

Polémique autour du nucléaire sans risque

Rubbia lâche une bombe

Sans danger d'explosion et avec moins de déchets radioactifs, le concept de centrale proposé par le Nobel de physique 84 déclenche une tempête de controverses. Enquête. Par Sylvestre Huet.

« **R**ien n'est plus utile que la recherche inutile. » Sourire en coin, Carlo Rubbia sert l'adage, comme sur un plateau, aux journalistes. L'homme sait vendre ses neutrons. Il vient, ce vendredi 26 novembre, d'en proposer une gerbe fleurie. Georges Charpak, le prix Nobel 1992, loge sa carrure dans un siège, Claude Détraz, directeur de l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules, accueille chaleureusement l'orateur... Du beau monde est venu dans l'amphithéâtre Henri-Poincaré du ministère de la Recherche, pour écouter le Nobel de physique 1984 argumenter en faveur d'un nouveau concept de centrale électronucléaire. L'Italien propose, ni plus ni moins, de mettre à profit deux engins développés pour la recherche fondamentale — les accélérateurs de particules et les calorimètres — afin de produire de la chaleur, puis, *in fine*, de l'électricité avec l'énergie des noyaux atomiques. Le tout, promet-il, sans les risques d'accident ni les tonnes de pluto-

nium engendrées par les réacteurs actuels.

Le préambule de Carlo Rubbia est classique. L'humanité va avoir de plus en plus besoin d'énergie. Le développement démographique inéluctable du tiers monde et son indispensable essor économique y concourent fortement. Les combustibles fossiles sont abondants — surtout le charbon — et peu chers, mais ils sont largement responsables de l'effet de serre. Donc, faisons du nucléaire. Refrain connu. La suite l'est moins.

« Depuis un an, Carlo y a passé quelques nuits », insiste Robert Klapisch, physicien au CERN, bras droit du Nobel dans cette affaire. Défense préventive contre une rumeur de mauvais aloi accusant l'Italien de piller les idées des autres ? Dans le milieu hyper-compétitif de la physique des particules, une compétition qui met aux prises des personnalités pour le moins affirmées, les coups volent parfois bas. On raconte encore, dans les couloirs du CERN, comment un Nobel fut pris en flagrant délit de sabotage d'une expérience concurrente... Et le ▶



Celui par qui le scandale...

En lançant son pavé dans la mare, Carlo Rubbia s'est attiré les foudres d'un milieu où les coups volent parfois bas. Le Nobel n'en a pas moins entrepris de démarcher l'Europe afin de trouver collaborations et financements indispensables à la réalisation de son projet.

« Pas d'obstacles technologiques majeurs »

Un entretien avec Carlo Rubbia

Sciences et Avenir — Quelles motivations vous poussent à délaisser les particules pour vous intéresser à l'énergie nucléaire ?

Carlo Rubbia — Un physicien digne de ce nom ne peut, selon moi, se confiner dans une seule spécialité. Cela fait de nombreuses années que je m'intéresse, à titre de « hobby », aux problèmes de l'énergie. Je me réjouis donc, après cinq années de mandat au CERN, dédiées avant tout aux particules élémentaires, de pouvoir maintenant approfondir mes idées sur la production d'énergie. Mais je ne quitte pas pour autant la physique des particules, puisque que je suis responsable de l'expérience ICARUS au laboratoire souterrain du Gran Sasso.

S. et A. — Qu'est-ce qui, dans votre proposition, permet de parler de nucléaire « sans risque » et « plus propre » ?

C. R. — Je crois que cela apparaît bien dans les documents sur lesquels

vous avez fondé votre article. Le dispositif est « sous-critique », ce qui élimine les accidents du type Tchernobyl. Mais dans mon esprit, le fait d'éliminer pratiquement la production de plutonium et des autres éléments toxiques à vie longue, et de ne pas faciliter la prolifération des armes nucléaires, est un élément très important. Dans ce sens, on peut dire qu'un nucléaire « plus propre » conduit aussi à un nucléaire « sans risques ».

S. et A. — Quels sont les problèmes cruciaux que devra résoudre le travail de recherche et de développement technologique pour réaliser ce projet ?

C. R. — Nous n'avons pas vu d'obstacles technologiques majeurs. Mais cela ne veut pas dire, bien au contraire, qu'il n'y aura pas une foule de détails tous cruciaux... qui nous causeront bien des soucis. Nous pensons néanmoins que toutes ces difficultés seront surmontées.

S. et A. — Allez-vous consacrer les

années qui viennent à cette idée ? Où et avec qui comptez-vous travailler ?

C. R. — Nous avons formé un petit groupe au CERN. Je suis sûr qu'il va s'étoffer et que de nombreux autres groupes issus de divers instituts dans plusieurs pays d'Europe auront à cœur de collaborer avec nous.

S. et A. — Selon vous, l'Union européenne doit-elle prendre en charge une part de ce projet et en faire un programme communautaire à l'exemple de celui sur la fusion contrôlée ?

C. R. — Je pense qu'il est très prématuré de répondre. Avant de savoir qui soutiendra la proposition, il faudrait d'abord que celle-ci existe ! Notre première tâche sera donc de rédiger une solide proposition technique en association avec des experts compétents dans tous les domaines concernés. Ensuite, il faudra bien songer aux aspects institutionnels.

