou privés, ont également mené des efforts de recherche.

Nous serons ainsi conduits à analyser l'état de la recherche informatique en France en distinguant plusieurs catégories d'actions, suivant qu'elles sont menées :

- dans le cadre de la politique gouvernementale,
- par des centres publics, dont la recherche en informatique est la vocation essentielle,
- par des centres publics, mais en marge de leur activité fondamentale,
- par des centres privés (constructeurs d'ordinateurs, grandes sociétés,...).

CHAPITRE I

LES ACTIONS OFFICIELLES : LA DGRST

A sa création la DGRST avait lancé des actions concertées, destinées à favoriser le développement et la recherche dans un certain nombre de secteurs ; trois d'entre elles intéressaient l'informatique : "Calculateurs", "Automatisme" et "Génie Biologique et Médical". La première d'entre elles était seule consacrée à l'informatique : elle a été abandonnée en 1969, après la création du Plan Calcul, pour donner naissance au CRI (Comité de Recherches en Informatique) dans le cadre du Plan Calcul. Les deux autres actions ne portent que partiellement sur l'informatique ; elles sont restées dans le cadre de la DGRST.

Les derniers contrats français de la DGRST datant de trois ans, nous nous bornerons à indiquer ici :

- les conclusions générales d'un rapport publié par la DGRST en 1969 : "Prospective de la Recherche Scientifique et Industrielle en France", en ce qui concerne l'informatique,
- quelques remarques sur les dernières actions françaises par la DGRST,
- des indications sur deux contrats menés dans le cadre des actions "Médical" et "Automatisme".

A/ "PROSPECTIVE DE LA RECHERCHE EN FRANCE"

Ce rapport comprend deux grandes parties : "développement des grands programmes industriels" et "recherche fondamentale et appliquée" ; l'informatique intervient dans ces deux parties et nous fournirons ici une synthèse d'ensemble, en nous limitant aux aspects qui concerne l'utilisation des ordinateurs et leur software, plutôt qu'à ceux qui concernent le hardware.

Le besoin le plus fréquemment présenté concerne l'analyse des systèmes. "Elle consiste en l'association de plusieurs grands moyens empruntés à des techniques différentes pour effectuer des choix au sein d'un ensemble complexe d'objectifs et de moyens de les atteindre, indissolublement liés, le tout constituant l'expression globale et instantanée d'une même fonction (par exemple, la fonction transports)" (1) D'après le rapport, la notion des systèmes devient indispensable pour que les diverses études menées en informatique et en électronique ne restent pas indépendantes les des autres, mais se rejoignent dans la réalisation de systèmes. Si l'on applique cette idée au software, cela revient à dire que le software doit être développé en tenant compte de son utilité future, en évitant des recherches purement théoriques dont l'application ne pourrait être trouvée par la suite.

En réalité les systèmes nécessitent des recherches à deux stades différents : au stade de la conception, puis au stade de la réalisation des systèmes. Les recherches sur le software devraient, semble-t-il, intervenir surtout au stade de la réalisation.

Un autre besoin important concerne l'environnement des ordinateurs, à savoir les périphériques spécialisés et la transmission de données. "La visualisation et la transmission de données prendrait une importance telle que le développement de la médecine, de l'éducation, de la vente, des transports et par conséquent de l'économie et de la sociologie, en dépend largement". Les deux points ci-après - normalisation et transmission de données - ont directement des implications importantes sur le software.

Enfin, le rapport cité consacre un chapitre à "Traitement Scientifique et Technique de l'Information et les Banques de Données". Devant le risque de voir les Etats Unis acquérir un quasi monopole de la détention de l'information scientifique et technique grâce à la création de services automatisés, "il paraît essentiel dès à présent que soit étudié l'intérêt que pourrait présenter la constitution de banques de données à l'échelon national"...."La chimie pourrait être utilisée comme domaine probatoire". Il

(1) Revue Le Progrès Scientifique - N° 126 - Janvier 1969.

est évident que des études en ce domaine nécessitent des études de software, aussi bien pour la définition de la structuration interne des banques de données que pour celle de langage d'interrogation.

B/ L'analyse de onze rapports publiés par la DGRST en 1971, et résultant de contrats financés par le passé, fait apparaître deux sujets seulement relatifs au software :

- "contribution au développement de méthodes d'analyse des systèmes d'informations", par une équipe de l'Université de Grenoble,
- "Etude des problèmes de programmation liés à l'utilisation de consoles graphiques" par la C.I.I.

Les autres sujets portaient sur la conception de hardware, l'informatique scientifique,...

C/ AUTOMATISME, GENIE BIOLOGIQUE ET MEDICAL

Le comité "Automatisme", en dehors de la part de software que contenait un certain nombre de projet-pilote d'installation d'automatisme industriel, s'est intéressé aux questions que pose la définition d'un langage destiné à la programmation des applications d'automatisme industriel. Ces efforts ont abouti à la définition d'un langage spécialisé (PROCOL) et à la réalisation du compilateur correspondant sur miniordinateur T2000 (Téléme-canique).

