Les grands équipements scientifiques en Europe

par Hubert CURIEN
Membre de l'Académie des Sciences
Professeur émérite
à l'Université Pierre et Marie Curie - Paris

La dimension européenne de la science est aujourd'hui une réalité. Plus de dix pour-cent des dépenses civiles de recherche en Europe sont consacrés à des équipements ou à des actions réalisés en commun. La première grande initiative fut, dès 1954, de créer le CERN pour l'étude des particules. Depuis, l'Union Européenne a développé ses programmes de soutien à la recherche et à la technologie qui représentent actuellement, à eux seuls, un volume de l'ordre de 3,5 milliards d'écus par an, et bien d'autres initiatives ont été prises et réussies.

De tous ces programmes internationaux, ceux qui sont centrés autour de grands instruments sont parmi les plus importants. C'est eux que je vais m'attacher à vous présenter.

L'ARCHÉTYPE : LE CERN

Assez curieusement, cette institution européenne est issue d'une proposition émanant d'un organisme mondial : l'UNESCO. Quelques savants notoires tels que Pierre Auger et Eduardo Amaldi avaient participé à une réunion à Florence où il avait été décidé de dresser une liste des sujets de recherche qui pourraient bénéficier tout spécialement d'une coopération mondiale. La physique de l'infiniment petit, qui exige le recours à de grands instruments, fut bien placée sur cette liste, mais il n'y eut pas de consensus global pour une coopération. Les Européens prirent alors l'heureuse initiative de bâtir un projet restreint à l'Europe : ce fut la naissance du CERN, Centre Européen de Recherche Nucléaire. Cet établissement est actuellement la propriété de dix-neuf pays européens, de taille très diverse : l'Allemagne, la France, l'Italie et la Grande-Bretagne sont les plus grands, la République Slovaque est le plus petit.

Depuis sa création, en 1954, le CERN a conçu et réalisé toute une série d'accélérateurs et de collisionneurs qui ont tous contribué très efficacement à l'exploration de la structure ultime de la matière. La machine qui est actuellement exploitée est le LEP (Large Electron Positron Ring) dont l'énergie est en cours de doublement pour atteindre

200 GeV et qui permet de tester avec une grande précision ce que les théoriciens appellent le «modèle standard» pour la structure des particules.

En 1994 fut prise la décision de construire une nouvelle machine au CERN, le LHC (Large Hadron Collider) qui réalisera des chocs entre des protons à des énergies de l'ordre de 10 TeV et qui n'aura pas d'équivalent dans le monde, les Américains ayant renoncé à construire un collisionneur de classe équivalente. Si le LHC peut être réalisé dans des conditions financières bien plus avantageuses que ne l'eût été le projet américain SSC, c'est, en particulier, parce que nous pourrions utiliser un bon nombre des infrastructures existant à Genève, alors que le SSC devait être construit au Texas dans un site vierge. Par exemple, les progrès réalisés depuis quelques années dans la construction d'aimants supraconducteurs très puissants, refroidis par de l'hélium superfluide, nous permettent de placer le LHC dans le tunnel circulaire qui abrite actuellement le LEP. L'économie ainsi réalisée est considérable. Les accélérateurs existants pourront d'autre part, être utilisés comme injecteurs à l'entrée du LHC. Si tout se déroule selon les plans, réalistes, actuellement proposés, ce collisionneur devrait entrer en service aux alentours de l'année 2005.

Le CERN constitue un remarquable pôle d'attraction pour les physiciens, non seulement d'Europe, mais du monde entier. Le nombre de chercheurs américains qui travaillent actuellement au CERN est supérieur au nombre des chercheurs européens qui fréquentent les laboratoires américains de la même spécialité. Cette attraction sera considérablement renforcée avec la mise en service du LHC. C'est la raison pour laquelle les autorités politiques des USA se préparent à participer au financement, ainsi que le font déjà les autorités japonaises.

Les expériences de physique des particules à très haute énergie nécessitent des détecteurs particulièrement performants. Le prix Nobel est venu récompenser Georges Charpak pour ses remarquables contributions à ce type nouveau d'instrumentation. Ces détecteurs peuvent d'ailleurs être adaptés à des applications fort diverses. L'imagerie médicale en bénéficie maintenant largement.

