

Le laboratoire du CERN à Meyrin

Le CERN, Organisation européenne pour la recherche nucléaire, a été créé en 1954 en vue d'assurer...

« ... la collaboration entre Etats européens pour les recherches nucléaires de caractère purement scientifique et fondamental, ainsi que pour d'autres recherches en rapport essentiel avec celles-ci. »

Son rôle est de centraliser et de coordonner les recherches théoriques et expérimentales entreprises en Europe dans le domaine de la physique subnucléaire. Les expériences sur le synchrotron de 28 GeV et le synchrocyclotron de 600 MeV sont effectuées par des physiciens de nombreuses Universités et de laboratoires nationaux, aussi bien que par ceux du CERN.

L'organisation a son siège à Meyrin, près de Genève (Suisse). Le laboratoire couvre une superficie de 80 ha environ, répartis presque également de part et d'autre de la frontière séparant la France de la Suisse. Son effectif total est d'environ 3000 personnes, sans compter plus de 500 boursiers et savants visiteurs. Les douze Etats européens membres du CERN contribuent au coût du programme de base (224,6 millions de francs suisses pour 1969) proportionnellement à leur revenu national net.

Le développement des techniques expérimentales, auquel on a assisté au cours des dix à quinze dernières années dans le domaine de la physique des hautes énergies, a reposé pour une grande part sur le développement parallèle des ordinateurs et, en cela, le CERN ne fait pas exception. Dans une expérience type, on peut mesurer plusieurs milliers d'événements nucléaires en observant, grâce à des détecteurs appropriés, les produits de collision résultant du choc sur une cible d'un faisceau de particules issu d'un accélérateur. L'analyse d'un événement mesuré requiert souvent des calculs longs et compliqués. La nécessité de répéter ces calculs pour un grand nombre d'événements a été la raison de l'utilisation des ordinateurs. A l'heure actuelle, ce travail d'analyse représente encore la plus grande part des tâches effectuées par les ordinateurs en physique des hautes énergies ; ainsi, au CERN, environ deux tiers du potentiel de calcul sont dévolus à cette activité.

Le caractère de plus en plus élaboré des détecteurs de particules, a conduit à utiliser dans les expériences des techniques de calcul très

évoluées au stade de l'enregistrement des données. Enregistrement en temps réel, réduction des données fournies par les compteurs et les chambres à fils, commande en ligne d'équipements spéciaux, dispositifs de mesure automatique de films (avec les programmes d'identification des événements correspondants) ; telles sont les applications les plus courantes du calcul électronique aux expériences.

La présence au CERN de quelque trente ordinateurs (quatre au centre de calcul et vingt-six machines de petites et de moyennes dimensions pour des applications spécialisées) donne peut-être la mesure de l'importance du rôle joué au CERN par les ordinateurs et par les perfectionnements qui y sont apportés.

Centre de calcul électronique du CERN

Le centre de calcul électronique du CERN utilise un CDC 6600, un CDC 6500, un CDC 3100 et un IBM 1401. Le 6600 et le 6500 fonctionnent indépendamment avec un équipement classique (local) d'entrée et de sortie à cartes et à bande magnétique. Des réseaux de terminaux et des dispositifs de connexion sont reliés au 6600 ou au 6500 par l'intermédiaire du 3100, ce qui permet l'accès à distance des grandes machines. Les charges de travail à assigner aux différents ordinateurs de la série 6000 sont réparties suivant une planification précise, la charge totale étant d'environ 6000 tâches par semaine. L'accès aux ordinateurs est possible 24 heures sur 24, sept jours par semaine. Le centre de calcul est assisté par un service de documentation qui fait paraître les manuels d'utilisation des installations et par un service d'information qui aide les utilisateurs à résoudre les problèmes éventuels de programmation et d'analyse numérique.

Les utilisateurs du service de calcul électronique sont avant tout des chercheurs, physiciens, mathématiciens et ingénieurs qui effectuent leur propre programmation en langage Fortran. Certaines applications spéciales ont nécessité la formation de groupes de programmation spécialisés ; il existe aussi un groupe de spécialistes des mathématiques appliquées qui apporte son concours pour les problèmes mathématiques plus difficiles et effectuée par ailleurs un travail original en analyse numérique. Environ un quart de l'effectif total du la-

boratoire fait appel au centre de calcul électronique à un moment ou à un autre au cours de l'année ; chaque semaine il y a environ 450 utilisateurs actifs des ordinateurs.