Par ailleurs, en dehors de contrats d'informatique scientifique et technique, le Comité "Génie Biologique et Médical" a financé une réalisation expérimentale de la gestion par ordinateur de fichiers médicaux. Cette réalisation nécessitait la définition et la mise au point d'une gestion de mémoires hiérarchisées et comportait donc une partie majoritaire de software.

CHAPITRE II

LES ACTIONS OFFICIELLES : LE C.R.I.

Le CRI (Comité de Recherches en Informatique) mis en place en 1969, finance des actions de recherche entreprises par les Administrations (Universités), les entreprises du secteur public ou du secteur privé. L'action du CRI est axée sur quatre thèmes principaux :

Thème 1 : Structure nouvelle de machines, aide à la conception de hardware,

Thème 2 : Mémoires et technologies associées,

Thème 3 : Software, organisation des fichiers, documentation automatique,

Thème 4 ; Communication homme-machine.

A chaque thème correspond un groupe de travail qui définit chaque année les recherches qu'il serait souhaitable de développer dans chaque thème. Les groupes de travail sont constitués d'experts détachés par les administrations ou des entreprises du secteur public ou privé ; les groupes de travail comprennent en particulier des représentants de l'IRIA (Institut de Recherche en Informatique et Automatique, cf. Chapitre III) et de la DRME (Direction des Recherches et Moyens d'Essai, Ministère des Armées) : cela assure une coordination entre les efforts de l'IRIA, de la DRME et du CRI.

Le CRI fonctionne, pour l'essentiel, avec un cycle annuel : envoi d'un appel aux propositions en début d'année civile, réponse à ces propositions vers Avril, décision sur les propositions en été. Chaque année, le CRI indique dans son appel aux propositions les sujets retenus par les groupes de travail comme devant être prioritaires.

Les thèmes qui concernent le software sont, pour l'essentiel, regroupés dans le troisième thème du CRI. Mais il se rencontrent également à propos du premier thème (structure de machines) et dans le dernier thème (software

lié à l'utilisation de terminaux). Nous examinerons donc les différentes actions envisagées ou lancées par le CRI dans les trois thèmes qui concernent le software au cours des années passées. Nous étudierons successivement :

- les axes de recherche indiqués en 1970, 1971 et 1972,
- les contrats effectivement financés en 1969, 1970.

1/ AXES DE RECHERCHE

a) En 1970, première année de fonctionnement normal du CRI (l'année 1969 ayant été une année de transition entre la DGRST et le CRI), les axes prioritaires définis par le CRI ont été :

- sous le thème 1 (structure nouvelle de systèmes)
 - . étude d'un assembleur universel paramétrable, en liaison avec la microprogrammation,
 - . les autres thèmes, faisant en général intervenir la microprogrammation, ne concernent pas directement le software.
- sous le thème 3 (software)
 - . réseaux de calculateurs : ce sujet a été repris ultérieurement par le CRI lui-même, qui a créé une équipe spécialisée pour le lancement de l'action ; le projet qui en est résulté (CYCLADES) à démarré au niveau des études à la fin de 1971.
 - . Langage de description et de génération de software, conception assistée de software. Ces sujets ont pour but d'améliorer les méthodes actuelles de production de software.
 - . Documentation automatique : le CRI a admis que ce sujet ne posait plus de problème fondamental et relevait donc davantage des études de développement que de celles de recherche. Toutefois, le CRI avait indiqué à son origine la documentation automatique comme l'un des domaines vers lesquels devaient porter ses efforts.

- Sous le thème 4 (Communication homme-machine)

Ce thème comportait des aspects hardware, mais aussi des aspects software :

- . Software de mise en oeuvre de terminaux : nouvelles méthodes d'utilisation ; élaboration de software de base standard.
- . Définition de langages spécialisés.
- . Réalisation de dialogues homme-machine, dans lesquels l'homme puisse utiliser un langage qui lui soit aussi naturel que possible.
- . Reconnaissance des formes sonores ou visuelles.

Le CRI souhaitait orienter de manière plus particulière les axes précédents vers les langages graphiques, la reconnaissance de l'écriture manuscrite et celle des formes vocales.

b) En 1971, le CRI a gardé les axes de l'année précédente, en leur ajoutant toutefois quelques points nouveaux.

- Thème 1, associé au thème 3 : simulation du fonctionnement des système de mémoires hiérarchisées, en utilisant des statistiques sur les traitements informatiques habituels.
- Thème 3 :
 - . L'accent a été mis sur la technologie de la programmation qui a pour but de faciliter et de formaliser les programmes. Cet axe de recherche général se décompose lui-même en quatre axes plus précis formalisation, modelisation et mesure des programmes et du software ; méthodologie de la programmation ; génération de programmes assistée ; aide à la mise au point de programmes et de systèmes.
 - . En liaison avec le premier thème, recherche d'optimisation de structures de systèmes.

- . La Documentation Automatique a fait apparaitre de nouveaux thèmes de recherche sur les moyens de représenter les objets qui font l'objet de la documentation.
- . Deux axes principaux ont été retenus comme prioritaires pour le thème 3 :
 - formalisation et méthodologie de la programmation,
 - réalisation et utilisation de langages générateurs de programmes, à la condition d'aboutir à un compilateur prototype.