GRANDEURS ET SERVITUDES DE L'ESPACE

Des recherches sur la structure ultime de la matière, passons à l'autre extrémité de l'échelle des longueurs : l'exploration de l'Espace. Le bip-bip du Spoutnik soviétique en 1957, a ému le monde entier, et tout particulièrement l'Amérique. Alors commença une escalade vers le Ciel, où Américains et Soviétiques travaillèrent à qui mieux mieux. Les Européens devaient se placer par rapport à ces deux géants. Les Français créèrent dès 1961 le Centre National d'Études Spatiales. En 1962 naissaient

deux organismes européens : l'ELDO pour la construction de lanceurs et l'ESRO pour la réalisation de satellites scientifiques. L'ESRO connut de francs succès : elle réalisa sept bons satellites. Ces satellites furent mis en orbite par des fusées américaines, car l'organisation-sœur, l'ELDO, ne parvenait pas à mettre au point le lanceur européen Europa ; il est vrai que l'organisation politique de l'ELDO était mal adaptée. L'absence d'un maître d'œuvre unique et vraiment responsable fut fatale au programme.

Il fallut repartir sur de nouvelles bases, les deux agences, l'ESRO et l'ELDO furent, en 1975, regroupées dans un organisme unique, l'Agence Spatiale Européenne (ESA) qui eut la sagesse de déléguer la maîtrise d'œuvre des fusées à l'agence française, le CNES. C'est ainsi que se développa le programme de la fusée Ariane dont le premier lancement eut lieu à Kourou le 24 décembre 1979. Dans ses versions successives, ce lanceur a connu un grand succès : il a conquis plus de la moitié du marché des lancements commerciaux. La participation française dans Ariane était, au départ, massive : 64 % pour la France, 20 % pour l'Allemagne. Le succès a amené nos partenaires à prendre par la suite une part plus importante.

Les événements qui ont conduit, en 1989, à l'effondrement de l'URSS sont venus changer le paysage de la compétition spatiale. Certes, la Russie conserve une activité spatiale soutenue, mais diminuée probablement de moitié. Pour des raisons politiques, les USA ont voulu montrer qu'ils souhaitaient coopérer avec les Russes dans un domaine où ils avaient été naguère d'âpres concurrents. Le projet de réalisation d'une station internationale, dont les deux partenaires principaux sont les USA et la Russie, a été ainsi mis en œuvre. L'Europe a pris une participation de l'ordre de dix pour-cent dans ce programme.

LA GÉOMÉTRIE VARIABLE DANS LES GRANDS PROGRAMMES

Le CERN comporte dix-neuf nations partenaires. L'Agence Spatiale Européenne en compte quatorze. D'autres organisations internationales sont fondées sur des groupements plus restreints. L'Institut Laïe-Langevin (ILL), par exemple, qui exploite un réacteur à haut flux de neutrons pour l'étude de la structure de la matière est seulement tripartite : France, Allemagne, Grande-Bretagne. D'autres organisations telles que l'EMBO (Organisation Européenne pour la Biologie Moléculaire), l'ESO (European Southern Observatory, qui exploite de grands télescopes au Chili,) l'ESRF (European Synchrotron Radiation Facility, qui a construit et gère, à Grenoble, une source de rayons X très intense), et d'autres encore, rassemblent des constellations d'états-membres un peu différentes.

Cette variété est une richesse, car elle apporte une plus grande souplesse dans la mise en œuvre des initiatives. Ne participent que ceux qui en ont envie et qui en ressentent vraiment l'intérêt. Ce serait une erreur de pratiquer, en cette matière, une politique réductionniste qui tendrait systématiquement à tout faire entrer dans le même moule, celui de l'Union Européenne.

L'Union Européenne gère, pour sa part de grands programmes de recherche, groupés pour l'essentiel dans le PCRD (Programme-Cadre de Recherche de Développements technologiques). Elle possède en propre des laboratoires, formant le JRC (Joint Research Center) installés pour l'essentiel à Ispra (Italie). Mais l'UE n'a pas, jusqu'à présent, la responsabilité de très grands instruments de recherche. Elle peut cependant contribuer au soutien des utilisateurs de ces instruments. Ainsi, dans le domaine de l'Espace, l'UE contribue au développement des applications de la télédétection.

«FACILITÉS» ET INSTRUMENTS «DÉDIÉS»

Les grands instruments de recherche peuvent être utilement classés en deux sous-ensembles.

Le premier peut être désigné sous le vocable commode de «facilités». Ce sont des installations destinées à des usages multiples, utiles à plusieurs disciplines scientifiques. Les sources brillantes de rayons X (ESRF) ou de neutrons (ILL) en sont les meilleurs exemples. Les physiciens, les chimistes, les biologistes, les géologues, les électroniciens, et bien d'autres en sont les utilisateurs, pour étudier par diffraction la structure de la matière à l'échelle atomique. Ces installations sont ainsi devenues des lieux de rencontres interdisciplinaires d'une grande efficacité pour le brassage d'idées scientifiques nouvelles.