Propos recueillis par
Sylvestre Huet

> prix de Rubbia, comme son tempérament de fonceur, ne lui valent pas que des amitiés. De plus, son idée ne jaillit pas du néant et ce qu'elle recèle de vraiment nouveau est parfois délicat à saisir.

On sait en effet depuis longtemps que la réaction en chaîne dans une masse critique de noyaux fissiles n'est pas la seule manière d'extraire de l'énergie nucléaire. Dès le projet « Manhattan », qui allait conduire à la bombe de Hiroshima, les physiciens comprennent qu'une particule de haute énergie peut déclencher une émission de neutrons en cognant sur un noyau. Et que la cascade nucléaire ainsi déclenchée dans un matériau où les noyaux fissiles ne sont pas suffisamment denses pour une réaction en chaîne infinie peut produire plus d'énergie qu'il n'en faut pour entretenir le phénomène.

En 1950, Lawrence propose de fabriquer des matériaux par des réactions nucléaires ainsi provoquées dans un accélérateur. Deux ans plus tard, le Canadien Lewis avance l'idée d'une centrale énergétique construite sur cette base. Enfin, en 1967, le groupe de Chalk River, au Canada, formule un projet associant un accélérateur de protons et une cible en uranium enveloppée de thorium. Comme souvent en matière industrielle, les débuts de l'énergie nucléaire ont vu fleurir de nombreuses idées, par exemple les combustibles liquides à sels

fondus. L'évolution technique, économique et militaire a entériné la domination écrasante des réacteurs à uranium enrichi et eau pressurisée, réduisant au rôle de figurants les variantes étudiées ici et là. Aussi le projet canadien fut-il oublié durant plusieurs décennies. Entretemps, l'un des éléments du projet — l'accélérateur — a connu d'énormes progrès liés à la recherche en physique des hautes énergies.

Pourtant, quelques équipes n'ont pas abandonné le concept initial, mais ont cherché à l'appliquer à un problème nouveau : la montagne de déchets radioactifs à très longue durée de vie issus des centrales nucléaires et des destructions de charges nucléaires dans le cadre des traités de désarmement. Au Los Alamos Laboratory (Etats-Unis), l'équipe de Charles Bowman travaille intensément sur la transmutation de ces déchets en



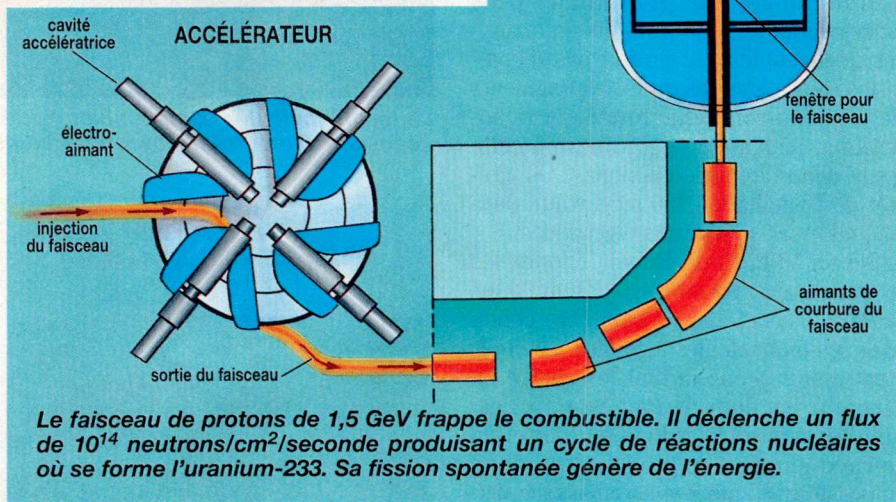
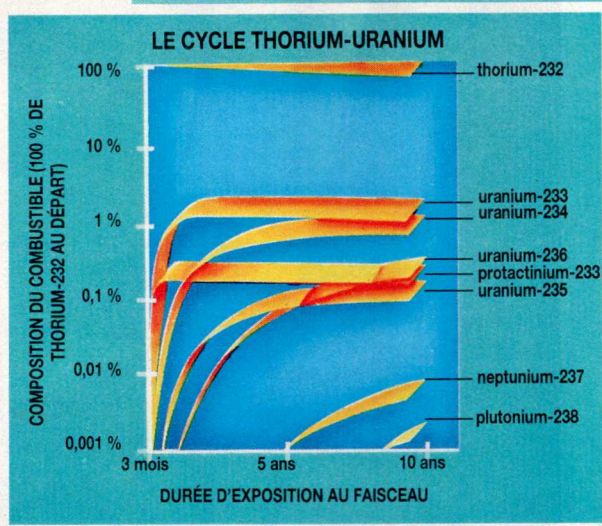
Retraités ou non, certains déchets radioactifs des centrales nucléaires restent dangereux durant des centaines de milliers d'années.

