

Message

**relatif à des mesures spéciales en faveur de la formation
et du perfectionnement ainsi que de la recherche en
informatique et en sciences de l'ingénieur**

du 2 décembre 1985

Messieurs les Présidents, Mesdames et Messieurs,

Nous vous soumettons, en vous proposant de les adopter, les projets d'arrêtés suivants:

- arrêté fédéral instituant des mesures spéciales en faveur de l'informatique et des sciences de l'ingénieur;
- arrêté fédéral concernant l'octroi de crédits au titre des mesures spéciales en faveur de l'informatique et des sciences de l'ingénieur;
- arrêté fédéral allouant un crédit d'engagement pour l'acquisition d'un ordinateur à hautes performances et la création d'un réseau informatique national pour les hautes écoles et la recherche.

Nous vous prions d'agréer, Messieurs les Présidents, Mesdames et Messieurs, les assurances de notre haute considération.

2 décembre 1985

Au nom du Conseil fédéral suisse:

Le président de la Confédération, Furgler
Le chancelier de la Confédération, Buser

Condensé

L'économie suisse déplore une pénurie aiguë d'ingénieurs disposant des connaissances nécessaires dans les technologies de pointe actuelles. De surcroît, l'informatique pose un problème particulier. En effet, notre pays, qui a l'une des densités d'ordinateurs les plus élevées du monde, dépend encore très largement de spécialistes étrangers dans le domaine de l'informatique. Les hautes écoles et les écoles techniques supérieures (ETS) suisses se sont certes beaucoup employées, ces dernières années, à développer l'informatique et à adapter les sciences de l'ingénieur aux exigences actuelles; mais ces mesures ont été prises trop tard pour permettre de combler le retard pris sur l'étranger. Compte tenu des efforts gigantesques auxquels s'astreignent les autres nations industrialisées, il est même à craindre que le fossé ne se creuse encore. Cela vaut en particulier pour la recherche dans ce domaine.

En présentant ce train de mesures, le Conseil fédéral veut contribuer à surmonter les difficultés actuelles dans l'informatique et dans les sciences de l'ingénieur. Ces mesures spéciales constituent une prestation unique et limitée dans le temps aux fins d'apporter la stimulation nécessaire. Elles couvriront en premier lieu les besoins des deux écoles polytechniques fédérales (EPF), mais serviront aussi à promouvoir la réalisation de projets d'intérêt national. Seront encouragés notamment les efforts des cantons visant à développer l'informatique dans leurs hautes écoles et leurs écoles supérieures, la Confédération se contentant d'assurer un financement partiel, qui dépendra des prestations que fourniront les cantons.

Parmi les principales mesures spéciales se trouve le financement de postes supplémentaires de professeurs et d'assistants engagés à titre temporaire. Une telle mesure permettra notamment d'améliorer les conditions d'enseignement, bien que l'effectif des étudiants continue à croître, de décharger les professeurs, qui pourront alors mieux se consacrer à des tâches de recherche, et de créer, pour la formation de la relève, des cours de perfectionnement en Suisse et à l'étranger. Une autre de ces mesures spéciales se rapporte aux postes de travail et emplois nécessaires à la formation



en informatique ainsi qu'à l'utilisation de celle-ci comme discipline auxiliaire dans les autres domaines universitaires; à ce titre, l'aide fédérale dont bénéficieront les cantons se limitera à la formation en informatique. Deux autres mesures concernent le renforcement de l'infrastructure de la recherche sur le plan national. En effet, un ordinateur-calculateur capable de très hautes performances comblera une lacune qui pourrait avoir de graves conséquences pour de futurs projets de recherche prometteurs, tandis que la mise en place d'un réseau national assurera l'échange d'informations et la transmission de données entre les diverses hautes écoles, ainsi que la liaison avec les réseaux internationaux.

Ces mesures spéciales entraîneront l'octroi de crédits d'engagement pour une somme de 207 millions de francs: 150 millions resteront dans le domaine de la Confédération, alors que 57 millions sont destinés aux cantons. La durée de validité des arrêtés fédéraux est limitée à cinq ans et, pour tenir compte de l'année universitaire qui ne coïncide pas avec l'année civile, débutera le 1er octobre 1986 pour expirer le 30 septembre 1991.

En adoptant ce train de mesures, la Confédération répond positivement aux recommandations des milieux de l'économie, des institutions de formation et des organes compétents en matière de politique de la science. Pour ce qui est des EPF, les mesures préconisées ont été harmonisées avec les recommandations contenues dans l'étude récemment faite concernant le domaine relevant du Conseil des EPF. Elles répondent en outre aux préoccupations et suggestions exprimées ces dernières années dans de nombreuses interventions parlementaires.

Message

1 Partie générale

11 Situation initiale

111 Importance des sciences de l'ingénieur et de l'informatique

Afin que notre pays puisse soutenir la concurrence sur les marchés mondiaux, il est indispensable d'avoir recours aux technologies nouvelles pour développer des produits toujours plus efficaces et de moins en moins coûteux. Cela implique de nouvelles exigences pour notre système de formation.

En premier lieu, il est nécessaire de disposer d'un plus grand nombre d'ingénieurs. Les entreprises japonaises, dont les succès ont été considérables au cours de ces dernières années, emploient, toutes proportions gardées, près de trois fois plus d'ingénieurs que des entreprises comparables dans notre pays. La Suisse souffre actuellement d'une pénurie d'ingénieurs et de scientifiques capables de promouvoir les nouveaux développements de façon rapide et sur une large échelle, aptes à réaliser l'automatisation et le contrôle de la production et des services et à même de conseiller la clientèle mondiale avec une parfaite compétence.

Il ne suffit cependant pas d'augmenter le nombre des ingénieurs: il faut encore que leur formation soit meilleure et, en partie, différente. Afin de pouvoir transposer dans un bref délai sur le plan pratique les progrès rapides dans les domaines de la physique, de la chimie, de la biologie, des mathématiques, de l'informatique, de l'électronique, des sciences des matériaux, etc., la nouvelle génération des ingénieurs a besoin d'accroître son expérience dans le domaine de la recherche. Une telle expérience s'acquiert surtout par des études postdiplôme ou par la préparation d'un doctorat, ce qui permet au jeune ingénieur de se familiariser avec les méthodes de recherche les plus récentes et les équipements les plus modernes. Cependant, il existe aussi des goulets d'étranglement et des besoins nouveaux dans la formation de base, là où l'on constate des hésitations et des retards dans l'intégration des dernières découvertes de l'électronique de pointe et d'autres connaissances en rapport avec les technologies avancées. Enfin, on manque aujourd'hui de jeunes diplômés dont la formation soit vraiment axée sur les



disciplines et spécialisations les plus récentes. La pénurie se fait particulièrement sentir dans le domaine de l'informatique.

L'évolution de la science et de la technique entraîne la création de disciplines spéciales distinctes, nées de la division de branches classiques du savoir, de leur combinaison ou de leur autonomie croissante. La masse de plus en plus grande des connaissances humaines aboutit inévitablement à la spécialisation. Cependant, celle-ci rend nécessaire le recours à des méthodes et approches interdisciplinaires. Pour pouvoir cerner les problèmes, il est indispensable de réunir des spécialistes d'orientations différentes. L'informatique, en sa qualité de science du traitement systématique d'informations et de données à l'aide d'un ordinateur programmé (ordinateur), s'est ainsi détachée de ses deux disciplines-mères que sont les mathématiques et l'électronique, pour devenir une discipline indépendante et se développer simultanément comme une science interdisciplinaire.

Aujourd'hui, l'informatique est une discipline universitaire indépendante comprenant un ensemble de domaines spéciaux tels que l'informatique théorique, l'informatique au service de l'ingénieur, l'informatique de gestion ou l'informatique médicale. Dans presque toutes les hautes écoles des Etats industrialisés du monde occidental, l'étudiant peut choisir l'informatique et suivre des cours allant du niveau élémentaire à une véritable formation d'informaticien. L'informatique est cependant aussi un moyen auxiliaire de plus en plus important pour les autres branches, pour la recherche et pour les fonctions que les hautes écoles exercent dans le domaine des prestations de services. Enfin l'informatique est un domaine du savoir qui doit s'étendre bien au-delà de la formation universitaire, afin de permettre à l'une des nouvelles technologies les plus importantes de notre époque - à savoir celle des ordinateurs - de trouver des applications judicieuses. L'ordinateur devient toujours moins cher, toujours plus sûr, plus performant et donc apte à des applications universelles. Il est utilisé non seulement en automatisation industrielle, mais également dans le secteur des services, en particulier dans la bureautique. Il devient un auxiliaire des plus utiles dans de nombreux domaines de l'existence, par exemple pour la régulation de la circulation automobile, pour la comptabilité, à l'atelier ou au laboratoire médical, mais également dans le ménage et pour les loisirs.

Toute évolution comporte à la fois des promesses et des risques. Indépendamment de la manière dont chacun apprécie ceux-ci et celles-là, il est incontestable que personne n'est en mesure de juguler la révolution technologique; la seule possibilité d'action consiste à l'infléchir dans tel ou tel sens. Nous pouvons créer les conditions qui nous permettront de maîtriser l'évolution et de contribuer à lui donner la direction souhaitée. Parmi ces conditions figure la diffusion d'un savoir de base sur les technologies nouvelles, sur les possibilités et les limites de l'utilisation de l'ordinateur; mais des efforts supplémentaires sont nécessaires aussi bien sur le plan de la culture générale que dans le cadre de la plupart des formations professionnelles. D'ici à l'an 2000, les professions, les loisirs et les comportements subiront des changements souvent radicaux. Les jeunes qui entreront dans la vie active à cette époque - les élèves d'aujourd'hui - et qui contribueront à forger l'avenir politique de notre pays doivent être préparés à affronter ces mutations. La société informatisée est en passe de devenir une réalité.

Ce nouvel objectif de la formation nécessite de grands efforts dans le domaine du perfectionnement professionnel des enseignants. Ceux-ci ont pour tâche de préparer la jeunesse à vivre dans un monde de processus automatisés et d'informations illimitées; pour ce faire, les enseignants ont besoin de connaissances de base sur la technologie qui a amené cette évolution ou qui a contribué à la déterminer; il leur faut donc acquérir des connaissances élémentaires en informatique. Parallèlement, les écoles s'équiperont pour disposer de l'infrastructure nécessaire. L'élève doit apprendre à travailler avec l'ordinateur et à faire bon usage de celui-ci, à tirer parti de ses multiples possibilités, mais aussi à mesurer ses limites.

Tout particulièrement dans les Etats possédant une puissante industrie des ordinateurs (p.ex. Japon, Etats-Unis et Grande-Bretagne), les autorités ont mis très largement l'accent sur l'équipement en ordinateurs et sur la formation en informatique; elles y consacrent des moyens importants. Dans ce contexte, certains impératifs de politique industrielle ne sont pas absents, ce qui facilite l'octroi de crédits pour l'acquisition des équipements nécessaires et a pour effet d'inciter les fournisseurs d'ordinateurs à accorder des rabais substantiels aux écoles, voire à leur offrir des livraisons gratuites. La Suisse n'a pas d'industrie de base dans le domaine des ordinateurs, mais elle constitue un mar-

ché intéressant pour les fabricants étrangers d'ordinateurs, en raison de sa capacité financière et du haut degré de développement de ses secteurs secondaire et tertiaire. Cette situation est génératrice de promesses et de difficultés: possibilité de choisir parmi une offre abondante, mais aussi danger d'un éparpillement de nos modestes forces sur un trop grand nombre de systèmes qui ne sont pas entièrement compatibles. Notre pays peut, précisément parce qu'il n'est pas lié par sa propre production d'ordinateurs, trouver et occuper des créneaux du marché consistant dans le développement en Suisse de matériel spécial pour ordinateur, par exemple d'appareils d'entrée et de sortie souples et très fiables ou encore de microprocesseurs à buts spéciaux. Dans le domaine du logiciel, c'est-à-dire des programmes commandant l'ordinateur dans la recherche d'une solution aux problèmes posés, il y a actuellement et il y aura pour longtemps encore d'énormes besoins de prestations de services, lesquels nécessitent des spécialistes, des chercheurs et des conseillers en matière de logiciel, tous au bénéfice d'une formation suffisamment diversifiée et d'une bonne expérience. La Suisse a ainsi la possibilité de compenser en partie les emplois perdus au cours des dernières années et de prévenir de futures pertes dans certaines branches en péril. Cela dépend, toutefois, d'une double condition: d'une part, les pouvoirs publics se doivent de redoubler leurs efforts de formation et de perfectionnement, tandis que, d'autre part, l'économie doit avoir la volonté de relever ces nouveaux défis, de s'affirmer sur les marchés internationaux et de s'employer à coopérer avec des entreprises étrangères, notamment européennes.

Les nations industrielles modernes doivent faire face à des mutations structurelles de leurs économies; ces changements sont à la fois rapides et profonds. Parmi les principaux éléments générateurs du développement scientifique et technique figurent les nouvelles technologies qui reposent sur la micro-électronique et l'informatique. Dans le secteur des services et dans celui de l'information par exemple, où l'évolution est particulièrement rapide, le mariage de l'informatique et des télécommunications a débouché sur la télématique, qui ouvre maintes possibilités nouvelles en matière de transmission, de traitement et de stockage de l'information. Ainsi, d'une part, les activités de bureau sont automatisées et, d'autre part, la télématique, avec les "nou-

veaux médias", offre un marché très prometteur. Des effets cumulatifs apparaissent dans le secteur secondaire, où non seulement les travaux de bureau sont automatisés, mais encore l'ensemble des installations servant à la production a subi des transformations profondes à la suite de la mise en service de machines assistées par ordinateur et de l'introduction de la robotisation. Outre la rationalisation, nombreuses sont les possibilités de développer et de fabriquer des systèmes et produits nouveaux. En liaison avec l'informatique, on assiste à la naissance de nouveaux domaines du savoir faisant partie des sciences de l'ingénieur, par exemple la mécatronique (mécanique et électronique), la robotique et "l'intelligence artificielle". Une autre avancée tout aussi importante se dessine actuellement avec les progrès scientifiques et techniques réalisés dans le domaine de la biotechnologie et du génie génétique.

Ces mutations structurelles à l'échelle mondiale impliquent pour les travailleurs une modification des exigences concernant leurs qualifications. On remarque les changements qui se dessinent sur le marché de l'emploi au fait que le nombre des chômeurs augmente dans certaines branches de l'économie, alors que, dans certaines professions d'avenir, il y a pénurie aiguë de main-d'oeuvre, en particulier dans toutes les professions de l'informatique. Selon une estimation de Prognos SA, à Bâle, il devrait y avoir en Suisse une perte de quelque 60'000 emplois consistant en fonctions simples et subalternes durant la période allant de 1980 à 1990. De l'avis de Prognos, ces pertes pourraient être largement compensées par la création de 80'000 à 90'000 emplois pour la plupart qualifiés, à la condition, toutefois, que l'économie suisse et les établissements de formation présentent une capacité d'adaptation suffisante. C'est ainsi que se renforcera la tendance à de profondes modifications des qualifications requises; ce phénomène a été constaté depuis le début des années septante déjà. Une autre évolution sur le marché du travail pourrait avoir une conséquence importante, à savoir le besoin croissant d'informaticiens et d'ingénieurs dans les disciplines les plus diverses. En effet, l'importance de l'ingénieur ne croît pas seulement avec l'automatisation du secteur industriel (p.ex. dans une fabrique japonaise de robots, 30% des personnes occupées sont des ingénieurs). Du fait de l'utilisation massive d'installations assistées par ordinateur, il faut pouvoir disposer depuis peu de plus d'ingénieurs et d'informaticiens dans le secteur des services également, alors même que le secteur secondaire et le tertiaire sont de plus en plus interdépendants. Dans

le domaine bancaire, les ingénieurs formeront bientôt la deuxième catégorie dans l'ordre d'importance des postes occupés par des universitaires. Aujourd'hui déjà, les besoins en ingénieurs spécialisés dans l'informatique, l'électro-technique et l'électronique ne sont pas couverts et ils continueront à croître.

Une dure compétition a opposé, ces dernières années, les Etats-Unis et le Japon à l'Europe pour la conquête, sur les marchés internationaux, d'une position dominante, qui est déterminante pour le marché du travail et l'emploi; l'Europe a hélas été dépassée. La compétitivité de l'économie privée et, indirectement, la faculté d'adaptation de la recherche et de la formation aux nouvelles technologies se mesurent à la part de chaque pays dans les exportations de technologie avancée, par rapport à leurs exportations de biens industriels ou aux exportations de haute technologie d'autres Etats. Le tableau 1 montre que, à l'exception de la Suisse et de la RFA, tous les pays de l'OCDE mentionnés sont parvenus à augmenter leur part de biens de haute technologie dans leurs exportations de produits industriels (la comparaison inclut les machines textiles et les machines-outils qui, en Suisse, sont prises en compte comme technologies de pointe, en raison de la part élevée de la recherche et du développement dans le chiffre d'affaires). Cette évolution constatée en Suisse ne peut pas s'expliquer uniquement par le déplacement d'ateliers et d'usines à l'étranger, car il est rare que des sociétés multinationales produisent de nouveaux articles exclusivement à l'étranger.

