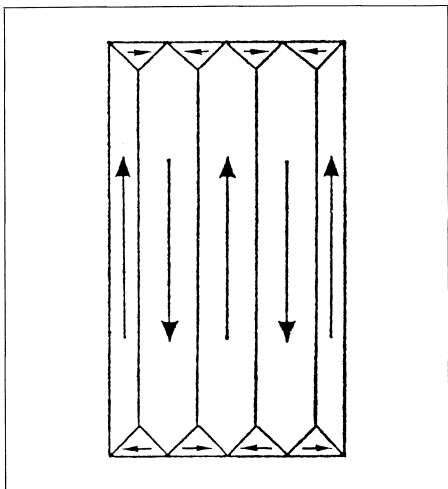


# L'informatique en physique des hautes énergies

Une brisure spontanée de la symétrie se produit quand une théorie décrite par des équations présentant une certaine symétrie possède des solutions qui en sont dépourvues. Par exemple, les équations de l'électromagnétisme sont symétriques, mais leurs solutions magnétiques ne le sont pas nécessairement: quand on sélectionne une orientation pour les spins des électrons dans l'état fondamental d'un corps ferromagnétique on brise spontanément la symétrie dans chaque « domaine » microscopique.



quark pourraient être des sources de particules de Higgs. Cependant, des recherches aux collisionneurs proton-antiproton du CERN et du Laboratoire Fermi suggèrent que le quark  $t$  pourrait être tellement lourd que des désintégrations en particules de Higgs seraient relativement peu fréquentes. De plus, si malicieusement le spectre relatif au quark  $t$  se situe autour de la masse du  $Z$ , les physiciens devront démêler soigneusement les effets dus à l'un et à l'autre.

Un objectif ultérieur au LEP sera une augmentation de l'énergie des faisceaux – grâce à des cavités supraconductrices radiofréquence – suffisante pour que les électrons et les positons en collision puissent produire une paire de particules  $W$ , les porteurs électriquement chargés de la force nucléaire faible. Si la masse du Higgs est dans la gamme adéquate, les particules en collisions pourraient également produire des paires  $Z$ -Higgs.

Avec l'entrée en scène du LEP, les physiciens attendent impatiemment les premières informations concrètes sur le phénomène crucial mais mystérieux de brisure de la symétrie qui sous-tend la théorie électrofaible tellement satisfaisante.

Le calcul en physique des hautes énergies a changé au fil des ans, passant de la règle à calcul à l'ordinateur, mal nécessaire au début mais aujourd'hui présent à tous les stades, depuis la commande des appareils jusqu'aux calculs théoriques de jauge sur réseau.

L'état de l'art ainsi que les orientations nouvelles et les espoirs nouveaux ont été reflétés dans la Conférence Computing in High Energy Physics de cette année qui s'est tenue dans le cadre reposant d'Oxford et de son gothique élancé. Venant principalement d'Europe, des Etats-Unis, du Japon et d'Union soviétique, les 260 participants étaient logés et prenaient leurs repas dans les environs incomparables du New College, source d'une ambiance particulière; un grand nombre d'entre eux ont trouvé amusante l'idée qu'un collègue de quelque six cents ans continue d'être qualifié de « nouveau ».

La réunion visait à brosser un panorama d'ensemble, d'où un programme chargé comprenant 35 conférences en plénière et 48 communications sur deux après-midis de séances parallèles. Un certain nombre d'exposés, en accord sinon avec le titre du moins avec le but de la conférence qui était de réunir des physiciens des hautes énergies et des informaticiens, ont été présentés par des spécialistes en informatique.

La complexité et le volume des données produites par les expériences de physique des particules explique l'intérêt que présentent pour l'informatique les problèmes liés au calcul électronique. Ce domaine a été couvert par David Williams (CERN) et par Louis Hertzberg.

*David Williams (CERN) plante le décor à la Conférence d'Oxford sur l'informatique en physique des hautes énergies.*

*(Photo RAL)*



Travaux pratiques à la démonstration DEC.

(Photo NPL, Oxford)

ger (Amsterdam) dans des discours liminaires.