Par ailleurs, pour 1971, le CRI a exclu de ses pôles d'intérêt les systèmes d'exploitation et les langages autres que les générateurs de programmes.

- Thème 4 :

En dehors des thèmes de 1970, le CRI souhaitait lancer des études complètes de systèmes hommes-machine, au niveau de la conception générale et en faisant intervenir à la fois le domaine technique qui utilise le système, l'homme qui le fera fonctionner, et les possibilités de l'outil informatique ; ces études, quoiqu'axées sur une utilisation particulière, devraient aboutir à des résultats assez généraux pour qu'ils soient utilisables dans diverses applications techniques.

c) En 1972

L'ensemble des axes de recherche de CRI a été revu pour 1972, et en particulier pour ce qui concerne le thème 3 (software) : en effet, le CRI a jugé que les actions qu'il avait financées dans les années précédentes avaient souvent un caractère de développement trop marqué, incompatible avec les objectifs généraux du CRI. Les axes indiqués pour 1972 ont été les suivants (cf. Appel d'offres envoyé aux organismes de recherche en 1972) :

- Thème 1 (structure de systèmes) :

La conception de nouveaux systèmes devrait s'appuyer sur des considérations hardware et software : le thème 1 rejoint donc en partie le thème 3. Cet axe de recherche pourrait porter entre autre sur les dispositifs de gestion de fichiers, à condition qu'il aient un caractère assez général pour être susceptibles d'une grande diffusion.

- Thème 3 (software) :

Après avoir rappelé que le CRI rejette les sujets qui concernent les langages (hormis ceux d'analyse de gestion) et les compilateurs, ainsi que la compression des informations dans les langages de données, il précise les sujets de recherche les plus importants

- . Méthodologie de la programmation, d'un point de vue fondamental (formalisation des programmes, etc...) mais aussi d'un point de vue plus appliqué (software engineering, portabilité,...).
- . Mesures et modèles de programmes et de systèmes, pour la conception et l'évaluation de systèmes informatiques.
- . Etude de la frontière hardware-software. (ce sujet rejoint le thème 1).
- . Langages, mais uniquement d'un point de vue fondamental : recherche de langages et de méthodes facilitant les travaux de programmation avancée.

- Thème 4 :

- . Etude de logiciels graphiques généraux, communs à plusieurs réalisations dont ils faciliteraient ainsi la mise en place.
- . Reconnaissance des formes, appliquée à la lecture optique ou à la recherche médicale.

2/ CONTRATS FINANCES EN 1969 ET 1970

1969 et 1970 ont été les deux premières années de démarrage du CRI : les contrats financés en 1969 ne résultent donc pas d'une action concertée du CRI, alors que les contrats 1970 doivent répondre aux souhaits du CRI concernant les axes prioritaires définis à l'époque.

a) En 1969

Les contrats financés en software appartenaient tous au thème 3. Ils concernaient :

- . l'utilisation de la théorie des automates pour de nouvelles méthodes de compilation,
- . la réalisation d'un compilateur SNOBOL, utilisable pour le traitement des structures,
- . la simulation de systèmes de programmation temps réel, afin de permettre l'évaluation à priori de leurs performances,
- . le développement d'un générateur de fichiers d'essai,
- . la conception d'un système générateur de machines virtuelles,
- . la réalisation d'un interpréteur du langage APL,
- . la recherche documentaire par voisinage (recherche de textes voisins du texte idéal que l'on recherche),
- . la composition automatique de textes documentaires,
- . la conception générale d'un langage d'analyse pour les problèmes de gestion,
- . une méthode d'analyse pour la définition des bases communes de données.

b) En 1970

- le Thème 1, concernant essentiellement le hardware, n'a donné lieu qu'à un contrat de software, prévu dans les axes prioritaires, et concernant la définition d'un assembleur paramétré universel, destiné à la définition de machines micropogrammées.
- Le Thème 3, (software) a retenu deux contrats relatifs à la documentation automatique sur cinq contrats financés au total, malgré la suppression de ce sujet des axes prioritaires du CRI pour 1970. Cela s'explique par le caractère assez fondamental et, par conséquent, généralisable à d'autres problèmes de sujets proposés et qui concernent :
 - . la symbolisation et la recherche de structures chimiques, avec l'utilisation de terminaux graphiques,
 - . la structuration du vocabulaire associé à un système documentaire, par étude statistique.
- Trois sujets qui sont de pur software ont été relancés en 1970. Deux d'entre eux concernent les fichiers, ou banques de données, et le troisième les langages.
 - . Système de définition et d'interrogation de données, conçu de manière évolutive, c'est-à-dire de manière telle que l'organisation de la banque de données s'adapte à l'évolution des modes d'utilisation de la banque.
 - . Constitution d'un fichier automatisé, à propos d'un cas spécifique de fichier de la population.
 - . Etude du langage PL/1 en le considérant comme une extension d'un langage de base.

CHAPITRE III

L'IRIA

L'IRIA (Institut de Recherche en Informatique et Automatique) a été créé en même temps que le Plan Calcul pour être un centre de recherche et de formation en informatique. En tant que centre de recherche, il complète les actions entreprises par les centres universitaires, ceux des constructeurs, etc...