Part des exportations de haute technologie des divers pays par rapport à leurs exportations de biens industriels, y compris les machines textiles et machines-outils
(en pour-cent)

Tableau 1

	1965	1976	1980	1983
Etats-Unis.....	30,3	33,8	37,0	42,5
Japon.....	21,7	27,2	30,3	34,8
RFA.....	26,9	25,7	25,8	26,7
France.....	19,2	21,8	22,0	24,8
Grande-Bretagne.....	24,5	27,0	29,5	32,8
Suède.....	13,0	17,4	17,7	18,9
Suisse.....	47,8	42,1	40,4	40,4

Source: Calculs de l'Office fédéral des questions conjoncturelles à partir de données statistiques de l'OCDE

Le tableau 2 montre que le centre de gravité de la force innovatrice sur les plans économique et technique s'est déplacé de l'Atlantique vers le Pacifique. En ce qui concerne leurs parts respectives dans les exportations de haute technologie, les sept pays européens englobés dans la comparaison sont tout juste parvenus à maintenir leurs positions ou ont même subi des pertes plus ou moins considérables. Le recul de la Suisse est frappant.

Part des divers pays dans les exportations de haute technologie des sept Etats réunis, y compris les machines textiles et les machines-outils
(en pour-cent)

Tableau 2

	1965	1976	1980	1983
Etats-Unis.....	33,3	28,7	28,6	30,4
Japon.....	9,2	17,3	18,1	23,3
RFA.....	23,4	23,9	21,8	19,4
France.....	9,0	10,5	10,5	9,4
Grande-Bretagne.....	15,5	11,0	13,3	10,6
Suède.....	2,4	2,9	2,4	2,3
Suisse.....	7,2	5,7	5,3	4,6
Total.....	100	100	100	100

Source: Calculs de l'Office fédéral des questions conjoncturelles à partir de données statistiques de l'OCDE

Une comparaison sur le plan des diverses catégories de produits de haute technologie met en évidence de façon encore plus nette les faiblesses structurelles actuelles et potentielles de notre économie: la Suisse est parvenue à renforcer sa position précisément dans les branches en déclin sur le plan mondial (machines textiles et machines-outils), tandis qu'elle a perdu du terrain dans les groupes de produits en pleine expansion (machines de bureau, ordinateurs, technique des télécommunications et électronique).

Les Etats européens se rendent de mieux en mieux compte de leurs faiblesses technologiques. Une collaboration européenne plus étroite devrait leur permettre de regagner le terrain perdu; ils manifestent à tout le moins la volonté de ne pas rester inactifs face aux grands efforts de recherche des autres continents, y compris ceux déployés aux Etats-Unis. Au sein de la Communauté européenne (CE), des sommes considérables sont affectées à divers projets communs. Dans le domaine des technologies de l'information, il y a lieu de mentionner les programmes ESPRIT et RACE. Le projet EUREKA

que vient de lancer la France a également pour but de promouvoir les technologies en rapport avec l'information.

Bien que la Suisse fasse partie du groupe des petits pays d'Europe, elle appartient toutefois au groupe des huit Etats les plus actifs en matière de recherche et elle est compétitive sur le plan mondial dans une série de domaines importants pour la science et la technique. On y dépense chaque année quelque 5 milliards de francs pour la recherche et le développement, dont les trois quarts proviennent directement de l'économie privée suisse et sont fournis, pour l'essentiel, par des groupes de l'industrie chimique et électrotechnique ainsi que par l'industrie des machines. Pays pauvre en matières premières, la Suisse doit depuis longtemps tirer parti de la seule dont elle dispose en abondance, sa "matière grise". Il est donc très important pour elle de s'assurer une bonne compétitivité dans les domaines de l'économie où la formation et la capacité de production jouent un rôle-clé.

Malgré des conditions favorables, la Suisse, comme d'autres pays européens, est tombée dans une nouvelle et périlleuse dépendance de l'étranger. En effet, bien que, depuis les années cinquante, des savants de réputation mondiale aient enseigné et entrepris des recherches à l'EPF de Zurich, une mise en valeur industrielle a cruellement fait défaut par la suite, malgré l'existence d'un grand marché intérieur; la cause en est l'absence d'un marché-pilote pour les technologies de pointe. C'est ainsi qu'aujourd'hui la Suisse ne possède pas sa propre industrie de base dans le domaine des ordinateurs. Certes, notre pays est celui où la densité d'ordinateurs est l'une des plus élevées par rapport à la population. Cependant, les machines de traitement de l'information et leurs composants électroniques ("chips") sont presque tous importés: 60 pour cent des composants proviennent des Etats-Unis, 30 pour cent du Japon et 10 pour cent seulement de l'Europe. De même, là où il s'agit de travaux intellectuels tels que la création de logiciels et les conseils en la matière, la Suisse connaît une pénurie d'ingénieurs et de spécialistes du traitement électronique des données. Le développement de systèmes et la programmation font, aujourd'hui déjà, partie intégrante de nombreux projets techniques. On estime que la moitié de toutes les heures de travail des ingénieurs est consacrée à des travaux de ce genre. Etant donné le nombre restreint de spécialistes formés en Suisse, les entreprises se voient contraintes de les recruter à l'étranger ou de confier la production de leurs logi-

ciels à des entreprises étrangères. Environ 65 pour cent des informaticiens de niveau universitaire occupés dans l'industrie suisse sont des étrangers (informaticiens ETS: 30%); pour les ingénieurs électriciens et les ingénieurs sur machines du même niveau, cette proportion est de 40 pour cent (ingénieurs ETS: 20%). Cette grave pénurie de personnel hautement qualifié entrave le lancement de grands projets dans le domaine des logiciels. Elle a notablement contribué à l'échec du développement du système de télécommunication intégré des PTT.

Les besoins de l'économie se sont modifiés, ce qui implique de nouvelles exigences en ce qui concerne le système d'éducation et de formation: la Suisse a un urgent besoin d'ingénieurs, en particulier d'ingénieurs électriciens et d'ingénieurs possédant d'excellentes connaissances en informatique et d'informaticiens, cela tant au niveau universitaire qu'au niveau ETS. Les 1100 ingénieurs EPF et les 1900 ingénieurs ETS qui terminent chaque année leurs études ne représentent que 3 pour cent d'une classe d'âge, tandis que la proportion est de 6 pour cent au Japon. A l'heure actuelle, les jeunes manifestent un intérêt accru pour l'informatique et une inclination plus forte pour les autres sciences de l'ingénieur. Si les hautes écoles et les ETS parviennent à résorber leurs goulets d'étranglement et à offrir un enseignement et des possibilités de recherche qui soient bien adaptés aux exigences présentes et futures concernant les technologies de pointe, le retard actuel pourra être rattrapé en quelques années. Plus spécialement dans les nouveaux domaines techniques cruciaux pour l'innovation - outre l'informatique, également les sciences de l'ingénieur qui évoluent très rapidement grâce à elle -, il est indispensable de créer une base de recherche solide, notamment dans le domaine de la recherche fondamentale. De la sorte, nous pourrions réduire la dépendance de notre pays à l'égard de l'étranger et nous aurons, de surcroît, des chances de reprendre pied dans des domaines qui paraissaient perdus pour nous.

En présence de mutations structurelles dont le rythme est toujours plus rapide, la perte d'emplois dans certaines branches économiques est inévitable. Ces pertes seront-elles compensées par la création d'emplois dans de nouvelles branches en pleine expansion? La réponse est incertaine. Il est toutefois certain que les nouveaux emplois apparaissent surtout là où les technologies de pointe sont maîtrisées et appliquées avec succès.

L'entrée des hautes écoles suisses dans l'ère de l'informatique s'est effectuée de manière très prometteuse. L'EPF de Zurich a bénéficié, au début des années cinquante, de l'un des premiers ordinateurs installés dans une haute école sur le continent européen. Les travaux de recherche, dans le domaine des mathématiques numériques, effectués par l'Institut des mathématiques appliquées sur des ordinateurs des deux premières générations, ont été appréciés dans le monde entier.

Une décennie plus tard, les besoins croissants de la recherche universitaire dans le domaine de l'informatique et autour de celui-ci ainsi que la demande considérablement accrue, de la part des administrations publiques, en prestations de calcul ont abouti à la création de centres de calcul. Des centres adéquats ont été mis en service entre 1958 et 1962 aux deux EPF et dans la plupart des universités cantonales; ils ont été généralement établis dans le voisinage des instituts de mathématiques appliquées (mathématiques numériques, recherche opérationnelle, économétrie).

A la phase de mise sur pied des centres de calcul universitaires succéda, dans les années soixante et au début des années septante, celle de la création d'instituts spécialisés d'informatique. L'informatique devint dès lors une science autonome, avec ses propres problèmes et interrogations qui débordent le cadre des différentes disciplines de base dans ce domaine et appellent une forme institutionnelle appropriée. En 1967 fut constitué, à l'EPF de Zurich, le groupe des "sciences de l'ordinateur"; trois ans plus tard, l'Institut de traitement électronique de l'information fut fondé à l'Université de Zurich et, en 1976, le Centre universitaire d'informatique à Genève. Là où la dimension de l'université et les disciplines sur lesquelles est mis traditionnellement l'accent n'ont pas permis la création d'un institut autonome d'informatique, des chaires isolées d'informatique ont du moins été créées. Leurs titulaires ont dû en premier lieu se consacrer à la mise en place d'une infrastructure spécifique et à des tâches de formation et de relations publiques. Pendant cette phase de démarrage, la recherche proprement dite n'a été possible que dans certaines limites, même dans les grands instituts d'informatique.

Depuis le début des années huitante, toutes les hautes écoles suisses, à l'exception de l'Université de Bâle, offraient une formation de base en informatique; à Genève et à Zurich, ainsi que dans les deux écoles polytechniques fédérales, il est possible de choisir l'informatique comme discipline principale. Dans notre pays, l'informatique en tant que discipline scientifique et science auxiliaire est donc solidement établie sur ses bases, mais avec dix ans de retard par rapport à de nombreux autres pays.

113.1 Formation et perfectionnement

Entre 1980/81 et 1984/85, le nombre des étudiants ayant choisi l'informatique comme branche principale dans les hautes écoles suisses a décuplé; pour la seule année 1984/85, cet effectif a connu, par rapport à 1983/84, une augmentation supérieure à 50 pour cent pour atteindre 1800 unités. Durant la même période de cinq ans, le nombre des chaires n'a pratiquement que doublé, alors que la croissance du corps enseignant pris dans son ensemble a été inférieure à 50 pour cent. Au terme de cette période, on comptait moins de 30 enseignants à plein temps disponibles pour la formation. De même, le corps intermédiaire, qui pourrait décharger les enseignants de certaines tâches pédagogiques, est beaucoup trop restreint. Durant ces dernières années, aucune autre branche universitaire n'a enregistré des taux de croissance aussi élevés et nulle part ailleurs les conditions d'accueil et de formation des étudiants ne se sont détériorées de façon aussi grave.

Les hautes écoles suisses ont été dépassées par le développement rapide de cette nouvelle discipline universitaire. Les raisons principales en sont: l'absence de suggestions en provenance de l'extérieur au moment des phases de planification, les utilisateurs potentiels ayant longtemps sous-estimé leurs besoins en ingénieurs spécialisés dans l'informatique; des conditions financières peu favorables en raison du plafonnement de l'effectif du personnel et de la réduction des subventions accordées par les pouvoirs publics; des obstacles propres aux hautes écoles, où les nouvelles disciplines ont de la peine à s'imposer face aux branches traditionnelles. Toutes les hautes écoles sont touchées et, outre les étudiants ayant choisi l'informatique comme branche principale, un nombre toujours plus élevé d'étudiants suivent des cours d'informatique comme branche secondaire ou désirent recevoir une certaine formation de base dans cette discipline.

A l'exception de l'Université de Bâle, on peut aujourd'hui étudier l'informatique en tant que branche principale dans toutes les universités de Suisse. Il convient cependant de distinguer, d'une part, un cycle d'études en informatique générale avec l'accent mis sur l'informatique des mathématiques et l'informatique des sciences de l'ingénieur et, d'autre part, un cycle d'études en informatique économique et de gestion.

Le but visé par des études où l'informatique est la branche principale n'est autre que la formation d'universitaires qui soient en mesure de poursuivre le développement des méthodes de l'informatique et de ses applications à de nouveaux domaines spécialisés, tout en élargissant les connaissances sur le traitement automatique de l'information. Etant donné l'effectif insuffisant du personnel, on risque aujourd'hui de ne pas pouvoir atteindre cet objectif.

Le manque de personnel n'a pas pour unique conséquence des insuffisances dans l'encadrement des étudiants; il va même jusqu'à empêcher ou retarder l'indispensable développement de l'informatique en tant que discipline secondaire et science auxiliaire. Il y a, certes, dans chaque université ou haute école la possibilité de choisir l'informatique comme branche secondaire. Toutefois, les possibilités offertes de la combiner avec diverses disciplines principales sont encore loin d'être satisfaisantes. En effet, le caractère nettement interdisciplinaire de l'informatique, le champ d'application très vaste de celle-ci et le fait que les méthodes et moyens utilisés par cette nouvelle discipline influent de façon décisive sur les modes de pensée et de travail dans un grand nombre de domaines du savoir, tout cela appelle une réforme des études. Dans de nombreux domaines éloignés des disciplines de base de l'informatique, par exemple en médecine, droit, histoire, archéologie et linguistique, cette indispensable adaptation des plans d'études se fait encore attendre.

De surcroît, dans la plupart des hautes écoles, la formation de base en informatique n'est pas encore satisfaisante. Elle existe certes partout depuis l'automne 1985; cependant, sur les 15'000 étudiants qui ont commencé leurs études universitaires au semestre d'hiver 1984/85, seul un tiers d'entre eux avait reçu une formation élémentaire en informatique. Celle-ci devrait être déclarée obligatoire pour la majorité des étudiants et dans la plupart des formations, l'important étant alors de donner à ceux-ci un minimum de connaissances

sur la structure, le fonctionnement et les applications de l'ordinateur dans la branche qu'ils étudient, ainsi que de les initier à un travail systématique de programmation.

Enfin, il n'est guère étonnant de constater que, parallèlement aux tâches d'enseignement qui sont prioritaires dans la formation de base et dans l'étude de la branche principale, des efforts supplémentaires s'avèrent aussi nécessaires en matière de perfectionnement et de formation continue; les programmes adéquats offerts aujourd'hui sont en effet des plus rares. A cet égard, les premières personnes touchées ne sont pas seulement les étudiants et les autres utilisateurs potentiels de prestations de services fournies par les hautes écoles, mais encore le personnel scientifique de ces établissements. Dans de nombreux instituts universitaires, les collaborateurs ne disposent pas des connaissances nécessaires pour pouvoir utiliser judicieusement à des fins scientifiques les systèmes informatiques déjà disponibles dans leur spécialité.

113.2 Recherche

Depuis les débuts de l'informatique, on constate, à l'échelle mondiale, que le "centre de gravité" de la recherche en informatique s'est déplacé des hautes écoles vers les laboratoires où les fabricants développent des ordinateurs destinés à la vente en grandes séries. Les nombreuses activités de recherche de l'industrie des ordinateurs ne dispensent pourtant pas - bien au contraire - les hautes écoles suisses du devoir de faire elles-mêmes de la recherche. D'une part, la recherche industrielle qui vise à développer des produits a besoin de compléments dans le domaine de la recherche fondamentale. D'autre part, une propre activité de recherche atténue la dépendance, aujourd'hui déjà très forte, à l'égard des connaissances et produits en provenance de l'étranger et offre aux entreprises suisses l'occasion de collaborer avec des instituts universitaires du pays. Enfin, le succès d'un enseignement dépend très largement des propres travaux de recherche de l'enseignant. Dans un domaine du savoir tel que l'informatique où l'évolution est si rapide, un éloignement excessif par rapport aux endroits où se fait la recherche a pour conséquence inexorable que la formation a du retard sur ce qui se fait à l'étranger.

Bien que l'importance de la recherche universitaire en informatique ne soit pas contestée dans les milieux économiques et universitaires, l'ampleur des recherches est tout à

fait insuffisante à l'heure actuelle. Seules les deux EPF et les Universités de Genève et de Zurich se livrent aujourd'hui à des activités de recherche soutenues. Il suffit d'avoir un aperçu des recherches en cours dans notre pays pour constater que, par comparaison avec l'étranger, nous nous bornons à travailler dans certains secteurs de recherche seulement. La situation laisse à désirer non seulement dans la recherche en informatique proprement dite, mais également dans le recours à l'informatique comme instrument au service de la recherche et comme moyen de soutien de la recherche dans d'autres disciplines. La simulation basée sur l'informatique est actuellement le troisième pilier de la recherche, aux côtés de la théorie et de l'expérimentation traditionnelle. L'informatique permet en effet d'élargir considérablement la méthode expérimentale classique et ce dans presque toutes les sciences. Or, de nombreux chercheurs sont encore insuffisamment familiarisés avec les méthodes basées sur l'informatique; des projets de recherche allant dans ce sens sont relativement rares dans les hautes écoles suisses.

La raison de cette situation peu satisfaisante saute aux yeux: la pénurie de personnel oblige à concentrer les forces. Le chercheur universitaire est en même temps, voire d'abord, un formateur; la lourde charge de l'enseignement, celle de l'encadrement des étudiants ainsi que l'indispensable travail de vulgarisation, plus que jamais nécessaire pour une branche encore jeune, tout cela est accompli au détriment de programmes de recherche de grande envergure. Aux faiblesses dans la dotation en personnel s'ajoutent encore les carences de l'infrastructure en matière de recherche. Récemment encore, les hautes écoles suisses manquaient d'un ordinateur à hautes performances et, aujourd'hui déjà, on pressent la nécessité de disposer bientôt d'un "superordinateur" de la prochaine génération.

En Suisse, la recherche universitaire en informatique a, par le passé, fourni des prestations d'avant-garde. C'est ainsi que les développements de l'EPF de Zurich dans le domaine des langages de programmation (ALGOL, PASCAL) ont acquis une réputation mondiale. A l'heure actuelle, la poursuite d'une fructueuse activité de recherche sur le plan international est toutefois en péril au sein de nos hautes écoles spécialisées. La situation ne pourra s'améliorer qu'à partir du moment où l'enseignement sera organisé de façon appropriée.