éléments d'une durée de vie plus courte par un bombardement de protons. Il en est sorti, en 1992, une proposition qui associe un accélérateur et une cuve contenant un fluide bourré de déchets nucléaires. Bowman n'ignore pas la possibilité d'extraire de l'énergie du processus, ni même l'intérêt du thorium à cet égard. Il en fait clairement mention dans sa publication de 1992. Mais sa proposition concerne d'abord un dispositif d'incinération des déchets nucléaires à longue vie comme le plutonium. Du coup, les caractéristiques du faisceau de protons sont optimisées selon cet objectif, avec une intensité très élevée. Ce qui suppose un saut technologique pour l'accélérateur. De plus, le processus de circulation et de traitement chimique des matières fluides hautement radioactives en fait une « usine à gaz » d'une grande complexité, dangereuse et chère. Autrement dit, une technologie nucléaire à l'exact opposé des exigences de sûreté, de fiabilité – par des techniques plus simples – et de moindres coûts qui lui permettraient de soutenir la concurrence des énergies fossiles.

Les choses en étaient là, il y a un an, lorsque Carlo Rubbia s'est intéressé au sujet. Avec la fougue habituelle du chercheur qui se découvre une nouvelle passion. Prix Nobel pour la découverte des bosons Z et W, il n'a plus rien à prouver en physique des particules. Et la perspective de s'inscrire comme le millième membre d'une collaboration internationale dont les expériences seront soumises après l'an 2002 aux collisions du LHC – le collisionneur de protons que le CERN doit construire dans son tunnel de 27 km – ne l'attire vraiment pas. C'est pourquoi il a choisi de passer « de l'amour des bosons à celui du thorium ».

Hier opposant au nucléaire, aujourd'hui persuadé que l'humanité ne pourra s'en passer, il refuse d'envisager une extension des centrales classiques, jugées trop dangereuses et productrices de trop de plutonium, radioactif durant deux millions d'années. Il entraîne une petite équipe à sa suite. Outre Robert Klapisch, physicien nucléaire d'origine, Frederico Carminati, Jean-Pierre Revol, Christian Roche, Pierre Mandrillon et Juan-Antonio Rubio sont mobilisés. Jean-Pierre Revol s'occupe de récupérer les données de l'Agence internationale pour l'énergie atomique de Vienne. Pierre Mandrillon dessine l'accélérateur. Christian Roche fait une estimation des aspects économiques. Pour sa part, Rub-

Le nucléaire selon Rubbia



bia fait des calculs afin de simuler le fonctionnement du réacteur new-look. Que vont devenir les noyaux, quels éléments vont se former, quels déchets faut-il attendre ? Pour les neutrons de haute énergie, il réquisitionne les services du logiciel Fluka, une spécialité du CERN, et de son concepteur – Frederico Carminati. Pour les neutrons de basse énergie, inférieure à un million d'électronvolts, Carlo Rubbia retrouve ses manches et passe quelques nuits devant son ordinateur pour élaborer le programme adéquat. Il peut alors simuler finement le destin des neutrons soumis au choc des protons sur la cible et celui des éléments engendrés par ces collisions. Au bout d'un an, le projet prend forme.

Il comporte deux volets. D'abord un accélérateur de protons, dont l'énergie

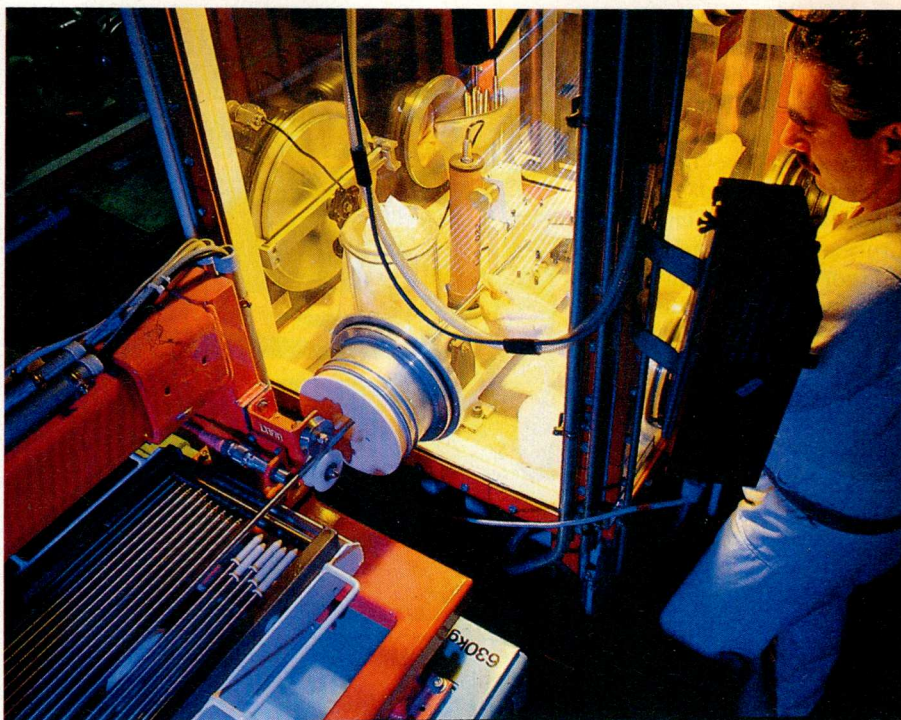
serait de 1 à 1,5 milliard d'électronvolts. Le problème n'est pas l'énergie des protons, mais l'intensité du faisceau, c'est-à-dire le nombre de protons par unité de temps et d'espace. Une intensité d'environ 10 milliampères est requise, soit dix fois plus que celle du cyclotron expérimental du Paul Scherrer Institute de Willingen (près de Zurich). Selon les premières estimations, l'accélérateur devrait tenir dans quelques mètres cubes et faire preuve d'une grande simplicité et d'une grande robustesse.