L'organisation actuelle de l'IRIA, mise en place au début de 1971, est basée sur une structure par projets de recherche (un projet à un objectif précis ; sa réalisation est contrôlée). La direction d'ensemble de l'IRIA sur le plan scientifique est par ailleurs assurée par un directoire composé de quatre membres. Les projets cités par l'IRIA (1) à fin 1971 et concernant le software étaient les suivants :

- 1/ Conception automatique de l'exécutif des mini-calculateurs pour la commande en temps réel (SPECTRE).
- 2/ Sémantique formalisée des langages de programmation. Applications à la vérification automatique des programmes.
- 3/ Méthodes pour la conception des systèmes à partage de ressources.
- 4/ Techniques de compilation et de métacompilation.
- 5/ Compilateur graphique.
- 6/ Langage temps réel.
- 7/ Interpréteur graphique.
- 8/ Système de prélèvement de données sur les ordinateurs scientifiques et chimiques).

(1) bulletin de l'IRIA n° 7, Avril 1971.

L'ensemble de l'IRIA représentait environ 150 personnes à la fin de 1970, avec des activités dans les domaines de l'automatisme, des mathématiques, du hardware et du software.

Nous donnerons quelques indications sur les projets les plus importants développés par l'IRIA dans le domaine du software. La plupart de ces projets ont pris croissance dans le cadre du système ESOPE (Exploitation Simultanée d'un Ordinateur et de ses Périphériques). Ce système a pour but de permettre à un ordinateur CII - 10.070 de fonctionner simultanément de trois manières différentes :

- en travail interactif et temps réel (c'est-à-dire avec effet d'événements extérieurs indépendants du système),
- en travail conversationnel de type time-sharing,
- en traitement par lots, local.

Le projet ESOPE avait donné lieu à l'origine à quatre projets relatifs :

- au moniteur du système ESOPE,
- à la définition d'un langage LP, et à la réalisation d'un traducteur de LP : le langage devait permettre de programmer avec efficacité et commodité. Il a servi à la réalisation d'ESOPE,
- à la réalisation d'un compilateur conversationnel du langage PL/1 (CPL/1),
- à l'étude de techniques conversationnelles par consoles graphiques, incluant ou non un mini-ordinateur (projet STRIP, Système de résolution interactive des problèmes).

Ces quatre projets principaux ont eux-même généré des sous-projets qui font l'objet des missions actuelles du CRI, énumérées plus haut. Par exemple :

1/ Système de prélèvement des données par ordinateur

L'IRIA a senti la nécessité de disposer de nombreux outils pour mesurer

effectivement les performances des softwares qu'elle développait. En dehors de software de mesure, inclus dans le système ESOPE lui-même ou dans les programmes d'application, l'IRIA a conçu un matériel spécial ("hardware monitor") qui peut être branché sur un ordinateur pour effectuer des mesures non destructives durant son fonctionnement.

2/ Langage de description et d'écriture des système d'exploitation (LP)

Le langage LP a été défini, et un compilateur réalisé sur 100070. Son but est de donner au programmeur une efficacité aussi grande que celle que permettait l'usage du langage machine, en même temps qu'une facilité d'utilisation comparable à celle des langages évolués. Cette facilité doit résulter de la formalisation des notions de base des systèmes de programmation, en vue d'introduire des concepts spécialisés dans LP.

3/ Langage Temps Réel

Ce langage doit être adapté à la simulation de phénomènes physiques évolutifs en fonction du temps, ainsi qu'à la programmation faisant intervenir le temps qui s'écoule réellement. Les études ont porté sur la définition du langage, et la réalisation d'un traducteur.

4/ Compilateur graphique

Le software envisagé doit permettre à un utilisateur de l'informatique d'intervenir au cours du déroulement d'un calcul par une action sur un terminal graphique. L'étude a été développée dans un souci de grande généralité, afin que les résultats obtenus soient réutilisables sur des installations différentes de celle de l'IRIA. Le travail fait a été intégré au compilateur CPL/1 réalisé par ailleurs dans le cadre du projet ESOPE. Le compilateur graphique devrait être terminé à la fin de 1972.

5/ Langage de simulation de phénomène continu

L'idée qui est à base de ce langage consiste à donner au physicien un outil de description simple de phénomènes physiques exprimables par des équations différentielles et par conséquent, en quelque sorte, de permettre

au physicien d'utiliser un ordinateur de manière comparable à celle qui est habituelle avec les calculateurs analogiques.

En dehors des projets développés dans le cadre d'ESOPE, un certain nombre de projets de l'IRIA ont un caractère plus fondamental. Par exemple :

1/ Machine APL Microprogrammée

Conception générale d'un calculateur adapté au langage APL par des microprogrammes adaptés qui facilitent la traduction (ou l'interprétation) de langages APL.

2/ Compilation et métacompilation

Ce projet, au titre assez général, a pour but de préciser et améliorer les travaux faits pour la réalisation du compilateur conversationnel CPL/1. A côté d'aspects très pratiques (amélioration des performances du compilateur batch déjà réalisé) il comporte une étude plus théorique des différentes solutions envisageables pour la réalisation d'un compilateur.