Les hautes écoles suisses disposent actuellement de centres de calcul équipés d'ordinateurs de capacité moyenne qui suffisent généralement à satisfaire aux exigences. Les ordinateurs installés correspondent à l'état actuel du développement et sont adaptés à la taille des écoles. En revanche, bon nombre de ces écoles ont de la peine à s'adapter aux tendances de plus en plus fortes à la décentralisation des prestations fournies par l'ordinateur; cette évolution découle des nouvelles possibilités technologiques et obéit à une nécessité sur le plan pédagogique et sur celui de la rationalisation des travaux. Dans le rapport de forces entre l'utilisateur et la machine, l'utilisateur reprend peu à peu le dessus. Le centre de calcul très centralisé a perdu son monopole et devient le noyau d'un vaste réseau universitaire de grande capacité. Un tel réseau offre de grandes capacités de stockage et de traitement des données (ordinateurs à hautes performances, ordinateurs conçus pour des banques de données), ainsi que des fonctions spéciales exigeant de nombreuses unités d'entrée et de sortie (périphérique avec terminaux et imprimantes). Les services et catégories d'utilisateurs les plus divers sont rattachés au réseau qui, une fois achevé, englobera presque tous les domaines des hautes écoles. Les tâches de petite et moyenne envergure sont accomplies à l'aide d'ordinateurs personnels à la place de travail; pour les contrôles de processus industriels, et le travail (en direct) présentant des exigences plus élevées, les instituts universitaires qui travaillent dans l'informatique et les branches annexes utilisent en outre des mini-ordinateurs. L'individu disposera donc directement, à sa place de travail, d'un nombre toujours plus grand de fonctions et de capacités de traitement. Il peut dialoguer avec l'ordinateur de la manière la plus simple, adaptée à son propre mode de travail. Outre les étudiants en informatique qui effectuent la plus grande partie de leurs exercices et travaux pratiques sur leur petit ordinateur personnel, les étudiants et les chercheurs dans d'autres domaines spécialisés profitent également de ces progrès, en particulier les groupes interdisciplinaires dans l'enseignement et la recherche avancés. En effet, les membres des groupes sont souvent installés dans des locaux dispersés et ont souvent besoin de communiquer avec l'extérieur; or, un réseau universitaire informatisé permet d'établir des liens directs avec les autres collaborateurs du projet en question (dialogue ou courrier électronique) et d'avoir accès aux résultats intermédiaires ou définitifs recensés dans la banque de données commune du projet.

L'organisation traditionnelle du centre de calcul doit donc évoluer vers un véritable service d'informatique en mesure de gérer un système décentralisé et de conseiller un cercle d'utilisateurs très divers qui y sont raccordés. Un tel service devrait aussi assurer le raccordement à des réseaux interuniversitaires, nationaux et internationaux. Bien qu'à l'heure actuelle la plupart des hautes écoles n'aient fait que les premiers pas dans la direction de ce vaste réseau universitaire, on constate partout une grave pénurie de spécialistes de systèmes pour la planification et l'exploitation du matériel et du logiciel nécessaires à la gestion intégrée, ainsi que de personnel apte à conseiller et à aider les utilisateurs.

Un autre besoin n'est de loin pas couvert dans les hautes écoles; il s'agit des ordinateurs individuels et des ordinateurs collectifs à base de microprocesseurs, qui permettent aussi bien le traitement direct et autonome des données et des textes que le raccordement à des ordinateurs plus puissants.

113.4 Collaboration interuniversitaire - coordination

L'importance de l'informatique pour la totalité ou presque des domaines d'étude est si considérable qu'aucune haute école ne saurait renoncer à ses propres efforts en matière d'enseignement et de prestations de services. La coordination ne signifie donc pas concentration de la formation en informatique sur quelques hautes écoles, mais collaboration et répartition des tâches, afin de tirer un profit maximum du personnel et des moyens matériels à disposition. Dans cette perspective, la collaboration existante et l'actuelle structure de la coordination peuvent être qualifiées de bonnes; en effet, il n'y a pas, en Suisse, de haute école qui s'isole sur le plan de l'informatique et refuse de coopérer.

La collaboration est naturellement très étroite entre les universités et les EPF de Lausanne et de Zurich; il en va de même entre les deux EPF. Sur le plan régional, il convient de relever en particulier les cours d'informatique du 3e cycle qui constitue l'un des points forts de la coordination instaurée par la Conférence universitaire romande créée en 1968. Les cours et séminaires offerts aux candidats au doctorat et aux chercheurs universitaires des domaines les plus divers suscitent un grand intérêt. Sur le plan national, la collaboration des hautes écoles est assurée par la Commis-

sion de planification universitaire ainsi que par la Commission d'informatique (CICUS) de la Conférence universitaire suisse (CUS). La première des deux commissions précitées veille à la mise à disposition et à l'échange d'informations sur la conception, les moyens existants et les perspectives de développement des hautes écoles dans le cadre de l'aide fédérale aux universités. Elle est assistée par la CICUS, qui élabore des propositions concernant d'éventuels domaines de collaboration et donne aussi son avis, pour le compte de la CUS, sur des questions techniques en rapport avec les subventions fédérales pour l'informatique.

114 **L'informatique dans les écoles techniques supérieures**

Les écoles techniques supérieures ou écoles d'ingénieurs ETS sont soumises à la loi fédérale du 19 avril 1978 sur la formation professionnelle (RS 412.10). Ces ETS sont cantonales, intercantionales ou relèvent de collectivités de droit privé. Elles se répartissent comme il suit:

Ecoles de jour

Bâle/Muttenz
 Bienne
 Brugg-Windisch
 Buchs (SG)
 Berthoud
 Fribourg
 Genève
 Lausanne (esig+)
 Le Locle
 Lugano-Trevano
 Lucerne-Horw
 Rapperswil
 Saint-Imier
 Winterthour
 Yverdon-les-Bains

Ecoles du soir

Berne
 Coire
 Genève
 Granges-Soleure
 Lausanne (ETSL)
 Lucerne-Horw (ATIS)
 Saint-Gall
 Zurich

En 1984, elles formaient pour l'ensemble de la Suisse 8308 futurs ingénieurs ETS dans 18 options ou spécialités différentes. Les 15 écoles de jour, offrant un cycle d'études de trois années à plein temps comprenant 4200 leçons au moins comptaient 6575 étudiants et 1562 diplômés en 1984. En outre, huit écoles d'ingénieurs du soir accueillait comme étudiants inscrits 1733 personnes exerçant une activité lucrative, dont 301 ont achevé avec succès leur formation s'étendant sur neuf semestres.

Outre les cinq disciplines classiques pour les ingénieurs, à savoir le bâtiment, le génie civil, l'électricité (y compris l'électronique), la construction de machines et la chimie, les écoles d'ingénieurs ETS assurent une formation dans les spécialités suivantes:

- Paysagisme
- Urbanisme
- Mensuration
- Arts graphiques
- Génie médical
- Génie nucléaire
- Génie chimique (en général ou matières plastiques)
- Emballage et logistique
- Technique automobile
- Microtechnique
- Chauffage, ventilation et climatisation
- Informatique

Tout comme les hautes écoles, les ETS ont fait, ces dernières années, de grands efforts pour introduire et développer l'informatique en leur sein.

Aujourd'hui, les jeunes diplômés de ces écoles ont généralement bénéficié d'un enseignement d'initiation à l'informatique réparti sur une centaine de leçons et ils ont appris l'une ou l'autre langue de programmation (PASCAL, BASIC, FORTRAN, etc.). Quatre écoles de jour et une école du soir forment des ingénieurs en informatique (1984: 41 diplômés), tandis que six ETS de jour et cinq ETS du soir offrent des études postdiplôme et organisent aussi des cours pour ingénieurs diplômés (EPF et ETS). Dans la formation et le perfectionnement en informatique, l'accent est mis sur l'ingénierie des logiciels, la technique des systèmes en matière de logiciels, la construction et la fabrication assistées par ordinateur (CAD/CAE/CAM) et la technique des procédés informatisés.

Cette offre, satisfaisante à première vue, ne doit cependant pas faire illusion et masquer les goulets d'étranglement qui existent à l'heure actuelle dans les ETS, un peu comme dans les hautes écoles. En effet, au cours de ces dernières années, la plupart des ETS ont eu de la peine à suivre l'évolution rapide de la technique en général et des nouvelles technologies en particulier. Cette situation n'est pas uniquement due aux progrès technologiques, mais à d'autres causes encore: des conditions générales défavorables, notamment la réduction des subventions allouées par les pouvoirs publics et le plafonnement de l'effectif du personnel - deux

phénomènes qui se renforcent mutuellement -, les difficultés de recrutement d'enseignants en informatique et technologies de pointe, sans parler des fluctuations conjoncturelles et des difficultés structurelles de l'économie. A cela s'ajoute le nombre toujours plus élevé des étudiants dans les ETS de jour (accroissement entre 1970 et 1984: de 4658 à 6575 étudiants, soit une augmentation de 41%).

Les problèmes précités ont débouché sur une situation dans laquelle:

- les enseignants ne pouvaient pas obtenir, ou du moins pas pour une durée suffisante, les congés nécessaires à leur perfectionnement;
- l'engagement souvent urgent d'enseignants, d'assistants, de personnel de laboratoire et d'entretien n'a pas pu avoir lieu;
- la modernisation des appareils, installations et locaux n'a pas pu être réalisée en temps utile;
- la création et le développement de nouvelles options et spécialités ainsi que l'offre d'études et de cours post-diplôme ont été retardés.

Parmi les nouvelles options et les nouveaux enseignements dont la nécessité est évidente figurent, en particulier, les domaines de la construction de machines assistée par ordinateur et l'informatique économique. Dans le cadre du deuxième programme d'impulsion (1982-1988), des conceptions et programmes appropriés ont été établis et ont fait l'objet de tests. Cependant, la pénurie d'enseignants et le manque de postes de travail ont empêché d'intégrer rapidement dans la formation de base des ingénieurs ETS les leçons tirées des expériences faites.

115 Les sciences de l'ingénieur aux écoles polytechniques fédérales

L'informatique et ses applications font partie des nouveaux domaines qui ont une influence déterminante sur le progrès technologique dans notre pays et, par conséquent, sur la compétitivité de la Suisse sur le plan international. A cet égard, il y a lieu de mentionner la microtechnique - plus spécialement la micro-électronique et l'opto-électronique -, la mécatronique axée sur le développement d'automates et de robots, la technologie des lasers, l'étude des matériaux et

la biotechnologie. Dans ces technologies dites de pointe, il s'agira pour la Suisse de reconquérir au cours des prochaines années le terrain perdu ou, à tout le moins, de défendre les positions acquises face à une concurrence internationale toujours plus vive.

Dans le domaine de la formation universitaire, ce sont les deux EPF qui ont pour mission de former, en Suisse, les ingénieurs du niveau le plus élevé. Deux tiers environ des ingénieurs et spécialistes de niveau universitaire, au bénéfice d'une formation en sciences naturelles ou exactes, qui travaillent dans l'industrie suisse sont diplômés d'une des deux EPF. Ces écoles ont donc un rôle majeur à jouer au moment du choix des points forts de l'enseignement universitaire qui ont une importance déterminante pour les technologies de pointe.

La tâche des EPF n'est point aisée. Depuis 1974, le nombre des étudiants a augmenté d'un tiers et continuera à croître. Le plafonnement des effectifs du personnel, imposé par la Confédération, a contraint les deux écoles à maîtriser cette croissance en maintenant tel quel le nombre des postes autorisés. Bien que les hautes écoles aient une légère marge de manoeuvre leur permettant d'engager du personnel sur d'autres crédits et de trouver des financements ad hoc, de véritables goulets d'étranglement sont apparus, ces dernières années, en ce qui concerne le personnel affecté à certains domaines ou disciplines; il en est résulté une situation comparable à celle décrite ci-dessus au sujet des difficultés de l'informatique sur le plan suisse en général. Les conséquences n'ont guère tardé: l'encadrement des étudiants en a souffert et, fait plus grave encore, l'introduction de nouvelles branches d'étude et de nouvelles options au sein des branches a été différée, bien qu'elle fût et reste urgente en raison de l'évolution de plus en plus rapide des nouvelles technologies. Les entreprises et institutions qui occupent des ingénieurs EPF parmi leurs cadres se sont plaintes non seulement d'une pénurie quantitative, mais encore d'insuffisances et de lenteurs dans l'adaptation de la formation aux besoins nouveaux de l'industrie. Les causes de ces difficultés résident principalement dans la pénurie des moyens disponibles. D'une part, les tâches à accomplir dans les disciplines de base se sont notablement accrues ces derniers temps et, d'autre part, de nouveaux besoins ont vu le jour; les EPF ont dû faire face à une surcharge qui s'est traduite par des retards dans l'introduction de nouvelles branches, alors même qu'il aurait fallu

faire vite. De surcroît, le corps enseignant est à tel point surchargé qu'il n'a pas été possible de créer des cours postdiplôme et des cours de perfectionnement. Or, de tels cours auraient permis de dégorgier les goulets d'étranglement jusqu'à l'établissement d'un nouvel ordre de priorité dans les études conduisant au diplôme.

Le Conseil des EPF a reconnu la nécessité de réagir rapidement aux nouvelles exigences dans l'enseignement et la recherche et il a adapté sa politique en conséquence. En automne 1984, il a chargé l'entreprise Hayek Engineering SA de procéder à une analyse globale. Il ressort de cette analyse que, dans les six à huit années qui suivront 1986, il sera nécessaire de créer 500 à 550 emplois, malgré toutes les mesures de rationalisation. A cela s'ajoute un contingent de 200 postes temporaires, afin de permettre une mise en oeuvre immédiate des mesures urgentes. Les propositions de l'entreprise Hayek font présentement l'objet d'un examen au sein de l'administration.

12 Mesures spéciales

121 Responsabilité de la Confédération

Pour ce qui est des goulets d'étranglement et des carences relevés ci-avant, la Confédération porte incontestablement une lourde responsabilité. Elle devra prendre des mesures afin d'assurer, dans ses écoles polytechniques, la relève pour notre pays en formant des ingénieurs et de développer, conjointement avec les cantons, l'enseignement et la recherche en matière d'informatique. La recherche attend de la Confédération qu'elle crée les bases indispensables à l'innovation industrielle en Suisse.

Pour accomplir ces tâches, la Confédération dispose d'une série de moyens d'action et de ressources: elle finance par le biais de son budget ordinaire les deux EPF (1985: 613 millions de francs y compris les établissements annexes); elle subventionne les cantons universitaires en vertu de la loi fédérale de 1968 sur l'aide aux universités (1985: 237 millions de francs pour les subventions de base et 67 millions de francs pour les subventions aux investissements) et elle apporte, par ces subventions et d'autres contributions, son soutien à la recherche dans les hautes écoles et au sein d'autres institutions de recherche sans but lucratif. Il existe encore d'autres canaux importants, à savoir le Fonds

national suisse de la recherche scientifique (1985: 169 millions de francs) et la Commission pour l'encouragement de la recherche scientifique, rattachée au Département fédéral de l'économie publique (1985: 19 millions de francs). En outre, la loi fédérale de 1983 sur la recherche (art. 16) permet à la Confédération de prendre à sa charge une partie du financement de base de certains instituts de recherche, le premier cas d'application étant celui du Centre suisse d'électronique et de microtechnique à Neuchâtel (1985: 10 millions de francs). Enfin, en vertu de la loi fédérale sur la formation professionnelle, la Confédération subventionne les dépenses des ETS (1985: 35 millions de francs).

Une partie de ces ressources est déjà affectée actuellement à l'informatique ainsi qu'aux disciplines des sciences de l'ingénieur qui connaissent des engorgements. Toutefois, sur le plan mondial, le développement dans ce domaine s'est opéré à grand renfort de personnel et de moyens financiers, de telle sorte que les dépenses consenties jusqu'ici par l'Etat n'ont pas permis à notre pays de suivre cette évolution. A l'heure actuelle, la situation est grave dans les hautes écoles suisses en ce qui concerne l'informatique et certaines sciences de l'ingénieur; comparativement à l'étranger, les lacunes sont telles qu'il ne sera pas possible de les combler sans mesures spéciales ni sans l'apport d'importants fonds publics supplémentaires.

La CICUS a déjà attiré l'attention sur cette situation de crise avant même le début de la planification universitaire suisse pour la période de 1984 à 1987. Dans une étude spéciale qu'elle a consacrée à l'informatique, cette commission a cerné les efforts supplémentaires indispensables à moyen et court terme, si l'on veut couvrir les besoins de rattrapage les plus urgents. Un rapport daté du 26 mars 1985 et intitulé "Besoins de développement en informatique" actualise et précise les données, tout en suggérant les mesures les plus importantes et les possibilités de réalisation.

Sur la base des travaux préliminaires de la CICUS et compte tenu de la nécessité admise par tous les organismes fédéraux de renforcer l'encouragement de l'informatique et des sciences de l'ingénieur, un groupe de travail ad hoc a vu le jour en automne 1984. Il se compose des présidents ou directeurs des institutions suivantes: Conseil suisse de la science, Fonds national suisse, Conseil des EPF, Office fédéral de l'industrie, des arts et métiers et du travail, Office fédéral des questions conjoncturelles et Office fédéral de

l'éducation et de la science. Un représentant de la CUS assure la coordination avec la CICUS. Le groupe de travail partage dans une large mesure l'appréciation de la situation émanant de la CICUS: il a acquis la conviction que des mesures complémentaires sont nécessaires. Le tableau 3 indique les coûts auxquels, selon lui, cantons et Confédération devront faire face au cours des cinq prochaines années pour la seule informatique au sein des hautes écoles. Les quelque 500 millions de francs de ressources supplémentaires qui seront nécessaires se répartissent de la manière suivante: environ un quart de ces fonds sera affecté à des dépenses pour le personnel et les trois quarts restants iront à l'achat et à l'installation d'équipements techniques. La ventilation des coûts selon les collectivités qui les prendront en charge révèle que la Confédération d'une part et les cantons universitaires d'autre part supporteront chacun la moitié de ces dépenses, pour autant que les dépenses de caractère national soient exclusivement financées par la Confédération. Cela concerne l'ordinateur à hautes performances; pour ce qui est du réseau national informatisé, on envisage la création, par la Confédération et les cantons universitaires, d'un organe commun.