Le second sous-ensemble est celui des instruments «dédiés», qui sont destinés à la recherche dans un secteur précis : les télescopes, les satellites scientifiques, les accélérateurs. Ces installations constituent aussi des points de rencontre essentiels pour le développement des idées. Même si la multidisciplinarité n'est pas systématiquement au rendez-vous, la multinationalité est de règle. Le CERN est, par exemple, un remarquable foyer mondial de progrès dans la connaissance ultime de la matière.

Qu'elles soient des facilités ou des instruments dédiés, ces grandes réalisations sont le plus souvent des locomotives pour la technologie. Les satellites scientifiques exigent une instrumentation toujours innovante, les accélérateurs nécessitent des prouesses dans la technologie des aimants, du froid et du vide. De tels exemples

peuvent être multipliés : pour les industries les plus avancées, participer à la construction d'un grand instrument est un privilège envié.

LE « JUSTE RETOUR » ET LA « SUBSIDIARITÉ »

La négociation des accords internationaux qui permettent la mise en œuvre d'un grand projet et la gestion en commun d'un grand instrument n'est pas toujours chose aisée.

Chacune des nations partenaires est soucieuse de faire avancer la science, certes, mais aussi de sauvegarder ses intérêts économiques et politiques propres.

La règle dite du « juste retour » veut que chacun des pays contributeurs voie revenir sur son territoire un volume de commandes ou d'activité économique sensiblement égal à sa mise financière. Cet équilibre n'est pas toujours aisé à ajuster. Un exemple : le CERN est situé, près de Genève, en Suisse et en France. Ces deux pays-hôtes profitent donc plus que d'autres des dépenses quotidiennes des employés de l'établissement. Faudrait-il alors réduire de façon draconienne les commandes industrielles en France et en Suisse pour établir un « juste retour » global ? A l'inverse, il est parfois malaisé de trouver des industries, dans tel ou tel petit pays, susceptibles d'assurer les prestations techniques correspondant aux exigences du programme. Souplesse, compréhension, compensations sont donc bien souvent nécessaires.

Le terme « subsidiarité » ne figure pas encore dans tous les dictionnaires. Il est pourtant maintenant d'usage courant dans les négociations internationales, et, particulièrement, européennes. Le principe de subsidiarité veut que l'on choisisse pour un programme le meilleur cadre de réalisation : local, national, international. Tel accélérateur, tel télescope, telle soufflerie a-t-il ou a-t-elle vocation à être normande, marseillaise ou francilienne, française, allemande ou britannique, européenne ou mondiale. Chercher le meilleur niveau implique souvent des arbitrages difficiles. Et on conçoit bien que la mise en application du principe de subsidiarité a un sens bien différent pour les petits et pour les grands pays, pour les Luxembourgeois et pour les Allemands, par exemple.

Vous pourriez penser que les programmes les plus amples ne conduisent à aucune hésitation : une station spatiale a toutes sortes de bonnes raisons pour être mondiale. Pour un très grand collisionneur de particules, on peut hésiter entre l'échelle mondiale et l'échelle européenne. Le choix, pour le LHC, a été européen, avec ouverture mondiale. Mais cela n'a pas été, cela n'est pas simple. En effet, du bon travail peut être fait aussi autour d'accélérateurs un peu plus modestes en taille (et en prix), qui

sont à la mesure de réalisation d'un seul grand pays européen. La France exploite et souhaite construire encore de telles machines, qui peuvent être aussi des bancs de préparation d'expériences au CERN. L'Allemagne exploite de beaux accélérateurs à Hambourg et nourrit de grandes et légitimes ambitions pour ce centre national de recherche. Pensez-vous qu'il soit aisé, pour un parlementaire allemand, d'expliquer à ses électeurs que des crédits sont mieux placés à Genève que dans leur Land ? La politique n'est pas un exercice séraphique !

L'EUROPE DU SAVOIR

En dépit de quelques difficultés, coutumières à ceux qui pratiquent l'innovation, l'internationalisation des outils de la recherche est un fait acquis. L'Europe occupe les médias, tant mieux. Mais peut-être devrait-on plus assidûment informer nos contemporains sur la qualité et la solidité de nos grandes réalisations communes dans la quête du savoir.