3/ Sémantique formalisée des langages de programmation

Il s'agit de formaliser certains aspects bien définis des langages : traduction formelle de certaines expressions de langage en expressions équivalentes. Les travaux fait relèvent directement de la théorie des langages.

Signalons enfin un projet qui porte sur le software des miniordinateurs. Il s'agit du projet SPECTRE, qui a pour but la définition d'un langage de description des systèmes d'exploitation des miniordinateurs. Le groupe de l'IRIA qui est responsable de ce projet pense s'orienter également vers des études de paramétrisation des miniordinateurs, et vers la définition de langages spécialisés pour cette catégorie de matériels.

CHAPITRE IV

L'UNIVERSITE DE GRENOBLE

L'Université de Grenoble a été une des premières de France, avec celle de Toulouse, à être équipée d'un ordinateur. La recherche en informatique y date d'une quinzaine d'années : elle y est menée de manière parallèle à l'enseignement.

Nous nous intéresserons exclusivement aux activités de software, dirigées par le Professeur BOLLIET, en analysant les sujets d'un certain nombre de thèmes qui font l'objet de travaux des chercheurs. Il est à remarquer que la plupart de ces thèmes sont liés à l'existence à Grenoble d'un ordinateur très puissant (IBM 360/67), doté d'un système de programmation évolué (CP/CMS) qui lui donne en particulier la possibilité de travailler sur des machines virtuelles : à côté de la valeur intrinsèque de l'équipe de Grenoble, il est certain que la possibilité d'utiliser un matériel très performant est pour beaucoup dans le niveau élevé des recherches entreprises.

L'Université de Grenoble a par ailleurs eu en permanence des contacts suivis avec l'industrie. Deux constructeurs ont d'ailleurs installé des centres de recherche avancée à Grenoble dans les années passées : il s'agit d'IBM et depuis 1971, de la CII. Les centres correspondant sont très étroitement liés à l'Université.

Les travaux faits par IBM portent entre autre sur la définition et la réalisation du niveau SOC (Système d'Ordinateurs connectés) qui a pour but la connexion entre eux de plusieurs gros ordinateurs scientifiques français. Un certain nombre de sujets à l'étude à Grenoble résulte du projet SOC.

Nous présenterons maintenant une analyse rapide d'une vingtaine de sujets de recherche de Grenoble. Nous distinguerons trois catégories principales de thèmes de recherche :

- la conception et la réalisation, de systèmes d'exploitation ou d'extension de systèmes existants (13 sujets),
- l'étude de systèmes conversationnels et, en particulier, graphiques (6 sujets),
- l'étude de réseaux informatiques (5 sujets-).

1°/ Systèmes d'exploitation

Nous énumérerons les sujets des thèses en cours :

- Analyse de la demande sur le système CP/CMS,
- simulation de la gestion des disques sous le système SIRIS-8 de l'IRIS-80
Réalisation d'un modèle de simulation en utilisant le langage SIMULA,
- réalisation d'un système de time sharing sur IRIS-45, pour les utilisateurs de langage d'assemblage,
- programme d'analyse instantanée du système CP/CMS, en cas de blocage du système,
- conception d'une machine virtuelle "Espion", destinée à faciliter la mise au point des programmes d'exploitation,
- mesures de performances et essai d'optimisation du système de multiprogrammation MVT implanté sous CP/CMS,
- définition d'algorithmes permettant la prévention et la suppression des blocages dans les systèmes d'exploitation,
- étude sur la synchronisation dans les systèmes informatiques,
- implantation d'un interpréteur conversationnel du langage APL sur IRIS-45,
- Modèle analytique d'un système partagé à deux partenaires,
- conception d'un système de fichiers partagé, utilisant une mémoire virtuelle,

- étude sur l'intérêt de la notion d'espaces virtuels pour la programmation
- définition d'un langage spécialisé pour la conception de systèmes.

2°/ Systèmes conversationnels

- restitution de surfaces visibles constituées de morceaux de graphiques, grâce à un algorithme rapide,
- éditeur pour un terminal graphique évolué, pour permettre la création ou la modification de fichiers, la mise en page de textes,
- étude d'un langage de traitement des formules mathématiques,
- étude de la liaison d'une caméra de télévision à un ordinateur avec utilisation d'un petit calculateur PDP-8,
- programmation du PDP-8 lié à la réalisation précédente,
- étude de la communication entre une machine virtuelle et sa console.

3°/ Réseaux d'ordinateurs

- conception du système de time-sharing CRIC, pour traitement partagé de deux applications dans une partition,
- étude du partage des fichiers et des travaux entre plusieurs ordinateurs,
- simulation du routage des messages dans un réseau d'ordinateurs avec application au réseau SOC, avec étude d'une machine spécialisée en télécommunications,
- étude générale, dans le cadre du projet SOC, de l'introduction de systèmes conversationnels dans un réseau d'ordinateurs,
- étude d'un éditeur de textes universel, transportable et utilisable dans un réseau d'ordinateurs (en liaison avec le projet CYCLADES du CRI).