Ces dépenses supplémentaires sont élevées, mais leur estimation est sans aucun doute réaliste. Les perspectives de voir ces charges diminuer sont limitées. En effet, les hautes écoles ne sont actuellement pas à même, à court terme, de dégager les moyens nécessaires en procédant à des déplacements internes, ou à des compressions et à des restrictions dans d'autres domaines; or, elles en ont un urgent besoin. Jusqu'au début des années nonante, le nombre des étudiants restera vraisemblablement à son plafond actuel, car le net recul des naissances dès 1964 ne se fera sentir au niveau des hautes écoles qu'à ce moment-là.

C'est pourquoi l'insuffisance de l'encadrement des étudiants et des capacités de recherche reste préoccupante et touche aussi les hautes écoles dans d'autres secteurs que celui de l'informatique; des compressions dans d'autres orientations académiques ne sont par conséquent envisageables qu'à moyen terme et à certaines conditions. Enfin, il ne faut pas perdre de vue que la structure actuelle des hautes écoles rend difficile une adaptation rapide aux nouvelles données. Le personnel enseignant spécialisé dont on dispose ne peut pas être affecté d'emblée à un autre domaine. Des restructurations impliquent donc des licenciements et le recrutement de nouveaux spécialistes.

**Dépenses supplémentaires pour l'informatique
dans les hautes écoles 1987-1991**

(en millions de francs)

Tableau 3

Domaine	Confédération	Cantons
1. Recherche (relève, projets, séjours à l'étranger).....	—	—
2. Formation universitaire et poly-technique (enseignants).....	35	50
3. Services informatiques (personnel).....	4	12
4. Services administratifs et techniques (personnel).....	3	9
Total des besoins en personnel (1 à 4).....	42	71
5. Stations individuelles pour la formation en informatique.....	5	12
6. Stations individuelles pour les autres domaines universitaires.....	45	63
7. Réseaux locaux.....	8	10
8. Réseau national informatisé pour les hautes écoles et la recherche.....	15	—
9. Ordinateur à hautes performances.....	40	—
10. Centres de calcul des hautes écoles, ordinateurs grands et moyens, équipements spéciaux.....	100	75
Total des besoins en matériel (5 à 10).....	213	160
Total.....	255	231

Les EPF et les universités cantonales connaissent des difficultés semblables. Certes, les deux EPF assument, en plus de l'informatique, l'essentiel de la lourde charge que représente la formation des ingénieurs. Selon l'estimation du groupe de travail précité, les hautes écoles fédérales auront à supporter pour la même période des frais supplémentaires de 30 millions de francs pour du personnel enseignant temporaire. D'un autre côté, les hautes écoles cantonales ont été, ces dernières années, à tel point surchargées par la très forte augmentation du nombre des étudiants en sciences humaines et sociales qu'elles ont présentement de la peine à créer un nouveau secteur d'études et de recherche. De surcroît, les cantons universitaires ont à leur charge le développement de l'informatique dans leurs ETS et il s'agit là d'une nécessité urgente.

La suppression des goulets d'étranglement dans le système d'éducation suisse, dans les domaines des sciences techniques et de l'informatique essentiels pour l'avenir économique de notre pays, est une préoccupation prioritaire d'intérêt national, à laquelle la Confédération ne peut se dérober malgré ses difficultés financières. En proposant les "mesures spéciales en faveur de l'informatique et des sciences de l'ingénieur", elle assume cette responsabilité.

Il est extrêmement important et urgent de prendre des mesures supplémentaires dans le domaine de l'informatique et des sciences de l'ingénieur. Le Conseil fédéral, ainsi que les milieux concernés et intéressés sont, toutefois, unanimes à penser que la situation actuelle des finances publiques ne permet pas de les obérer par de nouvelles charges à long terme et qu'en particulier la caisse fédérale ne devrait être sollicitée que dans une mesure restreinte. C'est pourquoi le présent train de mesures repose sur une répartition des tâches entre la Confédération et les cantons. De surcroît, toutes les possibilités d'utiliser pour le but visé des crédits déjà accordés y sont prises en considération. Ces mesures spéciales ont donc un caractère unique et sont limitées à une période de cinq ans allant du 1er octobre 1986 au 30 septembre 1991. Selon la planification prévue par la loi sur la recherche (RS 420.1) et la loi sur l'aide aux universités (RS 414.20), une nouvelle période de planification débutera en 1992, en même temps que la nouvelle législation, tant et si bien que d'éventuels besoins complémentaires dans le domaine des hautes écoles devraient pouvoir trouver place dans le cadre normal de l'encouragement de la recherche et de l'aide aux universités. A cette date, le recul démographique se répercutera probablement déjà assez nettement sur les effectifs des étudiants et il s'ensuivra une marge de manoeuvre permettant de surmonter les difficultés qui subsisteront sans devoir augmenter les moyens mis à disposition.

Le train de mesures comprend, d'une part, celles dont la Confédération doit assumer la responsabilité en raison de leur caractère national. Il s'agit, en particulier, de tous les crédits concernant les EPF. A ce propos, il y a indiscutablement des parallèles avec les propositions du rapport Hayek déjà cité. En effet, ce rapport et les services compétents de la Confédération se rejoignent dans le jugement

porté sur l'actuelle situation de pénurie et aboutissent aux mêmes conclusions, notamment en ce qui concerne la nécessité d'accorder temporairement un contingent supplémentaire d'emplois. Le Conseil des EPF est d'ailleurs en train d'étudier la question. De surcroît, nous avons chargé un groupe de travail interne à l'administration d'examiner ce rapport et d'élaborer des propositions en vue de trouver des solutions. Les résultats de cet examen seront disponibles au début de 1986. Les décisions qui en résulteront sous la forme de propositions ultérieures aux Chambres fédérales seront coordonnées avec les mesures spéciales, notamment avec les mesures urgentes que le présent message préconise dans le domaine du personnel.

En plus des mesures visant à supprimer rapidement les goulets d'étranglement dans la formation en informatique et dans les sciences de l'ingénieur aux deux EPF, il existe encore deux projets dont les principaux bénéficiaires seront, d'une part, la recherche dans toutes les hautes écoles de Suisse et, d'autre part, l'industrie suisse, dans une certaine mesure. Il s'agit de l'acquisition d'un ordinateur à très hautes performances et de la mise en place d'un réseau national informatisé pour les hautes écoles et la recherche. Dans les deux cas, l'objectif n'est autre que l'acquisition et la mise à disposition en Suisse d'un "outil" scientifique et technique moderne et de grande capacité, tel qu'il en existe depuis quelque temps déjà dans d'autres pays industrialisés. En finançant le Fonds national suisse, la Confédération assure déjà l'existence d'une recherche fondamentale moderne au sein de nos hautes écoles. Elle contribue par d'autres moyens encore, notamment par le biais des crédits de recherche accordés par le Département fédéral de l'économie publique, à créer la base d'une recherche industrielle innovatrice. Il est de son devoir de veiller à ce que la recherche suisse puisse disposer des moyens de recherche les plus récents. L'engagement de tels moyens est indispensable si l'on veut que la Suisse conserve sa place dans le peloton de tête de la recherche sur le plan international.

Cependant, au sein même du système suisse d'enseignement et de formation, la Confédération ne saurait se borner à accomplir des tâches dont elle est l'unique promotrice. C'est ainsi que les cantons attendent et reçoivent d'elle un soutien dans l'accomplissement des tâches qui débordent le cadre cantonal. Le retard que nous avons par rapport à l'étranger et les goulets d'étranglement que nous connais-

sons sont fâcheux; aussi l'encouragement de la formation en informatique est-il devenu une tâche d'intérêt national. C'est pourquoi le train de mesures comprend aussi divers projets que les cantons universitaires soutiennent dans leurs plans de développement concernant l'enseignement de l'informatique et l'utilisation d'ordinateurs dans leurs universités, ETS, écoles secondaires, écoles professionnelles et professionnelles supérieures. Les efforts des cantons contribuent notablement à décharger les deux EPF.

Les organes et institutions actuellement compétents en matière de politique de l'éducation et de la recherche sont à même d'exécuter les mesures spéciales. En affirmant cela, nous tenons compte du fait qu'il s'agit de mesures limitées dans le temps. Un projet, toutefois, fait exception, à savoir le création d'un réseau national informatisé destiné aux hautes écoles et à la recherche. Dans ce cas, il faudra trouver un organisme responsable, capable d'en assurer l'exploitation et dont feraient partie toutes les institutions raccordées au réseau; cette formule sauvegarderait leurs intérêts. Pour le reste, nous disposons d'organes consultatifs et exécutifs aptes à engager les crédits de façon judicieuse et efficace ainsi qu'à surveiller leur utilisation; il s'agit de la Conférence universitaire suisse et de ses commissions, du Conseil des EPF, du Fonds national suisse, du Conseil suisse de la science, de la Commission fédérale pour l'encouragement de la recherche scientifique, de la Commission fédérale pour les ETS ainsi que des offices compétents du Département fédéral de l'intérieur et du Département fédéral de l'économie publique.

123 Participation des cantons

Les universités cantonales ont considérablement accru leurs efforts au cours de ces dernières années en ce qui concerne le développement de l'informatique en leur sein. A l'heure actuelle, il est possible d'étudier l'informatique comme branche principale ou secondaire dans des hautes écoles suisses; en l'espace de quelques années seulement, un cours de base ou d'introduction à l'informatique a été partout institutionnalisé. Afin de couvrir les besoins de rattrapage, les organes des hautes écoles accordent à l'informatique, en tant que discipline scientifique et science auxiliaire, la toute première place dans les plans de développement de ces écoles pour la période de planification allant de 1984 à 1987. Durant ce laps de temps, 26 chaires nouvel-

les et bon nombre de postes du corps intermédiaire seront créés. De surcroît, depuis l'achèvement de la phase de planification, divers cantons ont créé des postes nouveaux ou accordé des crédits supplémentaires pour l'acquisition de matériel, afin de faire face aux difficultés et pénuries les plus graves tant en ce qui concerne le personnel que les appareils, et pour améliorer des conditions d'encadrement et de travail proprement insupportables.

Les cantons ont toutefois compris que même ces efforts supplémentaires ne suffisent pas à améliorer la situation de façon décisive. Dans une lettre du 16 septembre 1985 au chef du Département fédéral de l'intérieur, la Conférence universitaire suisse (CUS) se prononce, sans restriction aucune, en faveur des mesures spéciales prévues par la Confédération:

"Lors de sa séance du 28 juin 1985, l'Assemblée plénière de la CUS a longuement délibéré des recommandations de la CICUS et leur a donné son aval. Elle suit dès lors avec satisfaction les efforts entrepris dans l'intervalle par la Confédération en vue d'arrêter des mesures fédérales spéciales s'ajoutant à celles des cantons. Ce train spécial de mesures en entraînera certainement d'autres et accélérera ainsi le développement de l'informatique dans les domaines les plus divers de l'éducation et d'autres secteurs de la vie publique suisse. La CUS prie instamment les instances fédérales compétentes de procéder dans les délais les plus brefs à la réalisation des mesures envisagées."

Par la même occasion, la lettre précise que les huit cantons universitaires sont prêts à fournir, dans cette situation d'urgence, des prestations particulières et à promouvoir conjointement avec la Confédération le développement de l'informatique dans les hautes écoles suisses:

"Lors de la séance du Comité de la CUS du 5 septembre 1985, les Chefs des départements de l'instruction publique des huit cantons universitaires ont pris acte des mesures préconisées (octroi de 20 millions de francs pour l'engagement temporaire de personnel et de 12 millions de francs pour l'équipement de postes de travail informatisés, financement à 100 %). De leur côté, ils s'emploieront dans leur canton au développement de l'informatique conformément aux propositions de la CICUS. Ils sont persuadés que seuls des efforts collectifs parviendront à améliorer réellement la situation et ils assurent la Confédération de leur collaboration active. Ils se sont engagés à remettre à la CUS des indications encore plus concrètes concernant les prestations fournies ou projetées pour l'enseignement et la recherche en informatique et pour l'introduction de l'informatique dans d'autres

filières d'études. Nous vous ferons parvenir ces indications en temps utile en vue des débats parlementaires sur le message."

Cette déclaration d'intention des huit cantons universitaires garantit que les mesures spéciales conçues comme un stimulant ne resteront pas sans effets, mais qu'au contraire elles susciteront, sur le plan cantonal, des mesures d'appoint et trouveront des prolongements, et ce non seulement dans le domaine universitaire au sens strict, mais encore aux niveaux scolaires inférieurs et dans le secteur tertiaire non universitaire. Là également, les cantons ont clairement manifesté, au cours des dernières années, leur ferme volonté de promouvoir le développement de l'informatique. A cet égard, le renforcement actuel des possibilités de formation en informatique dans les écoles secondaires du degré supérieur revêt une importance particulière. En effet, aujourd'hui déjà, la plupart de ces écoles organisent des cours d'informatique facultatifs conçus comme une formation de base, tandis que certaines écoles ou sections, notamment du type C, offrent des cours sensiblement plus complets. Dans les propositions concernant la révision de l'ordonnance sur la reconnaissance de certificats de maturité par la Confédération, il est de surcroît prévu de rendre obligatoire une introduction à l'informatique pour tous les élèves des écoles secondaires du degré supérieur. Divers organismes et groupes d'experts intercantonaux s'efforcent actuellement de développer un enseignement coordonné et un perfectionnement du corps enseignant. Les travaux projetés et exécutés dans ce domaine ne profitent pas directement à la Confédération, mais complètent toutefois les efforts des deux EPF en faveur de la formation de base de leurs étudiants. Les jeunes gens qui obtiendront leur maturité dans les années nonante entreront ensuite à l'université ou à l'école polytechnique avec un bagage en informatique qui sera sensiblement supérieur à celui des jeunes d'aujourd'hui.

Les cantons font en outre de grands efforts dans le domaine de la formation professionnelle. Dès l'année 1985/86, tous les apprentis et apprenties des 280 professions qui tombent sous le coup de la loi fédérale sur la formation professionnelle seront initiés, dans le cadre des cours obligatoires pour les apprentis, aux rudiments de l'informatique. De plus, aujourd'hui déjà, une douzaine de professions (employés de commerce et certaines professions techniques) ont introduit un enseignement en informatique spécifique à chacune des professions en question; le nombre de ces profes-

sions augmentera considérablement au fur et à mesure des révisions des prescriptions de formation. Tout cela exige des écoles qu'elles s'équipent en appareils et entraînera de fortes dépenses à la charge des cantons au cours des prochaines années.

Enfin, les mesures proposées ont aussi pour but de favoriser le développement de l'informatique dans les ETS. Ce sont principalement elles qui, avec les deux EPF, ont la charge de former les ingénieurs en Suisse. De même, au sein des écoles supérieures de cadres pour l'économie et l'administration, les cantons contribuent notablement à intégrer l'informatique dans les programmes d'étude au sein des écoles et des entreprises.

L'Ecole suisse de logiciel illustre parfaitement l'excellente collaboration entre Confédération et cantons dans le domaine de l'informatique. Elle a vu le jour en 1978 dans le cadre du premier programme d'impulsion établi par la Confédération et elle est rapidement devenue un complément très précieux en tant que formation non universitaire. Jusqu'à ce jour, plus de cinq cents diplômés de cette école ont suivi durant plusieurs mois des cours du jour ou du soir pour s'initier à la programmation (logiciel) ou se former en tant qu'ingénieurs spécialisés dans le logiciel. Le nombre des candidats à cette formation est bien supérieur à celui des places disponibles et ne cesse de s'accroître. Depuis le mois d'avril 1984, le canton de Berne, sur le territoire duquel cette école a son siège, a repris de la Confédération la responsabilité de cette école et en assure le fonctionnement. Cependant, la Confédération participe au financement par l'allocation de subventions ordinaires au titre de la loi fédérale sur la formation professionnelle. Les expériences positives de l'Ecole suisse de logiciel ont fait des émules, puisque l'ETS de Lausanne organisera très prochainement des cours semblables et que d'autres ETS ont déjà utilisé la conception ou la documentation de cette école dans leur plan ou programme de développement de l'informatique technique. Enfin, le second programme dit d'impulsion a permis de fonder l'Ecole suisse d'informatique économique.

Ce train de mesures fait partie intégrante d'une vaste politique d'encouragement que poursuit la Confédération dans le domaine des technologies de pointe. Il s'agit de combler des

lacunes auxquelles il n'est pas possible de remédier à temps ou entièrement par les moyens ordinaires déjà prévus par la loi et de compléter ainsi les efforts fournis par les deux EPF, le Fonds national suisse de la recherche scientifique (FNRS), la Commission pour l'encouragement de la recherche scientifique (CERS) et divers offices fédéraux, notamment dans le cadre d'institutions scientifiques et de conventions internationales.