Ensuite, selon Carlo Rubbia, on a le choix entre deux solutions. Si l'on utilise de l'eau comme modérateur de neutrons et comme fluide caloporteur, on bombarde directement le combustible nucléaire. Si le modérateur est constitué par du graphite, on bombarde

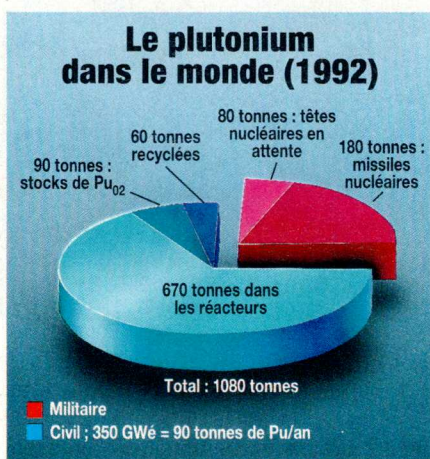
Rubbia est passé de l'amour des bosons à celui du thorium.

▷ une cible de plomb qui fournira les neutrons. Le premier procédé a l'avantage de la simplicité. Le second permet une température nettement plus élevée — 700 °C contre 400 °C — permettant d'obtenir de meilleurs rendements thermodynamiques. Lors d'un choc entre proton et noyau de thorium, 70 neutrons sont produits. Si le proton rencontre de l'eau ou du graphite, 5 neutrons en jaillissent. En moyenne, chacun de ces neutrons en produira 4 autres dans la cascade nucléaire qui va suivre. Le cycle dominant transforme le thorium en uranium-233 fissile par l'intermédiaire du protactinium dont la demi-vie est de vingt-sept jours. Les simulations informatiques de ce cœur nucléaire, selon les calculs de Carlo Rubbia et de son équipe, indiquent qu'un réacteur de 5 tonnes de thorium produirait en deux ans 67 kg d'uranium-233. Le plutonium et les autres actinides sont produits en quantités négligeables. On ne fait pas d'omelettes sans casser les œufs, les fragments de fission seront donc fortement radioactifs et leur masse équivalra à celle issue des réacteurs classiques. On tirerait de l'installation 250 mégawatts thermiques et 100 mégawatts électriques.

Tel un VRP, Carlo Rubbia énonce les avantages du procédé. « L'ensemble est simple. L'accélérateur peut être conçu avec les technologies actuelles. Le cœur peut rester scellé durant les quatre ou cinq années de fonctionnement. Il est sûr, puisque sous-critique partout et en permanence ; l'explosion est donc impossible. Sa taille et sa puissance permettent d'envisager des moyens de refroidissement par convection qui diminuent les risques de pannes. Les déchets sont essentiellement des fragments de fission dont la radioactivité descend au



La technologie des combustibles nucléaires, propres à chaque type de réacteurs, nécessite d'importants investissements.



niveau de celle de l'uranium naturel en deux siècles. Il est non proliférant, la "mixture" produite n'est pas intéressante pour fabriquer une bombe. Enfin, le combustible est abondant et bon marché. »

Fort de ces arguments, Carlo Rubbia pousse les feux. Une fois son mandat de directeur général remis à Christopher Smith, le Gallois qui lui succède, il s'est installé dans un nouveau bureau du CERN, sur le site de Prevezin. Robert Klapisch l'a suivi et bientôt, probablement, une petite équipe. Déjà, il démarque l'Europe en vue de mettre sur pied des collaborations et de trouver les financements indispensables. L'étape

RÉACTIONS

« D'énormes problèmes »

Pierre Bacher, directeur délégué de la Direction de l'équipement à EDF

« L'idée de Carlo Rubbia vient naturellement à l'esprit, sans doute parce qu'elle est déjà ancienne. Mais elle pose d'énormes problèmes techniques. La fenêtre de pénétration du faisceau de particules dans le réacteur pose un problème extrêmement difficile sur le plan de la sûreté. D'autre part, même en cas d'arrêt du système, il faudrait, comme dans les réacteurs actuels, en assurer le refroidissement, et cela dans une installation très complexe. Par ailleurs, nous aurions là une usine chimique d'une extrême complexité car il faut traiter en continu le combustible

usé. Ajoutons que des problèmes délicats se posent du fait des flux neutroniques, dont les énergies seront environ dix fois plus élevées que dans les réacteurs à neutrons rapides du type Phénix que nous expérimentons. Concernant l'intérêt pour la non-prolifération d'un réacteur au thorium, je dois souligner que c'est une erreur grave que d'affirmer que l'uranium-233 nous épargnerait ce risque. L'uranium-233 est tout aussi proliférant que le plutonium. Par ailleurs, il faudra de toute manière utiliser soit du plutonium, soit de l'uranium-235 pour amorcer la réaction.