La tâche qui attend les expériences qui sont sur le point d'être mises en service au nouveau collisionneur électron-positon LEP du CERN est énorme à tous égards, mais leur mise sur pied a fait l'objet d'une réflexion approfondie. Disposer d'une puissance de calcul suffisante n'est plus considéré comme un problème, mais la question du stockage des sept téraoctets de données qui seront produites par expérience et par année rend nerveux les responsables de la gestion des ordinateurs même avec l'installation, dernièrement, de systèmes à cartouches IBM 3480.

Etant donné les taux d'interaction élevés déjà obtenus aux collisionneurs proton-antiproton du CERN et du Laboratoire Fermi et les ordres de grandeur encore supérieurs prévus aux collisionneurs à protons proposés, il existe des domaines passionnants où la physique des particules et l'ordinateur pourraient coopérer profitablement.

Un domaine clé est celui de la reconnaissance des formes et du traitement parallèle pour le déclenchement. L'électronique «intelligente» des détecteurs permettra à terme d'obtenir des informations synthétisées, déjà réduites et complètement reconstruites pour les événements intéressants.

L'âge des gros ordinateurs centraux utilisés aux fins de traitement est-il révolu? Lors d'un exposé tout de provocation, Richard Mount (Caltech) a soutenu que la solution offrant le meilleur rapport performance/coût consiste à employer de puissants postes de travail à technologie RISC (traitement avec un jeu d'instructions réduit) et des serveurs spécialisés connectés à un ordinateur central modeste, solution permettant peut-être une économie d'un facteur cinq par rapport à un centre de calcul classique.

Les réseaux relient les collaborations de physique entre elles, mais



sont souvent compliqués à utiliser et offrent rarement un débit suffisant, avantage et inconvénients clairement démontrés par l'usage ininterrompu du courrier électronique de la conférence fourni par Olivetti-Lee Data. L'apparence de village que donnait la communauté fut évidente à l'annonce de l'observation de la première particule Z au nouveau collisionneur linéaire SLC de Stanford (numéro de mai, page 2).

Les problèmes et le potentiel des réseaux ont été explorés par François Fluckiger (CERN), Harvey Newman (Caltech) et James Hutton (RARE). Fluckiger et Hutton ont tous deux expliqué que les problèmes sont aussi bien techniques que politiques, mais que des progrès sont réalisés et que les utilisateurs devraient se montrer patients. Les gestionnaires de réseaux doivent fournir le meilleur service au coût le moins élevé. HEPNET est l'une des structures les plus étoffées en matière de gestion de réseau et, alors que l'interconnexion ouverte entre systèmes (OSI) semble en permanence être remise au lendemain, un système plus souple et plus facile d'utilisation finira à terme par émerger.

Harvey Newman, lui, n'est pas patient. Il a soutenu que la physi-

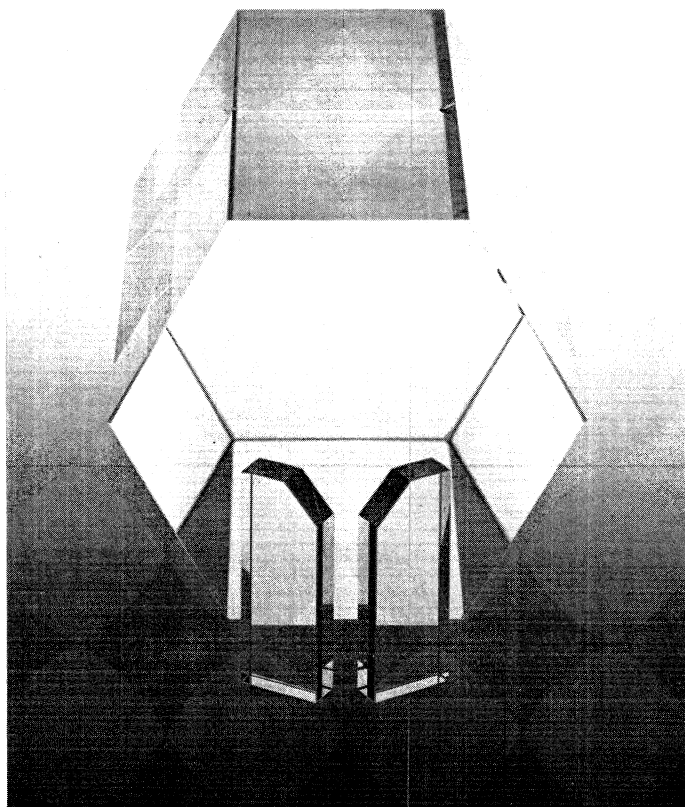
que pourrait être mise en péril en ne passant pas suffisamment vite à des réseaux à débit élevé. Elle a besoin maintenant de mégabits et il lui faudra dans dix ans des gigabits par seconde. L'imagination ne devrait pas être bridée par la technologie actuelle.