Il convient de commencer par mentionner l'encouragement de projets de recherche par le FNRS dans le cadre de l'encouragement général et, pour une plus petite part, par le biais des programmes nationaux de recherche (PNR). Les sciences de l'ingénieur et l'informatique occupent une place de choix au sein des PNR, par exemple dans le PNR 7 "Problèmes de matières premières et de matériaux", le PNR 13 "Micro-électronique et opto-électronique", le PNR 18 "Technique biomédicale" et le PNR 19 "Matériaux pour les besoins de demain"; ils ont donc obtenu le rang qu'ils méritent dans l'ordre de priorité adopté pour le plan de répartition du FNRS. Les crédits y relatifs passeront de 2,9 millions en 1984 à 10 millions de francs en 1987. En 1986, les sciences de l'ingénieur et l'informatique recevront l'équivalent de 13 pour cent des ressources affectées aux sciences exactes, naturelles et de l'ingénieur, tandis que cette proportion s'élèvera à plus de 16 pour cent en 1987.

De l'avis du FNRS, il est souhaitable de continuer à renforcer ces deux domaines durant la prochaine période de subventionnement qui s'étendra de 1988 à 1991. Dans ce contexte, il y a lieu de relever que les sciences fondamentales, à savoir les mathématiques, la physique et la chimie, jouent aussi un rôle primordial. Des efforts suffisants dans ces disciplines constituent un élément important de toute politique de la recherche qui n'est pas exclusivement axée sur des objectifs à court terme. C'est pourquoi il serait plus facile de continuer à mettre l'accent sur les sciences de l'ingénieur si le FNRS pouvait disposer globalement de moyens accrus. En effet, étant donné que les mesures spéciales proposées se rapportent principalement à la formation et au perfectionnement professionnel de personnel scientifique qualifié ainsi qu'à l'infrastructure de la recherche, le potentiel qui en résultera ne manquera pas de susciter de nouveaux projets de recherche et, partant, des dépenses accrues pour le FNRS.

44

Au cours de ces dernières années, l'informatique a pris une importance croissante dans la conception générale adoptée par la CERS. Si l'ampleur de cet encouragement est restée relativement modeste, cela tient principalement à la situation précaire qui a été décrite au sujet de la formation et de la recherche dans les hautes écoles et les ETS. En effet, les ressources dont dispose l'Office fédéral des questions conjoncturelles ne peuvent être affectées à l'encouragement d'un projet qu'à la condition que celui-ci implique une étroite collaboration entre, d'une part, un institut universitaire, un institut de recherche de la branche en question, une ETS ou une institution semblable et, d'autre part, une entreprise ou un consortium d'entreprises. Le ou les partenaires industriels qui utilisent les résultats paient, en règle générale, la moitié du coût du projet. Par le passé et à plusieurs reprises, des projets ont échoué ou n'ont pas pu être étendus à l'informatique, faute de capacités de recherche suffisantes dans une haute école ou une ETS. Ensuite, il y a également un certain goulet d'étranglement du côté des partenaires industriels. En effet, la Suisse ne compte qu'un nombre restreint d'entreprises qui, dans ce domaine, sont à même d'offrir autre chose que des solutions à des problèmes particuliers. Dès lors, il n'est pas rare qu'il ne se trouve pas de partenaire dans l'industrie pour mener à bien de vastes projets de recherche tels que les instituts universitaires aiment à les concevoir parce que, bien souvent, ils provoquent du même coup le développement de l'informatique dans les hautes écoles.

Dans sa planification pluriannuelle, la CERS exprime avec netteté son intention de renforcer son engagement financier en faveur de l'informatique. Cette déclaration d'intention pourra-t-elle se traduire dans les faits? La réponse dépendra dans une très large mesure de la rapidité avec laquelle il sera possible de doter les hautes écoles et les ETS des capacités de recherche et installations indispensables.

Ces derniers temps, la Confédération a fait des efforts supplémentaires dans le domaine de la formation professionnelle de base. Ainsi, le Département fédéral de l'économie publique a réagi avec célérité à l'irruption de l'informatique dans presque tous les secteurs du monde professionnel et du monde du travail, puisqu'il a financé la préparation et la diffusion de moyens didactiques auxiliaires. Afin de pouvoir offrir sans retard un enseignement élémentaire en informatique à tous les apprentis d'une même année scolaire, l'Office fédéral de l'industrie, des arts et métiers et du travail

(OFIAMT), compétent en la matière, a choisi une voie peu conventionnelle. Au début de l'été 1984, il a chargé une entreprise spécialisée dans la réalisation de supports didactiques de créer un "ensemble médiatique" propre à dispenser aux apprentis des écoles professionnelles les bases nécessaires en informatique. Le développement et la mise au point de ce support didactique a coûté près d'un million de francs, mais il présente le grand avantage de se prêter à la fois à la formation des apprentis et à celle du corps enseignant. Ce cycle d'études est une introduction à la conception et à l'utilisation de l'ordinateur, ainsi qu'à la communication entre l'utilisateur et l'ordinateur. Cet ensemble médiatique est remis gratuitement aux écoles dans les langues désirées (français, allemand, italien).

Sur le plan international, il faut avant tout relever les efforts de la Suisse pour se joindre à divers projets de la Communauté européenne. Dans ce contexte, les projets particulièrement importants ont pour nom ESPRIT et RACE et représentent une tentative d'instaurer une collaboration intra-européenne plus étroite, afin de regagner le terrain perdu face aux Etats-Unis et au Japon. Les projets COST dans le cadre de la coopération européenne en matière de recherche scientifique et technique ainsi que le récent programme EUREKA, émanant d'une initiative française, visent le même but. Là encore, la Confédération s'efforcera de créer des conditions générales qui soient favorables à une collaboration des hautes écoles et entreprises suisses intéressées avec des partenaires européens.

Parmi les nombreuses initiatives privées qui jouent un rôle important dans la perspective des présentes mesures spéciales, il sied de mentionner en premier lieu les recherches effectuées par l'économie privée; dans certains domaines des sciences de l'ingénieur, cette recherche dépasse même largement la proportion des trois quarts, que représente en moyenne l'apport de l'économie privée au volume global des recherches en Suisse. A l'encontre de ce qui se passe dans la plupart des pays de l'OCDE, la recherche appliquée et le développement ne sont, en Suisse, que très modérément soutenus par les pouvoirs publics. La part relativement élevée des dépenses pour la recherche et le développement (R-D) par rapport au produit intérieur brut est largement due aux montants élevés alloués pour ces dépenses par une dizaine de grandes entreprises. Le vif intérêt que l'industrie suisse manifeste pour les grands projets européens en gestation montre qu'elle se rend compte de la nécessité de faire des

efforts supplémentaires et qu'elle est animée de la ferme volonté de reconquérir le terrain perdu. Ce n'est que grâce à son aide que notre pays pourra retrouver la première place qu'il occupait, il y a quelques années, au sein de l'OCDE en ce qui concerne les dépenses nationales affectées à la recherche. Or, depuis 1979, la Suisse a été dépassée sur ce point par les Etats-Unis, la RFA, la Grande-Bretagne et le Japon; il lui faut à tout le moins éviter d'aggraver son retard.

Les initiatives privées dans le domaine de la formation et du perfectionnement sont également importantes. C'est ainsi qu'à la suite de la réaction souvent tardive des institutions publiques de formation, une série d'écoles privées ont vu le jour au cours de ces dernières années et offrent des cycles d'études en informatique. Parmi elles, il y a lieu de mentionner l'Ecole suisse d'informatique de la Fédération des coopératives Migros, dont la capacité de formation annuelle atteint quelque 17'000 élèves. A cela s'ajoutent les divers cours organisés par les fabricants d'ordinateurs pour initier les utilisateurs de leurs produits. Compte tenu des actuels besoins de rattrapage, ces écoles complètent judicieusement l'offre du secteur public. Dans le passé également, elles ont beaucoup contribué au développement de l'informatique en Suisse. La première génération des informaticiens non universitaires qui ont été formés dans notre pays a suivi, dans une très large mesure, les cours organisés par les fabricants d'ordinateurs. Le développement d'un secteur de formation à caractère privé a pourtant des inconvénients. D'une part, les personnes en quête de formation ont des difficultés à obtenir une vue d'ensemble. D'autre part, la découverte de lacunes sur le marché a conduit, dans certains cas particuliers, à créer une situation dans laquelle des cours ont été institutionnalisés à la hâte, sans coordination ni véritable conception de la formation à donner; de surcroît, il arrive que les enseignants ne disposent pas d'une formation suffisante. Aussi positifs que puissent être les jugements portés sur les initiatives privées, celles-ci ne sauraient en aucun cas dispenser les pouvoirs publics d'intensifier leurs efforts.

Une comparaison sur le plan international révèle que l'aide privée est plutôt modeste en ce qui concerne l'infrastructure, les installations et les appareils dont sont dotées les hautes écoles. Ainsi que cela a déjà été relevé, la Suisse ne possède pas d'industrie de base dans le domaine des ordinateurs. Les représentations en Suisse des fabricants d'or-

dinateurs étrangers sont de simples organisations de vente qui ne disposent que de ressources limitées pour faire des dons. Dans le passé, un certain nombre de terminaux ont été mis à la disposition des hautes écoles et des ETS, mais ils n'ont pas couvert les besoins et la pénurie subsiste. En tant que solution transitoire, l'entreprise IBM a cependant mis à disposition le réseau européen de données dénommé EARN. A moyen terme, il sera remplacé par un réseau de communication dont les fonctions seront étendues et les promoteurs diversifiés.

La répartition traditionnelle des tâches de formation et de recherche entre la Confédération, les cantons et l'économie privée a donné satisfaction et mérite d'être conservée. Cependant, aux trois échelons précités, il faut intensifier les efforts dans le domaine de l'informatique et des sciences de l'ingénieur, afin de surmonter les difficultés actuelles. En prenant les mesures spéciales commentées ci-après, la Confédération tient à apporter sa propre contribution.

13 **Résultat des consultations**

Le présent train de mesures a été élaboré par un groupe de travail, placé sous l'égide de l'Office fédéral de l'éducation et de la science, comprenant des représentants des autres offices fédéraux concernés et des principaux organes compétents en matière de politique de la science. Les mesures relatives à l'informatique dans le domaine universitaire se fondent sur des travaux préparatoires de la CICUS qui réunit des représentants des branches de l'informatique dans les diverses hautes écoles. C'est avant tout le groupe de travail "réseau" de la CICUS qui a élaboré les propositions concernant la création d'un réseau national. L'assemblée plénière et le bureau de la CUS sont favorables au présent train de mesures. Les mesures spéciales en faveur des sciences de l'ingénieur aux deux EPF ont été conçues et précisées avec l'étroite collaboration du Conseil des EPF. Pour le domaine non universitaire, des représentants des ETS ont été consultés.

Les mesures spéciales sont en harmonie avec les "Objectifs de la politique suisse en matière de recherche" tels que le Conseil suisse de la science les a proposés au Conseil fédéral et qui recommandent l'octroi de crédits spéciaux concernant l'informatique et les sciences de l'ingénieur. Ces mêmes préoccupations se retrouvent dans l'étude d'optimali-

sation et de conception effectuée par l'entreprise Hayek Engineering SA ainsi que dans diverses interventions parlementaires récentes visant à développer l'informatique et à intensifier les efforts dans le domaine des sciences de l'ingénieur. Il s'agit plus particulièrement de la motion du conseiller aux Etats Lauber du 3 juin 1985 (EPF. Blocage du personnel. Assouplissement), de la motion du conseiller aux Etats Schaffter du 3 octobre 1985 (Blocage du personnel des écoles polytechniques fédérales. Suppression), de la motion de la conseillère nationale Uchtenhagen du 16 septembre 1985 (EPF. Mesures en faveur de la recherche), du postulat de la conseillère nationale Uchtenhagen du 3 mai 1984 (EPF. Blocage des effectifs du personnel), du postulat du conseiller aux Etats Gadiant du 6 juin 1985 (Formation à l'informatique. Rapport) et de la question ordinaire du conseiller national Allenspach du 18 mars 1985 (Ingénieurs-électriciens et ingénieurs-informaticiens étrangers. Permis de travail).

2 Partie spéciale

21 Le détail des mesures spéciales en faveur de l'informatique

211 Mesures relatives au personnel dans les hautes écoles

Aujourd'hui, la tâche la plus urgente dans le domaine de l'informatique, au sein des hautes écoles suisses, est de dispenser un enseignement de haute qualité à tous les étudiants qui le désirent. On risque fort de ne pas atteindre ce but en raison du nombre des étudiants, qui est très élevé et le restera selon toute probabilité. Sans mesures particulières, l'encadrement qui est déjà insuffisant continuera à se détériorer et, à moyen terme, il ne sera plus possible d'accueillir tous les candidats, alors même que persiste, en Suisse, une pénurie de spécialistes formés dans cette branche.

L'informatique est une branche dans laquelle les études nécessitent un encadrement poussé; sur le plan international, une proportion d'un cadre pour dix étudiants constitue la norme. A l'heure actuelle, ce taux n'est pas atteint - tant s'en faut - dans les hautes écoles suisses où l'encadrement en informatique est même sensiblement inférieur aux valeurs moyennes dans des disciplines comparables telles que les sciences naturelles. Le tableau reproduit ci-après montre

combien il faudrait d'enseignants et d'assistants supplémentaires pour que l'encadrement soit satisfaisant. Les besoins supplémentaires exacts ont été précisés jusqu'en 1987, dernière année de la période de planification universitaire en cours. Les valeurs retenues comme objectifs correspondent au standard international et aux recommandations de la CICUS:

Domaine d'application	Nombre des étudiants 1984/85 ¹⁾ 1987/88 ²⁾		Conditions d'encadrement enseignants/ assistants/ étudiants étudiants		Besoins supplémentaires jusqu'en 1987 enseignants assistants	
Branche principale (dès la 2e année d'étude)	1062	2200	1: 50	1:10	} 34	320
Branche secondaire (dès la 2e année d'étude)	1720	2200	1:100	1:20		
Cours d'introduction ou de base	5430	7800	1:250	1:50		

1) statistique

2) prévisions

Pour assurer un encadrement suffisant, les hautes écoles devraient, jusqu'en 1987, créer 34 chaires d'informatique et recruter quelque 320 assistants de plus que ce qui est prévu dans la planification relative aux effectifs du personnel. Dans ce calcul ne sont pris en considération que les besoins correspondant aux programmes d'études actuels ou prévus à court terme. Par conséquent, d'autres besoins supplémentaires, par exemple ceux qui résulteraient d'une extension des cours d'introduction à d'autres catégories d'étudiants, de même que l'éventualité d'un attrait encore plus fort de la branche informatique, ne sont pas compris dans ces chiffres.

A la fin de la présente période de planification universitaire de 1984 à 1987, les besoins en personnel supplémentaire pour l'enseignement et l'encadrement devraient diminuer légèrement pour se stabiliser à dix enseignants et 80 assistants chaque année, contre quinze enseignants et 100 assistants actuellement. Au début de la prochaine décennie, le rattrapage pourrait être largement réalisé. En effet, la croissance du nombre des étudiants faiblira. Les prévisions les plus récentes de l'Office fédéral de l'éducation et de la science tablent sur un effectif maximum au début des années nonante. D'ici là, les hautes écoles ont la possibilité de tenir compte de ce nouveau point fort dans les programmes en procédant à des remaniements internes dans l'attribution des unités, compte tenu de la demande plus ou moins forte pour certaines études; de telles mesures sont



prises aujourd'hui déjà dans certaines hautes écoles. Enfin, il faut s'attendre à ce que les hautes écoles, d'ici quelques années, soient déchargées de leurs tâches de formation de base par l'enseignement qui est dispensé de plus en plus aux étapes précédentes de la scolarité, même si cette contribution reste modeste. A la fin des années quatre-vingts, de tels cours d'introduction seront probablement obligatoires dans la plupart des écoles cantonales du degré secondaire supérieur.

Le goulet d'étranglement actuel a donc un caractère temporaire, mais il revêt présentement une gravité telle qu'il appelle des mesures immédiates. La meilleure réponse consiste à autoriser l'engagement de personnel temporaire hors des contingents prévus. Les assistants et enseignants supplémentaires engagés pour une durée limitée permettront de combler certaines lacunes et d'entamer une phase de consolidation. Le renforcement du corps intermédiaire améliorera l'encadrement des étudiants qui laisse, aujourd'hui, beaucoup à désirer; cette mesure déchargera aussi les enseignants de certaines obligations en rapport avec leur enseignement. Ils pourront donc se consacrer davantage à la recherche et - ce qui importe encore plus - à la formation de la relève pour l'enseignement universitaire et la recherche des années noyante. L'engagement temporaire d'experts en informatique en tant que chargés de cours et enseignants vise un but semblable. En effet, cela permettra aux futurs chercheurs et professeurs suisses de parfaire leur formation à l'étranger, mesure qui, à long terme, aura certainement des répercussions positives sur le développement de la recherche en informatique dans notre pays.

Compte tenu des calculs détaillés que la CICUS a mis au point pour la période de planification universitaire 1984-1987 ainsi que de l'évolution probable vers la fin de la décennie, il faut s'attendre, pour la période de 1987 à 1991, à un besoin annuel de l'ordre de douze enseignants et de 65 assistants supplémentaires. Il en résultera un accroissement des coûts de l'ordre de 50 millions de francs à la charge des hautes écoles cantonales et de 35 millions à celle des EPF. Les mesures spéciales de la Confédération qui prévoient 15 millions de francs pour les EPF et 20 millions pour les huit hautes écoles cantonales, couvriront tout juste la moitié du coût précité.