Les études sur la filière thorium ont été conduites dès les années 50, principalement en Inde et au Brésil, car ces pays ont des réserves importantes de ce minerai. Aux Etats-Unis, un réacteur militaire de recherche a aussi utilisé du thorium dans son cycle ultime. Mais ces études n'ont jamais produit aucune conclusion permettant d'envisager une application industrielle, et je ne vois rien dans les propositions de Carlo Rubbia qui puisse modifier un tel état de fait. »

**Propos recueillis par
Alain Dunoyer de Segonzac**

« Avis défavorable »

Jean-Pierre Schwartz, directeur de cabinet du haut-commissaire à l'Énergie atomique

« Le système proprement dit supprime le risque d'un accident de réactivité provoquant une excursion de puissance de type Tchernobyl, si le réacteur est suffisamment sous-critique. Le coefficient de "criticité" de 0,95 annoncé par Carlo Rubbia demande à être confirmé ; en dessous de cette valeur, le rendement énergétique du système, qui doit déjà tenir compte des besoins en énergie de l'accélérateur, serait davantage pénalisé. Quant au risque de fusion du cœur en cas de perte de refroidissement, accident de type Three Miles Island, il demeure inchangé. Par ailleurs, ce projet ajoute aux contraintes d'un réacteur nucléaire celles liées à un accélérateur, qui est une machine complexe, jusqu'ici jamais utilisée en continu dans un contexte de production industrielle. Enfin, le couplage lui-même engendre des difficultés, telles que la pénétration du flux de proton dans la structure contenant le cœur.

En ce qui concerne l'emploi du thorium, Carlo Rubbia avance trois avantages : d'abord sa disponibilité, et il est vrai que cet élément est plus abondant que l'uranium. Mais sur le taux de rendement utile du combustible, annoncé 140 fois supérieur à ce que nous obtenons avec l'uranium, le calcul présenté par Carlo Rubbia nécessite de prendre en compte la conversion noyau fertile/noyau fissile pour le thorium, tout en la refusant pour l'uranium. Une comparaison

cohérente annulerait ce gain. Autre point, la non-prolifération : il est exact que la faible production de plutonium réduit les risques qui lui sont liés, mais on peut faire une arme avec de l'uranium-233 dont la masse critique est intermédiaire entre le plutonium-239 et l'uranium-235. Enfin, troisième avantage mentionné : l'absence d'actinides et donc de déchets à vie longue. L'argument est valable, mais la production de déchets à vie longue n'est pourtant pas supprimée, celle due aux produits de fission subsistant.

De telles idées ont été explorées depuis les années 50, orientées généralement soit vers le système soit vers le cycle de combustible, et ont donné lieu à quelques réalisations restées sans suite.

Globalement, des problèmes se posent au niveau de la physique des phénomènes (imprécision sur des données nucléaires), au niveau des procédés mis en jeu (maturité industrielle du retraitement nécessaire à une utilisation poussée des noyaux lourds), au niveau de la viabilité technique et économique d'une installation industrielle.

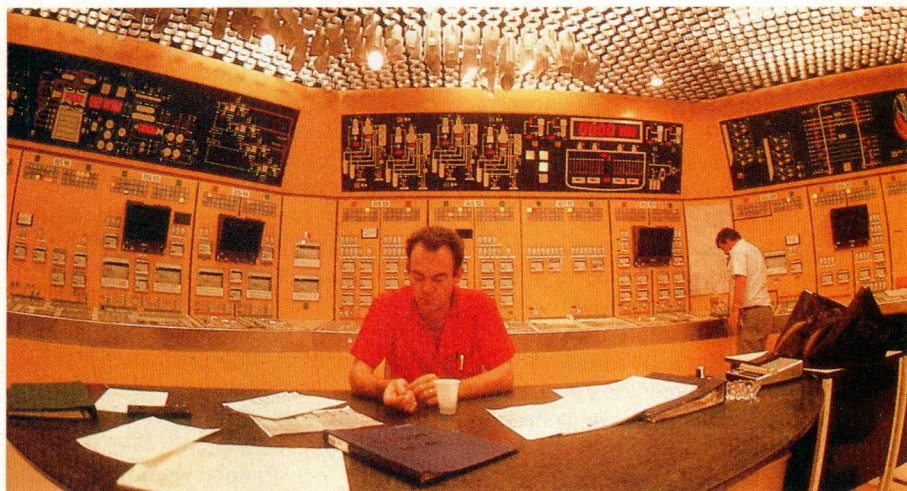
Actuellement, l'examen des éléments dont nous disposons n'incite pas à poursuivre l'exploration d'une production industrielle d'électricité par un système hybride utilisant le cycle thorium-uranium-233. »