CHAPITRE V

L'UNIVERSITE DE TOULOUSE

Le Centre d'Informatique de l'Université de Toulouse, dirigé par le Professeur LAUDET, date de 1957. Il comprend quatre départements :

- Analyse numérique,
- software,
- logique appliquée, structure et technologie, commande de processus,
- cybernétique des entreprises et reconnaissance des formes.

Les projets de software existent, bien entendu, dans le deuxième département, mais aussi dans le dernier d'entre eux.

Nous énumérerons quelques travaux anciens réalisés au cours des années passées.

1°/ Département software

Les travaux sont assez variés et relèvent, pour la plupart, des langages.

- Réalisation d'un interpréteur conversationnel pour le langage APL.
- Tests de caractéristiques d'un système en temps partagé par simulation.
- Etude par simulation des performances de différents systèmes de gestion de fichiers sur disques.
- Définition d'un moniteur en temps partagé.
- Réalisation d'un macrogénérateur pour l'ordinateur CII-10070.
- Analyse, contrôle, vérification et correction de programmes par graphes.
- Programmation interactive en COBOL par console de visualisation.
- Etude et réalisation d'un compilateur de langage de liste.

2°/ Cybernétique des entreprises et reconnaissance des formes

La reconnaissance des formes ne fait pas partie, à proprement parler, du software de base ; par contre, deux projets en "Cybernétique des entreprises" intéressent le software :

- Etude des méthodes d'analyse permettant la création de banques de donnée (avec application à la société Nationale des Pétroles d'Aquitaine, et à Pont-à-Mousson),
- Etude et développement d'un langage conversationnel destiné à la gestion des fichiers.

Le Centre d'Informatique a par ailleurs défini le programme scientifique qu'il envisage de suivre de 1972 à 1975. Nous nous limiterons à indiquer ici quelques sujets importants qui ne sont pas apparus nettement dans les projets signalés plus haut.

1°/ Systèmes graphiques

Essai de définition d'un langage graphique, basé sur APL, et qui soit indépendant des applications particulières d'un utilisateur ainsi que d'une machine déterminée.

2°/ Langages et compilation

- langages extensibles,
- traducteurs paramétrés orientés vers la construction automatique de compilateurs,
- extension des langages de liste,
- compilation de tableaux à bornes extensibles.

3°/ Systèmes d'exploitation des ordinateurs

- software pour la réalisation de dispositif satellite de station centrale (utilisation d'un miniordinateur comme concentrateur-diffuseur de messages, avec microprogrammation).

- Méthodologie, avec PL/1,
- Tracé automatique d'organigrammes,
- Mise au point de programmes, détection et correction d'erreurs.

4°/ Cybernétique des entreprises

- Méthodologie de constitution d'une banque de données et disposition de sa structure (l'organisation en articles monorubriques semblant être la plus efficace),
- Interrogation d'une banque de données à l'aide d'un langage naturel.

CHAPITRE VI

DIVERS

I - RAPPORT DE LA COMMISSION "RECHERCHE" DU VI PLAN (1)

Le rapport présente :

- la nécessité d'efforts importants dans le cadre de la "politique de produits", afin de compléter l'oeuvre amorcée durant le V° plan : il s'agit donc essentiellement d'efforts dans le domaine du hardware.
- les recherches à lancer pour permettre la pénétration de l'informatique sur de nouveaux marchés : le domaine médical est présenté comme particulièrement important pour cela.
- Les recherches purement informatiques, "dont la finalité est l'informatique elle-même".

Le rapport indique la nécessité de "promouvoir l'informatique au rang d'une science fondamentale autonome, débarrassée de la tutelle des mathématiciens".

Mais aucun détail n'est donné sur le contenu d'éventuelles actions dans le domaine du software. Comme dans le V° Plan, l'importance à accorder aux "systèmes" est toutefois rappelée : "... plus que par le passé, il convient de porter l'attention sur l'aspect "système" ; les plus grands progrès sont à attendre dans la conception - hardware et software intégrés - et l'exploitation des grands systèmes informatiques, des réseaux de transmission de données, des réseaux de télécommunications - systèmes de commande hiérarchisée, systèmes de détection et de navigation, etc...".

CHAPITRE VII

AUTRES CENTRES DE RECHERCHE

Nous avons détaillé dans les pages précédentes les travaux développés dans deux Universités. Il existe en réalité de nombreux autres centres de recherche en France : nous citerons les principaux d'eux.

1°/ Secteur Universitaire

- Université de PARIS : l'Institut de programmation a une activité importante. Il est dirigé par le Professeur ARSAC et les lignes directrices des travaux de l'institut sont exposées dans l'interview consacrée au Professeur ARSAC.
- Université de NANCY, spécialisée en particulier dans les problèmes de langages et d'analyse linguistique.
- Université de LILLE, spécialisée dans le langage ALGOL 68.
- Université de CLERMONT-FERRAND, BESANCON, LYON, etc...

De l'examen des travaux faits dans les différentes universités, il semble résulter que la valeur et le niveau des recherches dépend d'une certaine masse critique du centre local, en dessous de laquelle les travaux ne peuvent rester qu'individuels. Une taille suffisante permet en particulier d'acquérir un matériel puissant, indispensable au développement de certains travaux (moniteurs de temps partagé, banques de données,...).