Les mesures spéciales ne serviront à financer qu'une partie de la couverture des besoins recensés par la CICUS, et cela

pour plusieurs raisons. D'une part, il n'est pas sûr que l'on parvienne à recruter les spécialistes nécessaires dans les cinq prochaines années. En Suisse même, le réservoir de spécialistes n'est certainement pas suffisamment vaste et il faudra recruter des enseignants à l'étranger. Des engagements temporaires seront-ils assez attrayants pour faire venir un nombre suffisant d'enseignants étrangers dans les hautes écoles suisses? Actuellement, toute réponse à cette question est prématurée. La pénurie de spécialistes en informatique prend aujourd'hui déjà des proportions impressionnantes dans toute l'Europe et tend à s'aggraver encore. De surcroît, une certaine limitation de l'aide au financement paraît indiquée en raison même des problèmes que poseront par la suite des solutions temporaires. Dans le cas des mesures spéciales proposées, il s'agit d'une aide financière unique. Par conséquent, le nombre des emplois ainsi financés ne devrait pas prendre des proportions telles qu'au terme de la période de subventionnement extraordinaire, les cantons universitaires rencontrent des difficultés insurmontables. En vertu du principe bien connu selon lequel il n'y a que le provisoire qui dure, il est souvent très difficile de mettre fin à des solutions temporaires.

Mais ce sont surtout des raisons touchant au but même de ces mesures spéciales qui s'opposent à la couverture de tous les besoins recensés. Ces mesures ont pour but de donner une impulsion; en d'autres termes, la Confédération considère que l'aide qu'elle accorde aux cantons doit inciter ceux-ci à prendre eux-mêmes des mesures. Il appartient aux cantons de résoudre ce problème et de trouver, par le biais de restructurations, des solutions propres à mettre de strictes limites à leurs dépenses supplémentaires. Aujourd'hui déjà, des efforts allant dans ce sens sont perceptibles à maints endroits tandis que plusieurs cantons universitaires ont instauré des mesures excluant tout crédit supplémentaire servant à faire face à un besoin urgent de personnel.

En ce qui concerne la répartition du montant global sur les différentes années et entre les diverses hautes écoles cantonales, la CUS proposera une clef de répartition à la Confédération. A la base d'une telle clef, il peut y avoir les étudiants débutants ou l'effectif complet des étudiants avec, dans les deux cas, une pondération selon le genre de formation. Compte tenu des dépenses effectives, le financement pourrait atteindre le montant calculé d'après la clef de répartition et réservé à la haute école en question. En revanche, chaque haute école aurait à choisir les fonctions

pour lesquelles des postes seraient créés, car les écoles seules disposent des informations indispensables à l'utilisation la plus judicieuse possible des subventions fédérales. De plus, il est nécessaire que les hautes écoles disposent d'une certaine marge de manoeuvre leur permettant de s'adapter en souplesse à des situations susceptibles de se modifier durant la période de cinq ans en question. Pour tenir compte du fait que les mesures spéciales ne peuvent couvrir qu'une partie des besoins, il faut absolument que le versement des subventions fédérales escomptées dépende de l'apport de la preuve que les cantons universitaires ont pris, de leur côté, des mesures propres à combler les lacunes qui subsistent.

L'importance croissante de l'informatique, aussi bien comme discipline autonome que comme science auxiliaire et instrument au service de l'enseignement et de la recherche dans presque toutes les branches, exige d'importants efforts supplémentaires en ce qui concerne les équipements informatiques. Il est indispensable, en particulier, d'acquérir un nombre considérable de stations individuelles disposant de leur propre capacité de traitement des données et reliées de surcroît à de grandes unités de calcul électronique. Cela nécessite une adaptation continue au progrès technique ainsi qu'un renouvellement des centres de calcul et des ordinateurs de capacité intermédiaire.

Les dépenses qu'occasionnera cette évolution sont supérieures aux ressources attribuées aux hautes écoles pour les prochaines années. Sans crédits supplémentaires en faveur des deux EPF, il faudrait, de l'avis même du Conseil des EPF, ou bien renoncer à tout projet urgent pour les années à venir ou bien procéder à des coupures drastiques. Une impasse particulièrement sérieuse existe dans le domaine des stations individuelles. En effet, les EPF travaillent actuellement à mettre au point des conceptions et programmes pour l'enseignement de l'informatique et l'utilisation de l'ordinateur dans d'autres domaines spécialisés où les stations individuelles jouent un rôle décisif, en tant qu'outils à la disposition de chacun.

Des problèmes et des situations de pénurie semblables existent dans les hautes écoles cantonales, où un cruel manque de stations individuelles se fait sentir. Ainsi, pour l'en-

seignement proprement dit de l'informatique, on ne disposait en Suisse que de 350 stations individuelles, ce qui n'est pas suffisant, tant s'en faut. La CICUS a estimé à 1550 le total des stations individuelles nécessaires pour le semestre d'hiver 1990/91, sur la base du rapport suivant entre le nombre des stations individuelles et le nombre des étudiants: un à quatre pour les étudiants en branche principale; un à huit pour les étudiants en branche secondaire; un à dix pour les autres étudiants fréquentant un cours d'introduction ou de base.

D'ici le semestre d'hiver 1990/91, il faudra donc acquérir pour le seul enseignement de l'informatique dans les hautes écoles cantonales quelque 1200 stations individuelles. Or, une station individuelle coûte entre 5000 et 25'000 francs. En moyenne, il faut compter 10'000 francs environ par station individuelle.

En revanche, il est plus difficile d'estimer quels sont les besoins en dehors de l'enseignement de l'informatique proprement dit. La densité de stations individuelles et le rythme d'acquisition des équipements informatiques peuvent varier dans certaines limites. Cependant, pour atteindre la valeur indicative calculée par la CICUS - en moyenne une station individuelle pour dix étudiants -, les hautes écoles cantonales devraient acquérir pour les divers domaines universitaires, l'enseignement de l'informatique non compris, quelque 6300 stations individuelles d'ici 1990/91, ce qui représente un investissement de l'ordre de 12,5 millions de francs par an. Si l'on y ajoute les stations individuelles destinées à l'enseignement de l'informatique, on arrive à un investissement total d'environ 75 millions de francs. A cela s'ajoutent les frais d'entretien, de logiciel et de raccordement au réseau.

Pour supprimer ces goulets d'étranglement, le train de mesures prévoit des stations individuelles destinées aux deux EPF pour un montant de 50 millions de francs, tandis que celles prévues pour les hautes écoles cantonales coûteront 12 millions de francs.

Les 50 millions de francs affectés au champ d'activité du Conseil des EPF couvriront les besoins des deux EPF jusqu'en 1991 pour ce qui est des stations individuelles. Ce crédit permettra d'acheter 2500 stations de ce type. Une partie d'entre elles serviront à l'accomplissement de tâches en rapport avec l'enseignement de l'informatique et complè-

teront ou remplaceront les 500 appareils existants; la majeure partie de ces stations individuelles serviront d'outils informatiques dans les autres domaines. Dans le montant de 20'000 francs par station sont comprises les dépenses pour le matériel, le logiciel, le raccordement au réseau et l'entretien; les coûts par station individuelle sont plus élevés lorsque celle-ci est utilisée pour des applications pratiques que lorsqu'elle sert à des cours de base en informatique.

Les stations individuelles à acquérir sont des appareils de hautes performances qui, étant des "terminaux intelligents", peuvent être utilisés, pour la formation et la recherche, comme des ordinateurs programmables ou capables de faire des graphiques. Dans le cadre du réseau, ils sont raccordés entre eux ainsi qu'à des ordinateurs plus puissants et ont accès à des banques de données ainsi qu'à d'autres terminaux coûteux. Si l'on prend la moyenne des deux écoles, on obtient, toutes options et orientations confondues, un rapport station individuelle/étudiant de un à cinq, non compris l'enseignement de l'informatique proprement dit; selon la branche et le niveau de formation, ce rapport varie entre un à huit et un à deux.

Les mesures envisagées ne débouchent toutefois pas encore sur un standard de développement tel que celui vers lequel tendent quelques universités américaines réputées, puisque ces universités comptent une station individuelle par personne (étudiant ou chercheur). Cependant, la situation serait considérablement améliorée par rapport à celle qui règne aujourd'hui. Le crédit permettrait aux EPF de concrétiser une conception visant à mieux mettre l'informatique au service de l'enseignement et de la recherche; cette conception fait actuellement l'objet d'une évaluation sous forme de projets-pilotes aux deux EPF. Il en résultera des changements dans l'enseignement, qui iront bien plus loin que la simple programmation et l'enseignement programmé. L'enseignement et la recherche gagneront en efficacité et les deux EPF offriront un enseignement plus attrayant.

Les 12 millions de francs prévus en faveur des hautes écoles cantonales couvriront les frais d'acquisition de stations individuelles pour l'enseignement de l'informatique. A la différence de ce qui va se passer avec les deux EPF, l'aide financière se bornera au domaine informatique au sens strict. Elle permettra d'installer quelque 1200 stations, couvrant ainsi entièrement les besoins d'investissement dans

ce domaine. Pour ce qui est de la répartition entre les différentes hautes écoles, la CICUS propose, tout comme pour les postes de professeurs et d'assistants engagés à titre temporaire, d'élaborer une clef de répartition axée sur l'effectif pondéré des étudiants débutants ou de l'ensemble des étudiants (l'informatique comme branche principale ou secondaire et introduction à l'informatique). Les offices fédéraux chargés de répartir et de contrôler les crédits accordés prendront pour base cette clef de répartition. De même que pour les mesures concernant le personnel, l'octroi de la subvention fédérale sera subordonné à une contribution du canton universitaire concerné.

213 L'encouragement de l'informatique dans les écoles techniques supérieures (ETS)

Les 23 écoles techniques supérieures sont des écoles d'ingénieurs ETS reconnues par la Confédération. A ce titre, elles doivent satisfaire aux exigences minimales que prescrit le Département fédéral de l'économie publique pour la reconnaissance de ces écoles qui sont placées sous la surveillance de la Commission fédérale pour les ETS. Grâce à un contrôle régulier de l'enseignement et des examens de diplôme par des experts, on y dispense un enseignement qui répond aux exigences techniques et scientifiques de l'économie. Les diplômés des écoles d'ingénieurs ETS ont une bonne renommée tant en Suisse qu'à l'étranger.

Afin de pouvoir conserver ce niveau élevé, il est indispensable et urgent de consentir des efforts supplémentaires dans le domaine des technologies modernes et de l'informatique en particulier. Dans le cadre des programmes d'impulsion I et II mis au point par l'Office fédéral des questions conjoncturelles, la Confédération a déjà apporté son soutien aux principaux promoteurs des ETS, soit les cantons où sont implantées ces écoles. Grâce aux moyens financiers mis à disposition, quelques écoles-pilotes ont été encouragées. Cette aide n'a toutefois pas permis de créer suffisamment de places d'étude. Dans différentes écoles, il a fallu refuser des candidats qui remplissaient pourtant les conditions d'admission. D'autre part, la demande est grande: pour un ingénieur ETS en informatique, il y a environ cinq places vacantes.

Selon la loi fédérale sur la formation professionnelle, les écoles d'ingénieurs ETS ont pour mission de dispenser aux

futurs ingénieurs des connaissances théoriques et pratiques telles qu'ils soient à même de transposer par eux-mêmes des découvertes de la science et de la recherche dans la fabrication industrielle et le développement ou dans d'autres domaines spécialisés. Si les écoles veulent satisfaire à ces exigences, elle devront, à l'avenir également, disposer d'enseignants qualifiés et d'installations modernes. Dans les années à venir, de nombreuses écoles d'ingénieurs ETS ne seront plus en mesure de réaliser par la voie de leur budget ordinaire des innovations urgentes telles que l'installation de grands ordinateurs performants, l'équipement de postes de travail pour la conception assistée par ordinateur (CAD), le développement de logiciels spécifiques pour la formation des ingénieurs, etc. Si l'on veut que la formation des ingénieurs réponde aux exigences des années nonante, un effort soutenu est alors indispensable. A cet égard, il convient de placer les accents comme il suit:

- développement d'une informatique spécifique à la branche (CAD, production assistée par ordinateur (CAM), robotique, réglage par programme mémorisé);
- accroissement de la capacité de formation;
- augmentation de l'offre en matière de formation continue et de perfectionnement des ingénieurs ETS (études et cours postdiplôme), en particulier pour les ingénieurs qui n'ont pas été familiarisés avec les technologies modernes durant leur formation de base.

Si l'on veut atteindre un tel but, il est nécessaire de prévoir 25 millions de francs pour les dépenses spéciales qui incomberont à la Confédération. Le tableau 4 indique la répartition prévue des subventions fédérales. Ces chiffres reposent, d'une part, sur une enquête menée auprès de chaque

Encouragement de l'informatique dans les ETS
(en millions de francs)

Tableau 4

Formation temporaire et complémentaire d'enseignants dans des hautes écoles en Suisse et à l'étranger, auprès de fabricants et dans l'industrie.....	10 à 12
Développement de logiciels.....	2 à 3
Acquisition d'équipements informatiques.....	10 à 12
Total.....	25

école d'ingénieurs ETS et complétée par un échantillon représentatif. D'autre part, ils tiennent compte des possibilités financières de la Confédération. Les ressources disponibles devront être réparties et attribuées sur la base de projets concrets et à l'aide de critères précis tels que l'urgence, le caractère innovateur, l'importance des effets, l'efficacité et l'avenir du projet.

On ne saurait contester que dans d'autres technologies d'avenir des besoins accrus se font déjà ou se feront prochainement sentir. Mentionnons, entre autres, la technologie des matières synthétiques, la biotechnologie, la production et le recyclage de l'énergie, la technologie de la communication. Cependant, dans l'intérêt d'un engagement concentré et efficace des ressources disponibles, on donnera la préférence au domaine informatique dans le cadre du programme spécial destiné aux ETS, mais de manière que toutes les disciplines de l'ingénieur et toutes les sortes de technologies en bénéficient.

Les moyens relativement limités dont dispose la Confédération ne lui permettent pas de prendre entièrement à sa charge l'introduction de ces nouveaux éléments de la formation, ni de les garantir à long terme. En revanche, on peut envisager des aides initiales lorsque celles-ci représentent l'indispensable complément des ressources des collectivités qui ont la charge des ETS. Chaque projet devra toutefois faire l'objet d'un examen pour déterminer s'il ne peut pas être réalisé par la voie du financement ordinaire, à savoir les ressources de la collectivité en question et les subventions fédérales allouées au titre de la loi sur la formation professionnelle. De même, il y aura lieu d'envisager des contributions de tiers, par exemple de l'économie. La question de la prise en charge des frais d'entretien et de remplacement qui surviendront pendant et après la réalisation du programme spécial devra être réglée avant la mise en oeuvre d'un projet. C'est pourquoi chaque crédit ne sera accordé qu'après entente avec la collectivité ayant la charge de l'ETS en question. Dans ces conditions, les cantons auront leur mot à dire.

214 Réseau informatique national pour les hautes écoles et la recherche

Les hautes écoles suisses ont incontestablement un besoin urgent de services efficaces en matière de communication.

Cela concerne aussi bien certains projets, tels que les équipements techniques pour les liaisons entre systèmes de bibliothèques ou encore pour l'accès aux ordinateurs à hautes performances, que la création d'une infrastructure de services ultramodernes et susceptibles de développement, par exemple la transmission informatisée de messages (electronic mail) qui constitue une condition essentielle d'un développement adéquat de la recherche et de l'enseignement.

Les services de communication actuellement utilisés n'offrent que des possibilités très limitées, sont spécifiques à leurs fabricants et donc difficilement utilisables entre hautes écoles ayant des systèmes différents. De surcroît, ces services ne sont pas susceptibles de développement à un coût raisonnable. Ces constatations s'appliquent aussi partiellement au réseau EARN, mis à disposition par la maison IBM à titre de mesure d'urgence. IBM ne prendra à sa charge les frais d'exploitation dudit réseau et n'assurera la gratuité de l'utilisation du matériel de communication que jusqu'en 1988. De même, les PTT ne toléreront pas au-delà l'EARN, dont la forme actuelle ne correspond pas à leurs normes.

Il est donc nécessaire de créer un réseau suisse destiné aux hautes écoles et à la recherche, qui présenterait les avantages suivants:

- services efficaces de communication pour l'enseignement et la recherche,
- solution durable avec des services élargis,
- extension à toutes les applications existant au moment de la mise en service et possibilités d'extension ultérieures,
- utilisation de solutions techniques avec recours aussi large que possible aux réseaux publics de transmission ainsi que compatibilité avec les normes internationales.

Il est judicieux de structurer ce réseau comme un réseau informatique spécifique aux hautes écoles et à la recherche. En effet, les besoins dans ce domaine sont clairs et identiques chez tous les participants. Ils débordent en outre largement le cadre des possibilités offertes par les services publics. C'est pourquoi un effort commun des milieux concernés présente de grands avantages et paraît être la seule voie praticable permettant de trouver rapidement une solution à ce problème. De surcroît, le cadre purement universi-

taire simplifiera les arrangements indispensables avec des réseaux étrangers correspondants. Si un tel réseau n'est pas installé en temps utile, il y a tout lieu de craindre que certains utilisateurs trouvent chacun de leur côté et sans aucune coordination des solutions qui seront finalement beaucoup plus onéreuses et moins souples. D'autres utilisateurs ne disposant pas de ressources suffisantes subiront alors des retards dans l'évolution de leur niveau scientifique et de leur efficacité. Les hautes écoles suisses courent le risque de perdre une grande partie des contacts qu'elles ont dans le cadre des échanges internationaux d'informations scientifiques.