Ce point de vue a été souligné par W. Runge (Fribourg-en-B.) et R. Ruehle (Stuttgart) dans des exposés consacrés aux travaux effectués actuellement en Allemagne fédérale sur des réseaux à grande largeur de bande. Ruehle a, pour l'essentiel, présenté le système de Stuttgart permettant à des postes de travail graphiques d'accéder par des liaisons de 140 Mbps à des superordinateurs locaux. Il a illustré son exposé par des diapositives et un film vidéo montrant ce qui peut être réalisé avec un poste de travail décentralisé connecté simultanément à deux Cray et à un Convex! Il a en outre montré l'importance du traitement graphique dans le domaine de la conceptualisation ainsi que pour éprouver la théorie par rapport à l'expérimentation, en comparant une simulation sur ordinateur de l'écoulement de l'air au-dessus du toit ouvrant d'une Porsche avec un film du phénomène dans la réalité.

L'utilisation de l'infographie en

# High Performance BaF<sub>2</sub> Scintillators

**MERCK – the authorized source!**



- High quality BaF<sub>2</sub> Scintillators produced under CEA\* patents
- MERCK together with CRISMATEC is sole licensee for such BaF<sub>2</sub> Scintillators

- MERCK is also a reliable supplier for CsI, NaF, BGO and other materials of interest to you

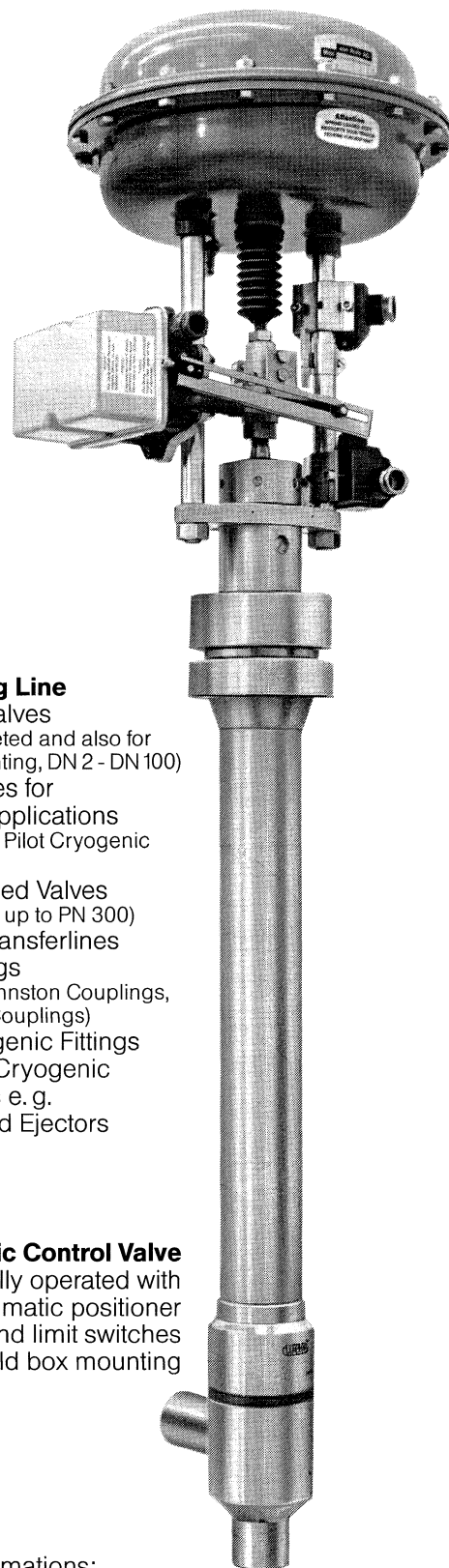
For further information please contact E. Merck, Darmstadt