L'ordinateur Control Data 3100 est doté de plusieurs télétypes et terminaux de visualisation à écran cathodique, au moyen desquels l'utilisateur peut travailler sur les fichiers. Ceux-ci peuvent être ensuite adressés aux ordinateurs de la série 6000 pour traitement. Une grande console de visualisation conversationnelle, montée sur l'ordinateur, permet de dialoguer avec lui. L'ordinateur est conçu de façon que le temps d'ordinateur alloué à chacune des applications le rende facilement disponible. Grâce au dialogue permis par l'écran de visualisation graphique, on a la possibilité de procéder à l'analyse mathématique en ligne au moyen d'un clavier spécial pour l'entrée manuelle.

Etudes et perfectionnement des systèmes

Les besoins du CERN en matière de calcul électronique frôlent ou même dépassent la limite des possibilités du matériel et des systèmes disponibles sur le marché. Cette situation a amené le CERN à effectuer un travail considérable dans la mise au point de nouvelles techniques de calcul électronique et leur application à des problèmes de physique, de mathématiques ou de technique industrielle. Au cours des dernières années, ces perfectionnements ont porté sur les systèmes de multiprogrammation des ordinateurs CDC de la série 6000, sur de nouvelles techniques de compilation (tout spécialement en ce qui concerne l'optimisation des différents composants des fichiers permanents sur l'accès des installations de calcul électronique à partir de terminaux éloignés) et sur la manipulation des fichiers. Des recherches sont en cours sur l'analyse quantitative du rendement de ces grands ensembles en se donnant comme objectif la prévision à long terme du rendement, qui, du reste, prend de plus en plus d'importance.

Le développement du calcul électronique, à visualisation graphique par console conversationnelle, constitue un autre domaine faisant l'objet d'actifs travaux, tant du point de vue des installations que de celui des applications. Dans le cadre de ces travaux, le CERN étudie de nouvelles façons de résoudre des fonctions ma-

thématiques sous forme graphique, d'assurer le traitement de données visuelles (telles que les données expérimentales enregistrées photographiquement) ainsi que d'exécuter des études techniques, etc. Pour tous ces travaux, on disposera bientôt d'un ordinateur CDC 3200 équipé d'une grande console de visualisation conversationnelle et au début de 1970, le CDC 6600 bénéficiera également de ce perfectionnement.

En rapport étroit avec ces activités, on effectue des travaux sur la reconnaissance des formes avec, actuellement, comme objectif particulier le traitement automatique des films des chambres à étincelles et des chambres à bulles. Cette étude présente de nombreux aspects en commun avec d'autres applications, par exemple, le traitement des données médicales, l'identification des caractères et on pourrait facilement l'étendre dans ces directions.

On projette d'entreprendre dans un proche avenir des études sur les langages de programmation et leur compilation (à l'heure actuelle on utilise presque exclusivement le langage Fortran pour des raisons essentiellement historiques). C'est là un domaine qui prend de plus en plus d'importance en permettant d'accroître le nombre des applications des ordinateurs. Ces études complèteraient celles déjà entreprises sur les méthodes de calcul conversationnelles.

En mathématiques appliquées, des études originales ont été menées au cours des quelques dernières années sur la théorie de l'intégration de Romberg, la théorie des approximations par les séries de Tchebyshev, les méthodes de Monte-Carlo, la minimisation des multivariées, le calcul des fonctions d'ondes de Coulomb et sur les polylogarithmes.

Dans la prochaine décennie, nous envisageons la constitution d'un système généralisé d'informatique. Des études sont actuellement menées sur les réseaux de communication, les installations à plusieurs unités centrales, les fichiers permanents de grande capacité et les systèmes à accès multiples, afin de résoudre les problèmes soulevés par ce projet. Il y a là un vaste champ permettant d'apporter une contribution originale à l'analyse théorique ou à la description de ces problèmes ainsi qu'au travail pratique d'établissement des caractéristiques détaillées des systèmes et de leurs essais.