Le réseau informatique prévu pour les hautes écoles et la recherche aura pour tâche d'offrir à ses utilisateurs toute une série de services de haute qualité, par exemple la transmission informatisée de messages ou de données. Ce réseau complètera ainsi des services publics de transmission de données existants ou encore à créer, comme TELEPAC ou IFS, et il ne manquera pas de recourir largement à ces services pour la transmission. Dès lors, une étroite collaboration avec les PTT revêt la plus haute importance et elle est actuellement assurée aussi bien par la présence d'un représentant de cette régie dans le groupe de planification dudit réseau que par des pourparlers entre représentants de la Conférence universitaire suisse et de la direction générale des PTT. Les services ainsi offerts devront faciliter tant la coopération nationale qu'internationale en matière de recherche. C'est pourquoi le réseau suisse devra pouvoir être raccordé à des réseaux de transmission étrangers. Sur le plan du transfert des données, ce raccordement est déjà possible grâce aux liaisons que les réseaux publics suisses entretiennent avec leurs homologues étrangers. Cependant, la transmission transfrontalière de données doit également être possible dans le domaine des services de haut niveau sans qu'il faille recourir pour autant à de coûteuses procédures de conversion. Le logiciel à utiliser pour de tels services doit donc correspondre aux normes internationales.

Il est prévu d'aménager un accès au réseau, qui soit aussi ouvert que le permettra le cadre d'un tel réseau de recherche. Les utilisateurs potentiels sont les suivants: les universités cantonales, les EPF, les institutions rattachées aux universités et hautes écoles (p.ex. SIN), des institutions de recherche universitaires indépendantes mais ayant leur siège en Suisse (p.ex. le CERN), éventuellement certaines ETS - la question doit encore être examinée - et des

utilisateurs de l'industrie, mais exclusivement dans le cadre de projets de recherche exécutés conjointement avec des participants universitaires. En raison de l'utilisation de logiciels normalisés et de services publics de transmission, l'accès au réseau depuis l'extérieur, c'est-à-dire à partir d'autres réseaux, ne devrait pas présenter de difficulté.

Les dépenses pour lesquelles des estimations sont reproduites dans le tableau 5 concernent uniquement les investissements initiaux. Ceux-ci serviront à créer un réseau de recherche comprenant probablement douze points nodaux, bien adapté aux besoins immédiats des hautes écoles et constituant un stimulant pour des développements ultérieurs propres à ces institutions. On prévoit la création d'un réseau dont la vitesse de transmission sera de 64 kbit/s, ce qui correspond à la capacité actuelle des services publics; le réseau pourra offrir les prestations de services suivantes: la transmission de messages, le transfert de fichiers, la demande d'accès (Remote Job Entry), les consoles virtuelles ainsi que les fichiers de participants.

Estimation des investissements initiaux
(en millions de francs)

Tableau 5

Ordinateurs nodaux (10 hautes écoles, SIN et IFR)

Raccordement des réseaux des universités ou des ordinateurs des universités au réseau public, transposition des protocoles fourniture de services de haut niveau..... 6,0

Services centraux, supports d'exploitation

Équipement initial pour l'administration du réseau, services centraux (p.ex. fichier des participants), préparation et développement de nouveaux matériels et logiciels, surveillance de l'exploitation et dépiage des erreurs..... 3,0

Développement et achat de logiciels

Logiciels pour services de haut niveau dans les divers systèmes d'exploitation, pour l'administration du réseau et pour le passage à d'autres réseaux en Europe et aux États-Unis.... 6,0

Total..... 15,0

La répartition locale des services fournis par le réseau sera l'affaire des participants et entraînera des dépenses supplémentaires. Les investissements mentionnés ici ne couvrent que le matériel et le logiciel nécessaires au dialogue entre participants et à la fourniture des services de haut niveau par le biais des ordinateurs nodaux et des ordinateurs raccordés dont disposent les participants.

Les frais d'exploitation, par exemple pour l'utilisation des services publics de transmission, l'entretien du logiciel et l'administration du réseau seront à la charge des participants. A moyen terme, d'autres investissements seront nécessaires pour l'adaptation du réseau à de nouveaux besoins. Une telle adaptation pourrait survenir par exemple à la suite d'une augmentation de la vitesse de transmission, elle-même consécutive à un développement des réseaux publics. Il pourra également y avoir des frais d'extension dans le cas du raccordement de points nodaux supplémentaires, par exemple lorsqu'il y aura création d'un point nodal nécessaire à l'accès d'une ETS. Les coûts occasionnés par une telle extension correspondent pour l'essentiel aux frais d'acquisition de matériel supplémentaire et seront en principe supportés par le participant. Toutefois, de tels coûts pourront être élevés lorsque le nouveau participant utilisera des systèmes d'exploitation pour lesquels on ne dispose pas encore des logiciels nécessaires.

La Conférence universitaire suisse (CUS) examine actuellement quelle forme il convient de donner à l'organisme qui sera responsable du futur réseau. Il existe diverses possibilités: des institutions existantes (p. ex. la CUS, les PTT), une institution de droit public encore à créer, un mandat confié à une entreprise privée ou la constitution d'une fondation de droit privé. La CUS a chargé une entreprise-conseil de clarifier cette question. Quant à la future société, elle couvrira ses frais d'exploitation, d'entretien et d'extension en percevant des taxes et émoluments.

La conception de la réalisation du réseau est donc largement fixée dans les considérations qui précèdent.

Le réseau devrait être mis en exploitation en 1988. Il est cependant possible que des projets pilotes soient réalisés plus tôt déjà pour diverses prestations de services (p. ex. projet CHUNET pour la transmission de messages), constituant en quelque sorte le premier jalon du réseau en question. Celui-ci fait l'objet d'études préparatoires au sein d'un groupe de travail institué par la Conférence universitaire suisse. Pour les questions techniques et la coordination des activités dans les différentes hautes écoles, on créera en outre des groupes de travail particuliers.

La coopération internationale prévue permettra de notables simplifications et évitera d'inutiles développements parallèles. De même, dans les négociations avec des entreprises

qui développent des logiciels pour des prestations de services de haut niveau, la cohésion et la concertation des hautes écoles ne pourra que présenter des avantages et donner encore plus de poids à leurs vœux. Il devrait être possible, de cette manière, d'acquérir le logiciel nécessaire aux projets pilotes précités sans grands investissements à la charge des hautes écoles. A l'heure actuelle, un accord de collaboration est en préparation avec l'association DFN ("Deutsches Forschungsnetz").

Les énormes progrès réalisés dans la technique des ordinateurs et un marché en pleine expansion ont abouti à la création d'une gamme très vaste d'ordinateurs de toutes capacités et à une importante baisse des prix. Par conséquent, l'utilisation de l'ordinateur a aussi évolué, notamment au sein des hautes écoles. Alors que, au début, une seule installation centrale était disponible pour les besoins de calcul de la haute école tout entière, une décentralisation allant jusqu'à l'équipement des places de travail individuelles est intervenue. Les progrès de la technique de communication ont facilité cette évolution et ont ouvert de nouvelles possibilités de relier efficacement les différents ordinateurs.

En matière de recherche, la vitesse de calcul et la capacité de mémoire de l'ordinateur individuel - il s'agit aujourd'hui, en règle générale, de micro-ordinateurs - ne suffisent cependant pas à résoudre des problèmes complexes. Au cours des dernières décennies, les chercheurs ont développé des méthodes et des modèles mathématiques qui permettent de résumer la diversité des phénomènes, de les analyser et d'établir des prévisions.

C'est ainsi que le comportement de formes compliquées et de matériaux composites, qui sont utilisés par exemple pour la construction de machines et pour d'autres constructions, peut faire l'objet d'une étude théorique. On peut également simuler, à l'aide de modèles, des tests scientifiques sur l'ordinateur; celui-ci remplace une coûteuse installation de recherche et évite les facteurs de perturbation qui apparaissent inévitablement dans les tests expérimentaux en raison de l'appareillage de mesure. Cependant, toute appréhension proche de la réalité à l'aide de modèles mathématiques

implique nécessairement le recours à un ordinateur performant. Bien souvent, seul un ordinateur à hautes performances peut venir à bout de telles tâches.

A l'heure actuelle, des ordinateurs à hautes performances sont déjà utilisés dans les domaines de recherche les plus divers. Quelques exemples suffisent: les recherches sur les fluides, celles sur les processus de combustion, la simulation de réactions chimiques pour l'élaboration de nouvelles substances ainsi que l'interprétation des sondages géophysiques dans la recherche de matières premières. Aux Etats-Unis et au Japon, mais aussi en Europe depuis peu, d'importants moyens sont affectés au développement d'ordinateurs à hautes performances et le nombre de ceux qui sont en exploitation ne cesse de croître. Le tableau ci-après indique le nombre d'ordinateurs à hautes performances installés dans les différents pays européens à la fin de 1984:

Grande-Bretagne.....	10
France.....	7
RFA.....	7
Pays-Bas.....	2
Suède.....	1

En 1984, une centaine d'ordinateurs à hautes performances, tous de construction américaine, étaient en service, dont 30 en Europe. La Fondation nationale américaine pour l'encouragement de la science met aujourd'hui à la disposition des universités américaines des ordinateurs à hautes performances installés dans six centres; elle a sélectionné quatre autres centres, pour les cinq prochaines années, qui recevront plus de 500 millions de francs pour l'acquisition et l'exploitation d'ordinateurs très performants. Dans notre pays, les scientifiques suisses disposent depuis l'automne 1985, à l'EPF de Lausanne, d'un ordinateur à hautes performances de la première génération, acheté pour le prix de 6 millions de francs à Paris où il était en service depuis 1982. Cependant, d'autres ordinateurs bien plus performants encore sont déjà en service à l'étranger et, d'ici peu d'années, des maisons américaines, japonaises et allemandes partiront à la conquête du marché avec une nouvelle génération d'ordinateurs polyvalents à très hautes performances. En achetant à un prix favorable cet ordinateur d'occasion réinstallé à Lausanne, la Suisse a fait le premier pas dans l'utilisation d'ordinateurs à hautes performances dans la recherche. Pourtant, notre retard dans ce domaine reste important et le progrès n'attend pas. Il importe, par consé-

quent, de préparer dès maintenant l'étape suivante, à savoir l'octroi des crédits indispensables et la planification des locaux et installations pour un second ordinateur de ce genre.

Malgré la baisse généralement forte des prix des ordinateurs, les modèles très performants et puissants restent coûteux parce qu'il s'agit de techniques de pointe et qu'on recherche une efficacité maximum. C'est pourquoi un petit pays comme la Suisse ne peut se payer le luxe de disposer, dans un avenir proche et pour l'ensemble de ses hautes écoles, de plus d'un ordinateur à hautes performances de la même génération. Cela n'entraînera aucun inconvénient pour les hautes écoles qui ne seront pas choisies pour abriter cette installation, car la technique ultramoderne des télécommunications permet à l'utilisateur d'accéder rapidement et à bon marché à des ordinateurs installés ailleurs qu'à sa place de travail. Compte tenu du fait que cet important auxiliaire de la recherche suisse sera entièrement financé par la Confédération et que, de surcroît, les deux EPF disposent d'une grande expérience dans la technique des ordinateurs et dans l'exploitation de grosses unités, il paraît judicieux de placer l'ordinateur à hautes performances dans l'un des deux centres de calcul des EPF. Grâce au réseau national informatisé destiné aux universités et à la recherche, toutes les hautes écoles y auront accès. A l'encontre de ce qui est envisagé pour le réseau précité, il n'est toutefois pas prévu de créer une société d'exploitation autonome, car c'est, en principe, la Confédération qui jouera le rôle d'organe responsable. Les utilisateurs privés prendront intégralement à leur charge les coûts (investissement, entretien, exploitation) des prestations de services requises. Les hautes écoles disposeront gratuitement des installations pour leurs activités de recherche.

Les équipements du centre de calcul de l'EPF de Zurich, qui fonctionnent depuis 15 ans, vont prochainement être remplacés. Un nouveau sous-sol, spécialement conçu pour abriter de telles installations et offrant suffisamment de place pour un ordinateur à hautes performances, est en construction. Selon le résultat des expériences faites à l'EPF de Lausanne avec l'actuel ordinateur à hautes performances, il n'est pas impossible qu'il soit judicieux de le remplacer prochainement par une installation sensiblement plus performante. Dans le plan financier de 1984 à 1987 que le Conseil des EPF a établi pour les moyens de traitement électronique des données, aucun crédit pour l'acquisition d'un ordinateur à

hautes performances de la dernière génération n'a cependant été prévu par les deux EPF. Selon les indications des constructeurs et les informations relatives aux frais d'investissement pour une telle installation, le prix d'un ordinateur à hautes performances de la génération la plus récente peut être estimé à 40 millions de francs environ. Si les Chambres fédérales accordent le crédit d'engagement nécessaire, nous ne le libérerons qu'au moment où les premières expériences faites à l'EPF de Lausanne auront été rassemblées et analysées et où une planification minutieuse aura été établie sur la base de devis et d'offres liant les maisons qui fabriquent et vendent de tels ordinateurs. Vu l'avancement des travaux de planification, il est probable que l'acquisition de cet ordinateur à hautes performances n'aura pas lieu durant les deux premières années de la période de subvention.

216 Mesures spéciales en faveur des sciences de l'ingénieur aux écoles polytechniques fédérales

Les services compétents sont d'accord sur le choix des domaines et disciplines qu'il est urgent de promouvoir aux deux écoles polytechniques fédérales. Les objectifs du Conseil des EPF et les mesures déjà prises par les directions de ces deux écoles concordent, dans les orientations adoptées, aussi bien avec les vœux et besoins formulés par les milieux de l'économie privée à l'égard des hautes écoles qu'avec les recommandations du Conseil suisse de la science. A court terme, le renforcement du corps professoral et du corps intermédiaire dans les branches sous-dotées en personnel (p. ex. l'informatique et l'électrotechnique) figurent en tête des priorités.

Pour la période de planification en cours (1984-1987), le Conseil des EPF a fixé six domaines prioritaires; parmi ceux-ci, trois sont spécifiques aux EPF, à savoir l'informatique, la microtechnique et la biotechnologie, tandis que les trois autres sont plus vastes: l'énergie, les matériaux et l'environnement. Pour la planification à moyen terme, notamment pour la période de 1988 à 1991, le Conseil des EPF a donné la priorité aux quatre domaines mentionnés ci-dessous, tout en signalant que des moyens financiers supplémentaires seront nécessaires:

- technologies de l'information: télécommunications, électronique, informatique, automatique, robotique;

- microtechnique au sens large, y compris la conception et la technologie des circuits intégrés ainsi que leur utilisation dans des appareils;
- biotechnologie: utilisation de processus biologiques (fermentation, génie génétique) pour la production d'aliments, de médicaments et de biomasse ainsi que pour l'élimination des déchets;
- protection de l'environnement (eaux, air, sols, forêts) et protection de la vie humaine (toxicologie).

Sur la base de cette liste de priorités et d'une analyse de la situation et des besoins effectuée conjointement avec les directions des EPF, l'entreprise Hayek Engineering SA recommande dans son étude d'optimisation, en plus d'autres mesures à prendre, d'augmenter le personnel dans les deux EPF. La notion de "bloc" a servi de base au calcul des besoins en personnel supplémentaire. Le "bloc" se compose d'un professeur et de plusieurs collaborateurs scientifiques, techniques et administratifs (les blocs n'ont pas les mêmes dimensions puisque l'EPF de Zurich compte trois fois plus d'étudiants que l'EPF de Lausanne). Sans tenir compte des besoins existants dans le domaine des études postdiplôme, de l'accroissement prévu du nombre des étudiants et de l'indispensable rattrapage du retard dans certains secteurs, l'EPF de Zurich a besoin de 33 blocs nouveaux; 6 à 7 blocs existants seront supprimés et 21 blocs seront réorientés ou transformés. Quant à l'EPF de Lausanne, elle a besoin de 33 blocs nouveaux, alors que 7,5 blocs y seront supprimés.

La réalisation de cette recommandation de l'étude Hayek exigerait la création de 290 postes de personnel à l'EPF de Zurich et de 160 emplois à l'EPF de Lausanne. Une part d'entre eux, en particulier les postes de professeurs, font partie du contingent; pour l'autre part, les engagements seront limités dans le temps.

Les nouveaux blocs recommandés pour l'EPF de Zurich sont notamment prévus dans les domaines suivants: 12 blocs pour l'informatique (avant tout logiciels, systèmes de logiciels et logiciels d'application, intelligence artificielle, systèmes-experts, etc.); 6 blocs pour la physique (surtout dans des domaines à la base des nouvelles technologies: physique des surfaces de contact, physique des semi-conducteurs, électronique quantique) ainsi que pour d'autres domaines encore, dont le génie biomédical, l'électronique des semi-conducteurs, la céramique, la chimie des matériaux, le génie

biologique. Les 21 blocs qui subiront des réorientations ou transformations sont centrés sur la mécanique (robotique, technique de production), les sciences végétales et la technologie du bois.

Les points forts mis à l'EPP de Lausanne sont constitués par les blocs suivants: 5 blocs pour les techniques modernes de production (production automatisée, gestion de la production), 9 blocs pour l'informatique et les télécommunications (opto-électronique, conception assistée par ordinateur, réseaux, etc.); il y a en outre la physique des surfaces et la science des matériaux (céramique) ainsi que le milieu vital et la protection de l'environnement (4 blocs).

Le train de mesures spéciales proposées permettra de couvrir une partie de ces besoins. Il s'agit d'interventions temporaires, dont les effets se feront rapidement sentir et qui permettront de supprimer une partie des goulets d'étranglement qui existent aux deux EPP. Elles permettront aux deux écoles de former suffisamment d'ingénieurs et de chercheurs pour les besoins de l'économie et de dispenser un savoir de niveau international et bien adapté au développement technique. La création de postes temporaires, qui constitue la mesure principale, ne remplace certes pas les indispensables mesures de rationalisation et les postes permanents supplémentaires, nécessaires dans certains cas, mais elle est un dispositif d'urgence tout à fait approprié. Elle est réalisable très rapidement, permet de procéder en souplesse et ne crée pas de contraintes pour l'avenir. Elle constitue de surcroît un excellent moyen de promouvoir la formation de la relève scientifique.