\* Commissariat à l'Énergie Atomique, Paris, France

E. Merck  
VIC ELO  
P.O. Box 4119  
D-6100 Darmstadt 1  
Phone: (0 61 51) 72 36 86  
Fax: (0 61 51) 72 36 30  
Telex: 419 328-0 emd

## MERCK

# Cryogenic Components



### Manufacturing Line

- Cryogenic Valves (Vacuum Jacketed and also for Cold Box Mounting, DN 2 - DN 100)
- Special Valves for Cryogenic Applications (Check-Valves, Pilot Cryogenic Valves etc.)
- Bellows Sealed Valves (DN 2 - DN 100, up to PN 300)
- Cryogenic Transferlines and Couplings (Bayonet or Johnston Couplings, Multi-Coaxial Couplings)
- Space Cryogenic Fittings
- Tailor made Cryogenic Components e. g. Cryostats and Ejectors

**Cryogenic Control Valve**  
pneumatically operated with electro-pneumatic positioner and limit switches cold box mounting

for further informations:

**WEKA AG**  
Hofstrasse 8, CH-8620 Wetzikon, Switzerland  
Phone (0)1 932 23 02, Telex 875 744, Telefax (0)1 932 43 03

or in USA and Canada:

**PROVAC LTD**  
POB 18411, Greensboro, North Carolina 27419  
Phone (919) 282 6618, Telex 510 600 4853, Telefax (919) 288 3375

Terry Schalk (SCIPP et SLAC) montre le premier Z détecté au collisionneur linéaire SLC de Stanford lors de la Conférence informatique d'Oxford.

(Photo NPL, Oxford)

physique des particules a suscité beaucoup d'intérêt. David Myers (CERN) a exposé le conflit entre deux exigences contraires, portabilité logicielle et performances, et a synthétisé son propos dans la Loi infographique de Myers: «On ne peut être transporté de joie par les performances et avoir la joie de les transporter». René Brun (CERN) a présenté un bref exposé sur PAW (poste de travail pour l'analyse en physique). Des démonstrations de progiciels PAW et d'autres progiciels graphiques (de visualisation des événements par exemple) étaient proposées aux stands d'Apollo et de DEC pendant la semaine de conférence. Les autres exposants étaient Sun, Meiko, Caplin et IBM. Cette dernière firme a démontré le potentiel de la technologie des bases de données relationnelles utilisant l'Oxford English Dictionary en ligne.

L'analyse interactive des données sur des postes de travail est bien établie et peut s'appliquer à tous les stades de développement et de conception des programmes. Richard Mount a assimilé le traitement graphique interactif à l'«oscilloscope» du développement et de l'analyse des logiciels.

Il est essentiel d'établir une bonne structure de données si un code souple d'emploi et facile à «maintenir» doit être écrit. Paulo Palazzo (CERN) a montré comment le traitement graphique interactif permettrait d'accroître le potentiel déjà considérable du modèle entité-relation tel qu'il est réalisé dans ADAMO. Son exposé s'appariait très bien avec la relation fascinante faite par David Nagel (Apple) des travaux exécutés à Cupertino en vue d'enrichir la fameuse interface avec l'utilisateur des Macintosh, avec accès par souris interposée à des tableaux, mise en exergue de données et visualisation dans la fenêtre adjacente du produit graphique correspondant.