2°/ Les Grandes Ecoles

Un certains nombres d'écoles pour la formation d'ingénieur ont créé dans les dix dernières années des sections spécialisées en informatique. Certaines de ces écoles se sont alors équipées d'ordinateurs et ont lancé des projets de recherche. Il s'agit en particulier de :

- Ecole Supérieur d'Electricité : travaux sur le time-sharing, sur les petits ordinateurs ; sur l'enseignement assisté par ordinateur.
- Ecole Nationale Supérieure d'Aéronotique : mise au point d'un système à temps partagé sur 10070 (SAM), ce système devant également avoir des fonctions de dépouillements d'expériences en temps réel.
- Ecole des Mines : banques de données, systèmes d'exploitation.

Nous noterons aussi dans cette catégorie les recherches du CNAM (Conservatoire National des Arts et Métiers) sur l'évaluation de systèmes et l'analyse des problèmes de gestion.

3°/ Centres de l'Administration et du Secteur Public

- Le Centre de Calcul du CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) est situé à ORSAY. Ses matériels servent aux recherches de physiciens de la Faculté d'Orsay.
- Le CNET (Centre National d'Etude des Télécommunications) est un centre interministériel rattaché au Ministère des P et T. Ses travaux portent sur les calculateurs de transmission spécialisés et le software associé ; sur la conception assistée par ordinateur et les langages graphiques ; sur la reconnaissance des formes.
- Les CETE (Ministère de l'Equipement) sont des centres régionaux équipés d'ordinateurs. Il ont développé des travaux importants, concernant en particulier le dépouillement denquêtes et les banques de données. Le CETE d'AIX en PROVENCE développe ainsi le système MIISFIT pour la

recherche simultanée d'informations par plusieurs usagers.

- D'autres centres de calcul (EDF, CEA ...) ont certainement eu également un certain nombre de projets de développement en software. Ces organismes ont toutefois pour l'essentiel des missions de service de calcul, et leurs noms ne figurent pas parmi ceux des centres de recherche dans la brochure éditée par la Délégation à l'Informatique et intitulée : "Le Software en France".

4°/ Constructeurs d'ordinateurs

Les projets des constructeurs ne sont en principe connus qu'au stade de la diffusion en clientèle. Nous ne pouvons donc présenter les projets des constructeurs.

Les équipes connues en France se situent :

- à la CII (Les Clayes-sous-bois),
- chez IBM (La Gourde et Grenoble),
- chez Honeywell-bull (Paris),
- à la Télémécanique Electrique (Grenoble),
- chez Philips (petits ordinateurs, à Fontenay-aux-roses).
- etc...

ITALIE

En Italie, la recherche officielle dans le domaine du software est, somme toute, relativement modeste. Cet état de fait peut être expliqué pour une bonne part par les circonstances historiques défavorables qui ont accompagné le développement de l'informatique dans le pays.

Les vicissitudes d'OLIVETTI dans le domaine des calculateurs sont bien connues. De cette manière s'est presque éteint ce qui aurait pu devenir un intense foyer national de créativité, non seulement en matière de hardware mais aussi de software. Très tôt l'Italie est devenue le champ clos des rivalités entre les grands constructeurs étrangers. Pendant plusieurs années le triomphe d'un seul d'entre eux a paru assuré. Une certaine dépendance intellectuelle des utilisateurs vis-à-vis des sociétés étrangères de hardware n'a guère favorisé les efforts de la Collectivité Publique pour la recherche en software. C'est ainsi qu'il n'y a pas en Italie l'équivalent du "plan calcul" français.

Il existe cependant une politique précise dans ce domaine, qui est inspirée par le C N R (Consiglio Nazionale delle Ricerche).

En 1971 a été créé, au sein du CNR, un Comité Spécial pour l'Informatique, présidé par le Professeur CARACCIOLO, à qui nous devons les informations principales contenues dans cet exposé.

Ce comité promeut le développement de la recherche, sur la base d'un budget de 700 millions de lires (environ six millions de francs français) pour l'exercice 1971/1972.

Divers instituts répartis à travers le pays consomment ce budget, qui a toutes les chances d'être pour le moins reconduit à l'ouverture du prochain exercice. Ces instituts sont essentiellement :

- à Pise, Istituto di Elaborazione delle Informazioni, qui dépend directement du CNR, la recherche en software y est animée par l'ingénieur

MOLNAR (voir monographie sur l'institut de Pise),

- à Rome, l'Istituto Applicativo del Calcolo, dont l'activité n'est guère orientée vers le software de base,
- à Milan, le Centre d'Etudes Informatiques de l'Ecole Polytechnique, dirigé par le Professeur CRISPI ; ce centre s'intéresse particulièrement aux problèmes concernant la structuration des données et les bases de données,
- à Bologne, le centre pour l'étude des systèmes hommes-machines, dont les préoccupations sont assez éloignées de l'objet du présent exposé.

Le Comité s'intéresse également aux travaux de l'Université de Bari, qui sont davantage orientés vers des buts didactiques que vers des buts de recherche pure.