Les moyens financiers demandés seront affectés aux mesures suivantes:

- création de postes temporaires pour professeurs-assistants et pour assistants chargés de l'encadrement en matière d'enseignement et de recherche,
- rémunération de jeunes chercheurs (candidats au doctorat et autres),
- renforcement quantitatif et qualitatif du perfectionnement professionnel (études postdiplôme et cours de perfectionnement),
- bourses d'études pour perfectionnement à l'étranger.

Pour appliquer ces mesures, une trentaine de millions de francs seront nécessaires, ce qui représente une moyenne de 6 millions par an. Trois quarts de ces ressources seront affectés aux deux premières mesures pour permettre l'engagement de quelque 65 ingénieurs et autres scientifiques. De la sorte, on parviendra à couvrir les besoins les plus urgents en matière d'enseignement et de recherche.

Les mesures d'engagement de personnel en faveur de l'informatique (ch. 211) et des sciences de l'ingénieur, informatique non comprise (cf. ci-dessus), permettront aux deux EPF de procéder à l'engagement temporaire d'une centaine de collaborateurs scientifiques. Ce chiffre représente à peine le quart du personnel nécessaire, selon le rapport Hayek, pour créer les neuf blocs précités; il correspond aussi à la moitié des 200 emplois temporaires recommandés dans la même étude. Si, ultérieurement et sur la base du rapport Hayek, il convient de prendre encore d'autres mesures en faveur des EPF - des investigations à ce sujet sont en cours -, il sera naturellement tenu compte de l'augmentation du personnel déjà préconisée dans les présentes propositions.

3 Conséquences financières et effets sur l'état du personnel

31 Conséquences financières

Les dépenses que ce projet entraînera pour la Confédération s'élèveront au total à 207 millions de francs pour la période allant du 1^{er} octobre 1986 au 30 septembre 1991. Le tableau 6 donne une vue d'ensemble de l'utilisation des fonds.

Sur le montant total, 57 millions de francs vont aux cantons et 95 millions sont affectés au champ d'activité relevant du Conseil des EPF. Les 55 millions restants servent à financer des installations destinées aussi bien aux universités cantonales qu'aux écoles polytechniques fédérales et dont peuvent disposer de larges cercles d'utilisateurs.

Les mesures spéciales entraînent pour la Confédération certaines dépenses dans le domaine du Conseil des EPF. L'acquisition de stations individuelles a pour conséquence un besoin accru en surfaces. En outre, l'exploitation de l'ordinateur à hautes performances constitue une charge supplémentaire.

Utilisation des fonds
 (en millions de francs)

Tableau 6

Mesures	Dépenses à la charge de la Confédération	Institutions auxquelles les fonds sont affectés			Service/rubrique budgétaire
		CEPF ¹⁾	OHP+R ²⁾	Cant. ³⁾	
Mesures relatives au personnel dans les hautes écoles (ch. 211)	35	15		20	EPFZ 330.342.10 Enseignement et recherche EPFL 340.342.10 Enseignement et recherche OFES 320.463.21 Subventions spéciales ⁴⁾
Stations individuelles dans les hautes écoles (ch. 212)	62	50		12	OCFIM 104.511.40 Informatique et bureautique ⁵⁾ OFES 320.463.21 Subventions spéciales ⁴⁾
Informatique dans les ETS (ch. 213)	25			25	OFIANT 705.463.04 Subventions spéciales ⁴⁾
Réseau informatique national pour les hautes écoles et la recherche (ch. 214)	15		15		OCFIM 104.511.40 Informatique et bureautique ⁵⁾
Ordinateur à hautes performances (ch. 215)	40		40		OCFIM 104.511.40 Informatique et bureautique ⁵⁾
Sciences de l'ingénieur dans les EPF (ch. 216)	30	30			EPFZ 330.342.10 Enseignement et recherche EPFL 340.342.10 Enseignement et recherche
Total	207	95	55	57	

¹⁾ Conseil des écoles polytechniques fédérales

²⁾ Ordinateur à hautes performances; réseau informatique national pour les hautes écoles et la recherche

³⁾ Universités cantonales, écoles techniques supérieures

⁴⁾ Nouvelle rubrique de subvention: subventions spéciales pour l'informatique

⁵⁾ L'utilisation pour d'autres rubriques de dépenses (programme informatique, entretien de l'équipement électronique, bureautique, mandats de services informatiques, etc.) est réservée.



Le crédit d'engagement concernant l'ordinateur à hautes performances ne sera probablement pas utilisé avant 1988; en revanche, les dépenses relatives au réseau informatique national pour les hautes écoles et la recherche devraient, en grande partie, être engagées durant la période de 1987 à 1989. Les fonds nécessaires pour l'année comptable 1986 ne sont pas compris dans le budget et feront donc l'objet d'une demande de crédit supplémentaire.

L'exécution incombe aux services qui gèrent les crédits. Les subventions en faveur de la formation en informatique dans les ETS relèvent du Département fédéral de l'économie publique. Le Département fédéral de l'intérieur est responsable de l'utilisation des autres fonds ainsi que de la coordination dans le domaine fédéral et avec les cantons.

Les dépenses concernant les mesures spéciales proposées sont imputées au budget général de la Confédération et ne sont pas contenues dans le budget 1986 ni dans le plan financier de 1987 à 1989 du 30 septembre 1985. Elles augmenteront donc les dépenses générales pour 1986 et les années suivantes et, partant, les déficits financiers.

32 Effets sur l'état du personnel

Les mesures prévues dans le domaine du personnel sont des engagements temporaires dont le financement figurera sous les rubriques budgétaires "enseignement et recherche" des deux EPF et qui n'entraîneront aucune augmentation du contingent des postes; elles permettront d'engager quelque 100 collaborateurs scientifiques pour une durée limitée.

Ce dispositif apporte un surcroît de travail à l'administration des EPF d'une part, et aux services chargés de surveiller l'utilisation des subventions fédérales d'autre part. Comme il n'y a pas de postes supplémentaires disponibles, cette tâche doit être accomplie avec l'effectif actuel de personnel. Dans des cas particuliers, notamment pour évaluer les projets concernant le domaine des ETS, il faudra engager des experts de l'extérieur.

La Confédération attend des cantons, conformément aux attributions prévues (ch. 123), qu'ils fournissent des contributions en matière de personnel et d'équipement informatique. Après achèvement du programme spécial, il est possible que des coûts consécutifs se produisent pour les hautes écoles cantonales et les ETS.

4 Bases légales

41 Généralités

L'établissement du réseau informatique national pour les hautes écoles et la recherche ainsi que l'acquisition de l'ordinateur à hautes performances sont fondés sur l'article 16, 3^e alinéa, lettre b, de la loi sur la recherche, qui autorise le Conseil fédéral, dans les limites des crédits ouverts, à accorder des subventions et à prendre d'autres mesures en vue de créer et d'encourager des services scientifiques auxiliaires.

En ce qui concerne les mesures dans le domaine cantonal, nous avons examiné si la loi sur l'aide aux universités et la loi sur la formation professionnelle constituent une base légale suffisante. Force a été de constater que les taux de subvention prévus dans ces deux lois ne suffisent pas pour convaincre les cantons de mettre en oeuvre des mesures spéciales en faveur de l'informatique. Toutefois, il ne serait pas approprié d'augmenter les taux de subvention en complétant le droit ordinaire par des dispositions transitoires. Une telle augmentation ne serait ni admissible du point de vue de la politique des dépenses, parce qu'en contradiction avec les mesures d'économie de 1984, ni judicieuse du point de vue de l'encouragement de l'informatique, alors que l'on demande aux cantons non pas moins mais davantage d'efforts en faveur de l'informatique. C'est la raison pour laquelle est proposé un arrêté fédéral de portée générale et de durée limitée qui est sujet au référendum. Cette solution, en marge du droit fédéral ordinaire, permet une répartition souple des tâches entre la Confédération et les cantons - chacun des deux partenaires assumant pleinement certaines contributions - et conduit à la collaboration souhaitée.

L'arrêté fédéral instituant des mesures spéciales en faveur de l'informatique et des sciences de l'ingénieur se fonde sur les articles 27, 1^{er} alinéa (subventions aux hautes écoles et aux établissements d'instruction supérieure), et 27sexies (article sur la recherche) de la constitution. Quant à la compétence en matière d'encouragement de l'informatique dans le domaine de la formation professionnelle, elle est définie à l'article 34^{ter}, 1^{er} alinéa, lettre g, de la constitution.

L'article 3 du projet d'arrêté définit les conditions de l'octroi, par la Confédération, de subventions aux cantons. Les cantons doivent participer, par leurs contributions, à la couverture des besoins financiers supplémentaires (cf. tableau 3). Pour ce qui est de l'acquisition de stations individuelles, les dépenses engagées par les cantons pour le logiciel, le matériel, le réseau et l'entretien sont jugées suffisantes. Quant aux prestations des cantons en matière de personnel, elles font actuellement l'objet d'études dans les universités cantonales et les ETS. Le résultat sera disponible au moment où le présent message sera discuté au Parlement. Dans le domaine universitaire, les cantons ont accordé des contributions comparables aux subventions fédérales (ch. 123). Etant donné que les cantons reçoivent déjà, pour leurs universités et leurs ETS, des subventions selon la loi sur l'aide aux universités et la loi sur la formation professionnelle, il est important de préciser qu'un double subventionnement est exclu (let. c).

Le rapport annuel sur l'utilisation des fonds, prévu à l'article 4, 2^e alinéa, de l'arrêté, est présenté dans le rapport de gestion du Conseil fédéral. Le Conseil fédéral propose la libération des crédits nécessaires dans les projets de budget.

Les moyens destinés à financer les mesures spéciales d'encouragement de l'informatique et des sciences de l'ingénieur doivent être alloués par arrêté fédéral simple, au sens de l'article 4, 1^{er} alinéa, de l'arrêté précité, sous la forme de montants maximums pluriannuels (cadre de paiement). Il faut pour cela prendre un arrêté fédéral simple. Un crédit d'engagement doit être accordé pour financer l'acquisition

d'un ordinateur à hautes performances de la nouvelle génération et la réalisation d'un réseau informatique national pour les hautes écoles et la recherche; l'octroi de ce crédit incombe à l'Assemblée fédérale qui est compétente en matière de budget (art. 85, ch. 10, cst.).

5 Grandes lignes de la politique gouvernementale

Par le présent message, le Conseil fédéral propose des mesures propres à améliorer la compétitivité de l'économie suisse en renforçant l'enseignement et la recherche dans les domaines de l'informatique et des sciences de l'ingénieur au niveau des hautes écoles suisses et des ETS. Ces mesures n'ont pas été mentionnées de manière explicite et détaillée dans le rapport sur les Grandes lignes de la politique gouvernementale 1983-1987 (FF 1984 I 153). Toutefois, le Conseil fédéral y exprime sa volonté en ces termes:

"En dépit de moyens financiers limités, ces mesures devraient permettre de promouvoir de manière spécifique la recherche dans de nouveaux domaines. Il s'agira en particulier de stimuler efficacement la recherche dans les secteurs scientifiques remplissant une fonction clef en matière d'innovation industrielle et agricole, ainsi que sur le plan de l'amélioration des activités administratives (p.ex. l'informatique et la biotechnique); il faudra aussi encourager la recherche portant sur des problèmes de caractère interdisciplinaire dans les domaines de la protection de l'environnement, de la santé et de l'économie énergétique. Dans les limites de ses possibilités restreintes, la Confédération soutiendra également les efforts entrepris par les cantons pour adapter la formation aux exigences modernes (p.ex. introduction de l'informatique dans les écoles secondaires et les collèges)." (Grandes lignes de la politique gouvernementale 1983-1987, ch. 81).

Les mesures spéciales prévues sont en outre en accord avec les "Objectifs de la politique de la Confédération en matière de recherche (1988-1991)" (FF 1985 III 237) qui sont un élément de base important pour les Grandes lignes de la politique gouvernementale 1987-1991 en ce qui concerne l'enseignement et la recherche.

Arrêté fédéral instituant des mesures spéciales en faveur de l'informatique et des sciences de l'ingénieur

Projet

du

L'Assemblée fédérale de la Confédération suisse,

vu les articles 27, 1^{er} alinéa, 27^{sexies} et 34^{ter}, 1^{er} alinéa, lettre g, de la constitution;

vu le message du Conseil fédéral du 2 décembre 1985¹⁾,

arrête:

Article premier Principe

La Confédération encourage, par des mesures spéciales d'une durée limitée, le développement de l'informatique et des sciences de l'ingénieur dans l'enseignement suisse.

Art. 2 Objet

Les mesures spéciales comprennent l'engagement de moyens supplémentaires en matière d'exploitation et d'investissement dans le domaine relevant de la Confédération, ainsi que des subventions destinées à soutenir les efforts ponctuels des cantons.

Art. 3 Conditions du subventionnement

La Confédération alloue des subventions aux cantons à condition:

- Que les dépenses des cantons soient jugées appropriées du point de vue de la collaboration dans le domaine de la formation en Suisse;
- Que les cantons contribuent eux-mêmes ou avec l'aide de tiers à assurer des possibilités de formation en informatique dans leurs universités et dans leurs écoles techniques supérieures;
- Que la Confédération ne subventionne pas déjà d'une autre manière les dépenses des cantons.

Art. 4 Montant des subventions

¹ L'Assemblée fédérale fixe le montant maximum des moyens financiers par arrêté fédéral simple.

² Le Conseil fédéral fait rapport annuellement à l'Assemblée fédérale sur la libération et l'utilisation des crédits alloués.

¹⁾ FF 1986 I 309

Art. 5 Référendum et entrée en vigueur

¹ Le présent arrêté, qui est de portée générale, est sujet au référendum facultatif.

² Il entre en vigueur le 1^{er} octobre 1986; et a effet jusqu'au 30 septembre 1991.

30463

**Arrêté fédéral
concernant l'octroi de crédits
au titre des mesures spéciales en faveur de l'informatique
et des sciences de l'ingénieur**

Projet

du

L'Assemblée fédérale de la Confédération suisse,

vu l'article 4, 1^{er} alinéa, de l'arrêté fédéral du ...¹⁾ instituant des mesures spéciales en faveur de l'informatique et des sciences de l'ingénieur;
vu le message du Conseil fédéral du 2 décembre 1985²⁾,

arrête:

Article premier

¹ Un montant maximum de 95 millions de francs est octroyé, pour la période allant du 1^{er} octobre 1986 au 30 septembre 1991, au titre des mesures d'encouragement en faveur des écoles polytechniques fédérales.

² Ce montant est réparti comme il suit:

	En millions de francs
a. Mesures en faveur de l'informatique, concernant le personnel (enseignants temporaires)	15
b. Mesures en faveur des sciences de l'ingénieur, concernant le personnel (enseignants temporaires)	30
c. Stations individuelles pour la formation en informatique et en sciences de l'ingénieur	50

³ Le Conseil fédéral peut modifier légèrement la répartition des montants fixés au 2^e alinéa, lettres a, b, et c.

Art. 2

¹ Un montant maximum de 57 millions de francs est octroyé, pour la période allant du 1^{er} octobre 1986 au 30 septembre 1991, au titre des mesures d'encouragement dans le domaine relevant de la compétence des cantons.

² Ce montant est réparti comme il suit:

	En millions de francs
a. Mesures en faveur de l'informatique dans les universités cantonales, concernant le personnel (enseignants temporaires)	20
b. Stations individuelles pour la formation en informatique dans les universités cantonales	12

¹⁾ RO ...

²⁾ FF 1986 I 309

c. Encouragement de l'informatique dans les écoles techniques supérieures (perfectionnement du personnel enseignant, développement de logiciels, équipement informatique)	En millions de francs 25
---	------------------------------------

³ Le Conseil fédéral peut modifier légèrement la répartition des montants fixés au 2^e alinéa, lettres a, b et c.

Art. 3

Le présent arrêté, qui n'est pas de portée générale, n'est pas sujet au référendum.

30463

allouant un crédit d'engagement pour l'acquisition d'un ordinateur à hautes performances et la création d'un réseau informatique national pour les hautes écoles et la recherche

L'Assemblée fédérale de la Confédération suisse,

vu l'article 85, chiffre 10, de la constitution;

vu le message du Conseil fédéral du 2 décembre 1985¹⁾,

arrête:

Article premier

¹ Un crédit d'engagement de 55 millions de francs est alloué en vue de l'acquisition d'un ordinateur à hautes performances de la nouvelle génération et de la création, par la Confédération, d'un réseau informatique national pour les hautes écoles et la recherche.

² La durée de validité de ce crédit est limitée au 30 septembre 1991.

Art. 2

Le présent arrêté, qui n'est pas de portée générale, n'est pas sujet au référendum.

o

30463

**Message relatif à des mesures spéciales en faveur de la formation et du perfectionnement
ainsi que de la recherche en informatique et en sciences de l'ingénieur du 2 décembre 1985**

In	Bundesblatt
Dans	Feuille fédérale
In	Foglio federale
Jahr	1986
Année	
Anno	
Band	1
Volume	
Volume	
Heft	05
Cahier	
Numero	
Geschäftsnummer	85.071
Numéro d'affaire	
Numero dell'oggetto	
Datum	11.02.1986
Date	
Data	
Seite	309-377
Page	
Pagina	
Ref. No	10 104 633

Das Dokument wurde durch das Schweizerische Bundesarchiv digitalisiert.

Le document a été digitalisé par les. Archives Fédérales Suisses.

Il documento è stato digitalizzato dell'Archivio federale svizzero.