L'importance de l'interface entre traitement graphique et bases de

données relationnelles a été soulignée également par Brian Read (RAL) dans l'exposé qu'il a consacré aux problèmes spéciaux rencontrés par les scientifiques qui utilisent des progiciels de bases de données. L'orateur a illustré ces problèmes en comparant les mesures sur la concentration de l'ozone dans l'atmosphère effectuées par satellite sous forme de tableaux et de graphiques: «une image vaut plus que tous les chiffres».

La faim insatiable de calculs aussi bien des théoriciens que des expérimentateurs en physique des particules a conduit à l'exploration d'un grand nombre d'architectures d'ordinateur nouvelles. Nombre d'entre elles mettent à profit les nouvelles et puissantes (et relativement bon marché) puces RISC du marché. Les superordinateurs vectoriels conviennent très bien pour des calculs comme en exigent les théories de jauge sur réseau, mais il reste à démontrer qu'ils auront un gros impact sur les codes «standard».

Une indication des améliorations prévisibles (d'un facteur cinq peut-être) a été donnée par Bill Martin (Michigan) dans son exposé sur la vectorisation des codes en physique des réacteurs. Les «ensembles» de processeurs, maintenant à un stade bien avancé de la seconde génération, sont peut-être mieux adaptés à l'expérimentation en physique des particules.

Paul Mackenzie (Laboratoire Fermi) et Bill McColl (Oxford) ont montré l'importance de faire coïncider l'architecture au parallélisme naturel d'un problème et la possibilité de le faire avec des dispositifs comme le transputeur. A un niveau plus spéculatif, Bruce Denby (Laboratoire Fermi) a montré le potentiel des réseaux neuronaux pour la reconnaissance des formes. Ces réseaux permettront peut-être en outre de

doter les ordinateurs de la capacité d'apprendre. Ces possibilités futuristes ont été passées en revue lors d'une séance en soirée par Phil Treleavan (Londres). La recherche sur cette forme de calcul pourrait non seulement aider à satisfaire les besoins nouveaux de la physique de demain mais aussi permettre de mieux connaître le cerveau humain.

Comme des postes de travail nouveaux et puissants voient le jour presque quotidiennement et que la mode est aux architectures novatrices, l'idée d'un système d'exploitation qui ne soit pas lié à un type particulier de machine est à l'évidence attirante. Le candidat le plus sérieux est UNIX. Bien que nominale-ment indépendant, UNIX est produit en un grand nombre de versions et son style s'apparente de très près à celui du début des années 70 avec acronymes d'instruction abscons (peu de concessions à la convivialité!). Il possède toutefois un grand nombre d'atouts et les physiciens devront le maîtriser pour exploiter le matériel moderne.

Dietrich Wiegandt (CERN) a récapitulé l'évolution d'UNIX et ses caractéristiques importantes, en particulier la structure arborescente de son répertoire et les interpréteurs de commandes interactifs («shells»). Un groupe d'experts présidé par Walter Hoogland (NIKHEF) devait se réunir par la suite avec la participation de physiciens utilisateurs d'UNIX et des représentants de DEC, d'IBM et de Sun. DEC et IBM assurent tous deux le développement de systèmes UNIX. David McKenzie (IBM) a estimé que le système d'exploitation devrait être transparent et a déclaré attendre le jour où les systèmes d'exploitation «ne seront pas plus compliqués qu'une prise de courant». (Exemple plutôt mal choisi, a-t-il été fait remarquer, les prises étant loin d'être standard!)

*Dîner officiel dans la grande salle de New College. De gauche à droite, Paul Kunz (SLAC), Hans Hoffmann (DESY), Brian Davies (RAL), Geoff Manning (AMT), Robin Devenish (Oxford), Tom Nash (FNAL), Rudy Bock (CERN), Fred Bullock (UCL) et Yoshiyuki Watase (KEK, de dos).*

*(Photo RAL)*

UNIX est disponible en deux «parfums»: la version 1 d'Open Software Foundation (OSF1) et la version 4 d'UNIX International (SVR4) mise au point à Berkeley. Les deux versions se recouvrent considérablement et une version standard sera produite sous la pression des utilisateurs. W. Van Leeuwen (NIKHEF), membre du groupe d'experts, a annoncé la création d'un groupe UNIX de physiciens des particules (contact: HEPNIX à CERNVM).