Cette première étape de structuration de la recherche en Italie est jugée fort prometteuse par les personnes responsables qui considèrent qu'une impulsion puissante pourra être donnée au système dès que la situation politique générale se sera clarifiée. En effet, l'on assiste, dans les milieux dirigeants de l'Etat, à une prise de conscience de l'importance du problème.

Les axes généraux de recherche concernent moins les systèmes d'exploitation que les langages. En particulier un important projet, encore à ses débuts, porte sur la définition d'un langage autoextensible.

La coordination des travaux des diverses unités décentralisées est assurée par le Comité de façon assez peu autoritaire. En effet, l'idée de la définition d'un thème de recherche ne part pas du sommet mais de la base.

Chaque unité possède un conseil scientifique formé du Directeur de l'unité, de représentants du personnel et d'experts nommés par le CNR. Ce comité scientifique établit sur la base des propositions émises par les chercheurs un plan annuel.

Les contacts entre les chercheurs appartenant à des unités différentes et leurs rapports avec des spécialistes extérieurs (Université, constructeurs, sociétés de software privés ou publiques) ne sont pas régis par des règles formelles. Ils se développent que mieux ainsi, en vertu de l'excellence des relations personnelles qui lient les spécialistes issus d'un même milieu universitaire.

NOTE SUR L'ISTITUTO DI ELABORAZIONE DELLE INFORMAZIONI (PISE)

Eléments fournis par l'ingénieur MOLNAR, responsable de la recherche en software.

HISTORIQUE

L'unité de recherche a été fondée en 1957, en tant qu'institut de la Faculté de Physique. A cette époque, les objectifs de l'unité concernaient le hardware. Il s'agissait de construire une machine, baptisée CEP (Calcolatore elettronico pisano) c'était une machine à mots de 36 bits, avec une capacité de 8 K mots. La technologie était celle des diodes et des tambours, comme le voulait l'époque. Le CEP est resté longtemps privé de software.

Vers la fin des années 1960, l'institut, qui comptait alors une quinzaine de personnes, s'est attaché à combler cette lacune en réalisant pour le CEP, un assembleur, un FORTRAN II et divers programmes de services pour bandes. Désormais le CEP est désaffecté.

En 1971, l'institut a été placé dans l'orbite du CNR. La moitié des chercheurs se sont tournés vers d'autres activités, telles le calcul numérique, sous l'égide de l'Université de Pise.

Composition de l'équipe dirigée par l'ingénieur MOLNAR. L'équipe comprend à présent huit personnes de formation supérieure (écoles d'ingénieurs, faculté des sciences mathématique et physique). La première promotion d'informaticiens de l'Université de Pise sort durant l'été 1972.

Ressources machine connection avec l'IBM/67 de Pise moyennant un terminal lourd AKP.

Axes de recherches

Un premier axe de recherche, le plus important, concerne les langages extensibles et la portabilité des langages.

Une première réalisation sur AKP occupe 3 K (2 K pour les instructions, 1 K pour les tables).

Un second axe de recherche concerne les systèmes d'exploitation.

Ces axes de recherches sont liés, comme on peut le voir, aux préoccupations du Centre de Calcul de l'Université de Pise (voir entrevue du Professeur TORRIGIANI).

PAYS - BAS

Peu d'informations ont pu être obtenues sur l'état de la recherche aux Pays-Bas. La recherche en informatique se fait toutefois pour l'essentiel -en dehors de Philips- dans les Universités ou écoles.

Les organismes les plus connus sont :

- le TH (Technische Hogescholen) de Delft (P. AKOS)
Cette école a, en particulier, développé un compilateur ALGOL évolué pour IBM
- le TH de Eindhoven (D. MORSELT)
- les 2 Universités d'Amsterdam (P. SCHIPPER)
- l'Université de Groningen (D. SMITS)
- l'Université d'Utrecht (D. GOERTZ)

PAYS NORDIQUES

Quelques informations ont pu être réunies sur l'état actuel du développement du software au Danemark.

Comme il n'existe aucun rapport en langue allemande, anglaise, ou française, sur l'état du développement du software au Danemark, les informations que nous donnons ici proviennent toutes de communications orales faites par le Professeur NAUR.

Il y a actuellement deux Instituts danois qui sont concernés par le développement en software :

- l'Institut pour la logique des données à l'Université de Copenhague (professeur NAUR),
- l'Institut pour la logique des données de l'Université d'Aarhus.

Les projets les plus importants, auxquels travaillent en même temps les deux Instituts, sont les suivants :

- développement de systèmes en temps réel pour la suivie et le traitement de données résultant de mesures sur des rayons Gamma,
- développement de software pour la connexion d'un ordinateur Regnecentralen RC 4000 à des gros calculateurs de type IBM 370 et CDC 6000,
- amélioration du compilateur ALGOL du ordinateur RC 4000, avec pour objectif l'optimisation du code-objet,
- développement du noyau d'un système d'exploitation comportant un langage de commande simple, qui permette la réalisation de systèmes spécifiques d'une manière simple grâce à l'addition de modules appropriés.

metra

bruxelles francfort genève londres madrid
milan montréal new york paris rome vienne