Propos recueillis par
Alain Dunoyer de Segonzac

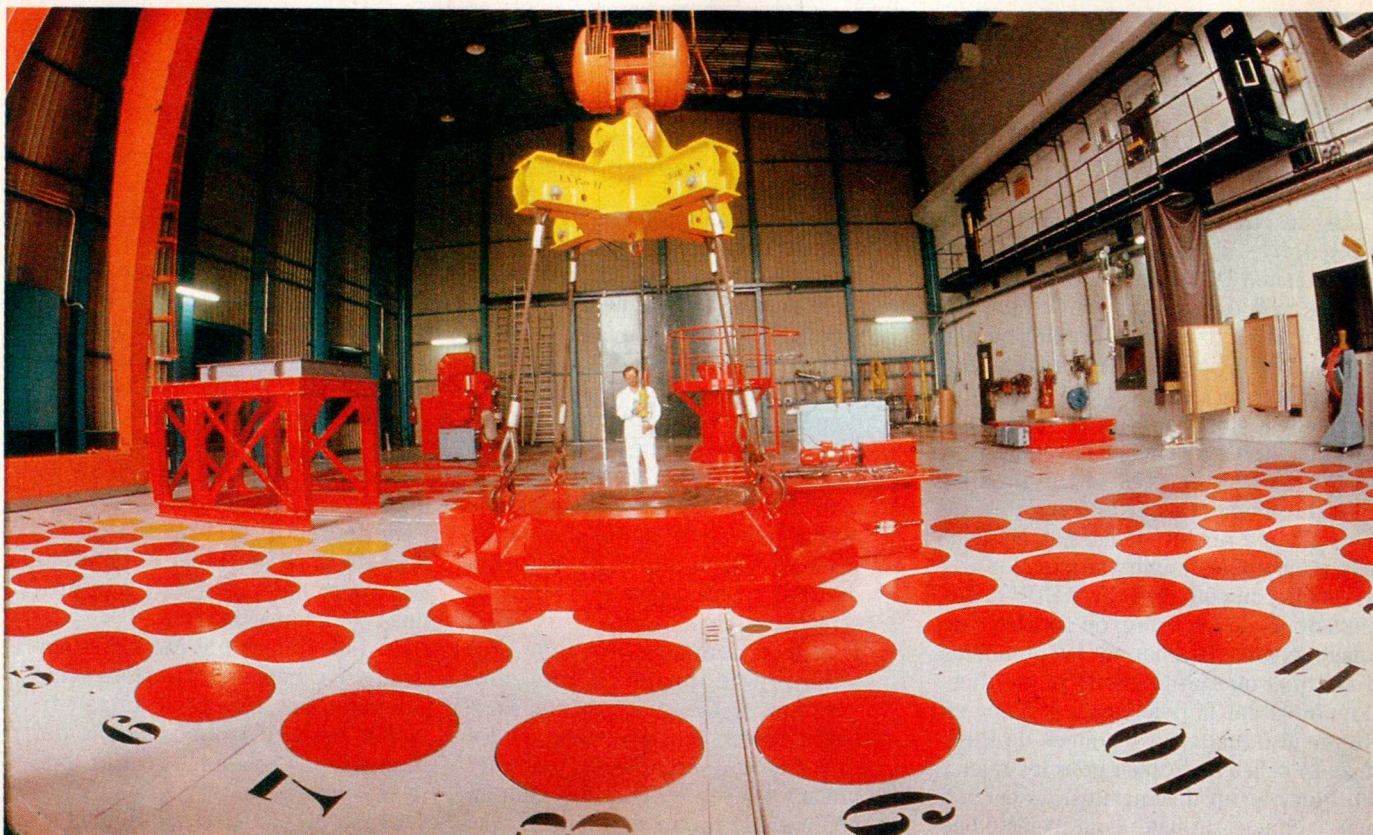
parisienne n'a rien de touristique. Certains physiciens du CEA et du CNRS représentent un gros potentiel dans ce domaine et l'accélérateur Saturne, à Saclay, pourrait expérimenter les idées de Carlo Rubbia. Y trouvera-t-il un accueil favorable ?

Les réactions sont violemment divergentes. L'IN2P3 du CNRS et son directeur, Claude Détraz, emboîteraient bien le pas à l'Italien. Après tout, souligne celui-ci, la loi nous incite à réfléchir sur le sujet. Sans attendre, il a chargé Jean Schapira, de l'institut de Physique nucléaire d'Orsay, de former un groupe de travail pour examiner la proposition de Carlo Rubbia. Les physiciens de Saturne, menacés par la fermeture de l'installation prévue pour 1996, seraient assez favorables à une participation. En revanche, du côté du CEA, d'EDF et des industriels du nucléaire, on sort les couteaux, comme le montrent les premières réactions que nous avons recueillies. Emportés par la polémique, certains viennent à mélanger les idées de Bowman et celles de Rubbia pour les rejeter en bloc — reprochant ainsi au second une « chimie en ligne » qui n'existe que dans le projet du premier. Ou taxent de « complexité » l'accélérateur sans être particulièrement qualifiés pour cela, commettant ainsi le crime qu'ils reprochent à Carlo Rubbia : sortir de son domaine de compétence...

Familier de ce thème de recherche, Jean Schapira souligne la solidité des aspects physiques du concept. « Je ne vois pas de vice caché. Tout cela est fondé sur une neutronique classique, bien balisée par une connaissance de base. De plus, les choix initiaux — une petite puissance (100 mégawatts électriques) relativement aux centrales actuelles, et un faible flux de neutrons — ne nécessitent pas d'innovations technologiques majeures. Il y a certes du travail à faire, notamment sur le problème controversé de la région où frappe le faisceau — certains y voient un problème crucial — ainsi que sur sa dynamique, mais pas de saut technologique risqué comme c'est le cas dans la proposition de Charles Bowman. En revanche, il ne faut surtout pas sous-estimer les problèmes de sûreté. On a vu avec Superphénix qu'une simple question posée par l'autorité de sûreté — comment pouvez-vous inspecter la cuve durant le fonctionnement ? — peut bloquer tout un système. Pour les réacteurs futurs, quels qu'ils soient, il faut prendre en compte dès les premiers instants de la conception tous les problèmes de ce type. Or, en l'état actuel, on ne sait même pas comment les problèmes vont se poser. Faudra-t-il des barres de contrôle



Aujourd'hui à l'arrêt, la centrale nucléaire de Creys-Malville devait utiliser du plutonium comme combustible et en produire davantage qu'elle n'en consommait.