Le génie logiciel devait devenir, au fur et à mesure du déroulement de la conférence, un sujet brûlant. Deux points de vue s'opposaient: Carlo Mazza, chef de la division Traitement des données du Centre européen de technologie spatiale, a prôné en matière de conception des logiciels une gestion vigoureuse, exigeant discipline et professionnalisme, tandis que Richard Bornat (SASD, analyse et conception structurées de logiciels, que des bulles et pas de code!) s'est fait l'avocat d'une démarche artistique, la programmation étant pour lui une technique qu'il a assimilée à l'architecture plutôt qu'à la fabrication. A. Putzer (Heidelberg) devait répondre que les expérimentateurs qui ont utilisé des outils de génie logiciel tels que SASD les utiliseront à nouveau.

Paul Kunz (SLAC) a dressé un constat approfondi de ce qu'il est convenu d'appeler la «crise logicielle», faisant valoir que le code n'augmente pas proportionnellement à la taille du détecteur ou de la collaboration. La plupart des détecteurs sont modulaires, tout comme le code qui leur est associé. Avec une gestion et un contrôle de qualité adéquats, un bon code peut être et sera écrit. La conclusion est que discipline et inspiration vont tous deux de pair.

Un sujet étroitement lié est celui du code vérifiable, c'est-à-dire pouvoir prouver que le code fera ce qui est prévu avant qu'une quelconque version exécutable soit écrite. Cet-



te question n'a pas encore eu une grande résonance dans la communauté des physiciens et a été abordée par Tony Hoare et Bernard Sufrin (Oxford) sous un angle pédagogique. Sufrin, adoptant une attitude de prédicateur, a montré l'utilité d'un modèle mathématique d'un simple éditeur de texte. Hoare a démontré l'application du calcul fonctionnel à la conception d'un circuit délicat.

Une technologie moins évoluée éclairait des feux de ses bougeoirs la salle à manger du New College pour le dîner officiel. Orateur invité, Geoff Manning, ancien physicien des hautes énergies, ex-directeur du Laboratoire anglais Rutherford-Appleton et maintenant président de Active Memory Technology, a été d'avis que les physiciens ont beaucoup à apprendre des progrès de l'informatique et qu'une collaboration fructueuse avec l'industrie est possible. Parlant au nom des physiciens, Tom Nash (Laboratoire Fermi) a remercié les industriels pour l'intérêt et le soutien constants qu'ils ont manifestés par programmes communs interposés et a appelé de ses vœux une coopération suffisamment étroite pour que les représentants de l'industrie travaillent par postes d'expérimentation et que les physiciens partagent les profits!

Résumant la conférence, Rudy Bock (CERN) a désigné les architectures novatrices comme consti-

tuant le principal secteur où d'importants progrès ont été réalisés et continueront d'être réalisés pendant les toutes prochaines années. Les normes sont également importantes, à condition qu'elles soient utilisées intelligemment et pas simplement comme un carcan pour entraver le progrès. Pour l'avenir, il rêve de réseaux neuronaux et d'une généralisation des méthodes formalistes dans le domaine de la conception logicielle. Un certain nombre de sujets familiers du passé, comme la gestion des codes et des mémoires ainsi que le choix d'un langage de programmation, pourraient être «mis en veilleuse».

Lors d'une séance ultérieure, il a été convenu de créer sur la machine IBM du Laboratoire Rutherford-Appleton un «office électronique» pour centraliser les informations sur les conférences consacrées à l'informatique en physique des hautes énergies. Il pourrait à terme devenir une composante de la base de données HEPDATA. La conférence de l'année prochaine aura lieu en avril à Santa Fe (Nouveau Mexique) et sera organisée par Los Alamos (contact: Tom Kozlowski, via CERN au LAMPF). Le Laboratoire japonais KEK a annoncé son intention d'accueillir la conférence de 1991.

Source: Sarah Smith et Robin Devenish du Laboratoire de physique nucléaire de l'Université d'Oxford.