Les déchets nucléaires vitrifiés à Marcoule sont ensuite stockés dans des alvéoles de béton.

▷ afin de capturer les neutrons en cas d'incident ? A-t-on l'absolue certitude que le réacteur sera sous-critique en permanence et en tous points ? Le système de refroidissement sera-t-il sûr ? » A ce stade, le plus important est de n'éluider aucune question.

Les premiers échanges de vues entre physiciens ont vite tourné vinaigre.

Charles Bowman accuse carrément Carlo Rubbia de « réinventer une bicyclette déjà découverte à Los Alamos » (1). Il estime que ce réacteur devrait produire également des éléments radioactifs de longue durée de vie, comme le technétium-99 et l'iode-129. Richard Garwin, du Thomas Watson Research Center, à New York, réfute

l'idée d'un réacteur « sûr ». Le véritable problème, dit-il, n'est pas l'explosion du type Tchernobyl mais la fusion du cœur par suite de la perte des fluides de refroidissement. Or, affirme-t-il, de ce point de vue, le projet de Rubbia n'est pas vraiment différent. Les spécialistes n'apprécient guère que l'on vienne piétiner leurs plates-bandes. De là à voir toute l'affaire comme un caprice de star gérant sa fin de carrière, le pas est vite franchi par certains physiciens. Claude Détraz calme le jeu, sourit derrière sa moustache et juge « un peu ridicule » qu'une « saine émulation » se mue en combat de chiffonniers. « Il est tout à fait clair que les idées de Rubbia font partie d'une famille de concepts déjà explorés, mais il y a tout de même du nouveau. »

Le débat s'élargit très vite. Cette relance d'un nucléaire qui s'essouffle sera-t-elle suivie d'effet ou tournera-t-elle court ? La réponse ne dépend pas de critères scientifico-techniques. Les données politiques et économiques seront déterminantes. L'ultime précaution de Carlo Rubbia avant de rendre publique son idée — la prise d'un brevet européen — en est un signe éloquent : les eaux du nucléaire ne sont pas celles de la science pure et désintéressée. Il faut compter avec de pesantes réalités : les centaines de milliards de francs investis dans les réacteurs classiques, les filières du combustible — du minerais au stockage et au retraitement —, les réseaux électriques

RÉACTIONS

« Aucune viabilité économique »

Michel Coudray, directeur technique de Framatome

« L'idée de Carlo Rubbia ne me paraît pas très réaliste d'un point de vue industriel. Mais admettons que ça marche : nous aurons alors un cœur de réacteur à forte concentration dont il sera très délicat d'évacuer la chaleur. Non seulement toutes les contraintes d'un réacteur classique seront là, mais avec en plus un accélérateur de particules. Dans ce système, les difficultés en matière de sûreté seront très importantes, entre autres en raison du rapport volumique dans le réacteur. Par ailleurs, le problème de l'évacuation de la chaleur résiduelle demeurera le même que dans un réacteur à eau pressurisée (REP). En ce qui concerne la prolifération, son idée me

semble dangereuse. Car la technologie de ce réacteur serait aisément détournable. Rien n'empêcherait un petit pays mal intentionné, une fois en possession de ce type d'installation, d'enlever le thorium et de charger le cœur en uranium naturel, obtenant ainsi une excellente machine à fabriquer du plutonium. Aujourd'hui, le seuil de rentabilité économique d'un réacteur nucléaire se situe autour de 800 MWé. Avec une puissance utile de 70 MWé, et en plus la nécessité de gérer un accélérateur de particules, la viabilité économique du réacteur imaginé par Carlo Rubbia sera nulle. »

Propos recueillis par
Alain Dunoyer de Segonzac

« La recherche, pas l'intox ! »

Raymond Sené, chercheur au CNRS, physicien nucléaire au Collège de France, membre du Groupement des scientifiques pour l'information sur l'énergie nucléaire (GSIEN)

« Il y a quelques années, un bureau d'études suisse a essayé de vendre au Maroc une bombe atomique "clés en main". C'était, heureusement, une escroquerie, mais qui a pu aller assez loin parce que les différents éléments du dossier de ces aigrefins étaient justes. Seules les articulations entre les éléments de calcul étaient fausses ou inexistantes. La proposition de Carlo Rubbia me fait un peu penser à cette démarche, l'escroquerie en moins naturellement. Son hypothèse repose en effet sur un certain nombre d'éléments connus depuis fort longtemps. Mais, si chaque élément du problème est connu d'un point de vue théorique, reste à les mettre en œuvre, et ce n'est pas simple. D'abord parce que le thorium n'est pas naturellement fissile. Il faudra donc l'irradier pour obtenir de l'uranium-233 fissile, ou ajouter cet élément

au combustible. Les neutrons produits par interaction d'un faisceau d'accélérateur auront une large gamme d'énergie, et on a actuellement une connaissance insuffisante des produits de fission émetteurs de neutrons retardés provenant des fissions de l'uranium-233. Or, la connaissance et la maîtrise du flux de neutrons retardés sont précisément ce qui permet de piloter un réacteur. Voilà pour les neutrons. Quant à la sûreté, le faisceau de particules envoyé à travers la cuve produira inévitablement des points chauds dans le réacteur, phénomène intrinsèquement dangereux. Nous rencontrons déjà ce problème difficile à résoudre avec le MOX (Mixed Oxide), pourtant utilisé en très petites quantités dans certaines centrales d'EDF, et je doute fort qu'une autorité de sûreté approuve un réacteur dont la cuve — à l'intérieur

de laquelle la pression est de 150 bars ! — comporte une fenêtre par où passe un faisceau très puissant de protons. Enfin, dans un agencement de ce type, le fait de pouvoir couper l'accélérateur de particules pour arrêter la réaction en cas de problème n'élimine absolument aucun risque en ce qui concerne la puissance résiduelle : si 10 % seulement de la puissance de ce réacteur devaient échapper au contrôle par perte de refroidissement, c'est l'équivalent de la population d'un département qu'il faudrait évacuer, et débrancher le réacteur n'y changerait rien. Certes, la recherche sur la filière thorium mérite tout notre intérêt, mais à condition qu'elle prenne en compte les aspects économique et de sûreté. La recherche, mais pas l'intox. »

Propos recueillis par
Alain Dunoyer de Segonzac

dimensionnés en fonction de la forte puissance unitaire des unités de production... La virulence des réactions chez les industriels du secteur reflète l'ampleur des intérêts en cause.

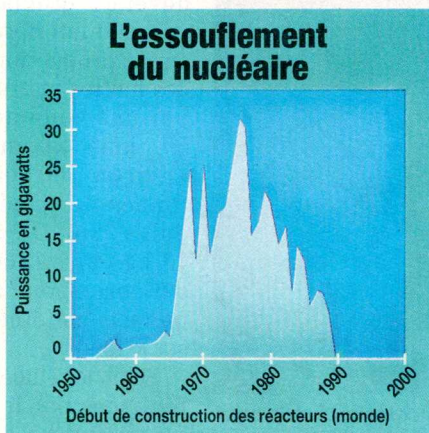
La proposition de Carlo Rubbia prête le flanc à la critique. Qui voudrait de sa centrale révolutionnaire ? Les puissances nucléaires ? Leurs dirigeants ne sont pas disposés à lâcher la proie pour l'ombre. Les ingénieurs, eux, sourient devant les 100 MW électriques avancés, et regardent de haut « le débutant en génie atomique » qui se mêle de leurs affaires et soulignent à plaisir les défauts du projet, contestant ses prétentions à la sûreté et à la non-prolifération militaire... tout en oubliant un peu facilement les impasses du système actuel avec ses tonnes de plutonium et les déboires des surgénérateurs. Quant aux pays en voie de développement, ce « nucléaire du pauvre » vendu clé en main renforcerait encore leur dépendance technologique. Plutôt utiliser charbon, pétrole ou gaz, penseront-ils. Les écologistes soucieux de l'effet de serre ? On les voit mal opérer une volte-face devant l'atome honni...

La violence de la polémique ne cacherait-elle pas un faux débat ? D'un côté, un Carlo Rubbia trop pressé — le tempérament n'excuse pas tout — qui présente son idée comme une alternative aux filières actuelles. Et de l'autre, des industriels ou des ingénieurs accrochés à leurs acquis, craignant une mise en cause de

leur légitimité. On se jette de part et d'autre des arguments — coûts, prolifération, chimie du combustible — manifestement prématurés. Faut-il pour autant enterrer l'idée ? Cela serait imprudent. Claude Détraz voit dans cet affrontement brutal une regrettable erreur de calendrier. « Nous avons le temps, trente ans peut-être, de vivre avec la filière actuelle. Il ne s'agit donc pas de décider tout de suite. En revanche, si l'on ne se résigne pas à l'accumulation du plutonium année après année et si l'on considère qu'aucune des solutions actuelles n'est satisfaisante à long terme, il faut savoir regarder les idées nouvelles, les alternatives qui peuvent surgir. Elles ne viendront pas des grands programmes, à coups de milliards et de centaines d'ingénieurs, avec lesquels nous avons

construit l'électronucléaire actuel. Il s'agit plus d'encourager des démarches innovantes et des idées originales menées par de petites équipes. Quant à la proposition de Rubbia, nous pouvons travailler sur l'accélérateur ou étudier dans le détail les réactions nucléaires, la dynamique et la répartition des neutrons... Cela n'exige pas d'argent supplémentaire et peut se faire avec les moyens techniques existants. Tous les autres aspects — matériaux, cycle du combustible, économie — exigent le recours à d'autres compétences, du CEA aux industriels. Mais en aucun cas, il n'y a là matière à engager des milliards. »

Plus qu'un « autre » nucléaire à construire le plus vite possible, Carlo Rubbia, involontairement, lève un lièvre. Quelle politique de recherche les puissances nucléaires doivent-elles développer ? Continuer obstinément le seul sillon déjà tracé ou explorer les voies nouvelles ? La première démarche est un pari qui peut se révéler dangereux. La seconde exige des arbitrages délicats, des attributions de moyens et une ouverture d'esprit peu compatibles avec une organisation de la recherche trop marquée par le grand programme industriel centralisé à l'origine du nucléaire actuel. Le tout sans garantie de succès, comme toute recherche. Par delà « l'affaire Rubbia », la véritable alternative est là. S. H.



(1) Nature du 2/12/1993.