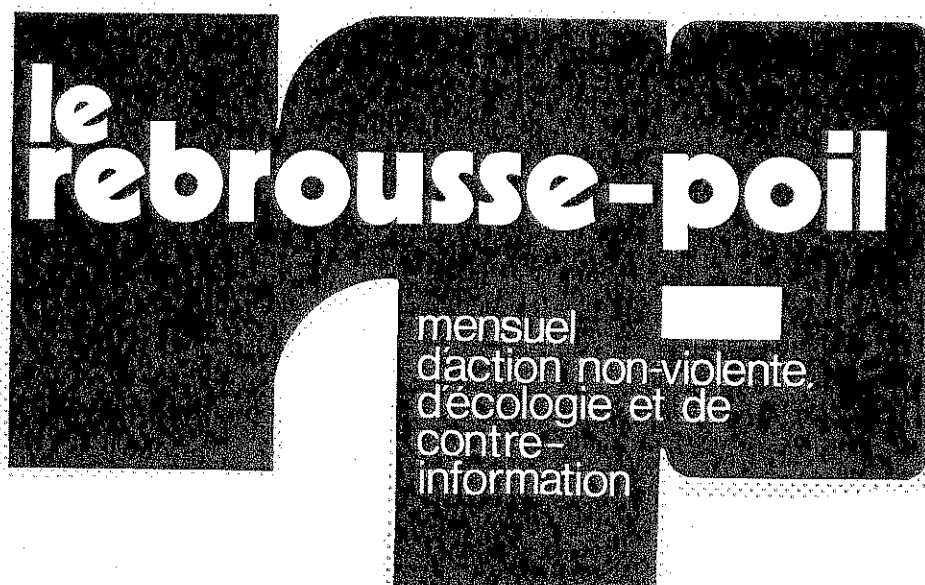




NOTRE DOSSIER : LA SUISSE ET LA BOMBE

1ère partie : No 20 (septembre 1979) 10-15.

La bombe atomique

2ème partie : No 21 (octobre 1979) 4-8.

L'âge d'or des centrales nucléaires

3ème partie : No 23/24 (décembre 1979/janvier 1980) 16-20.

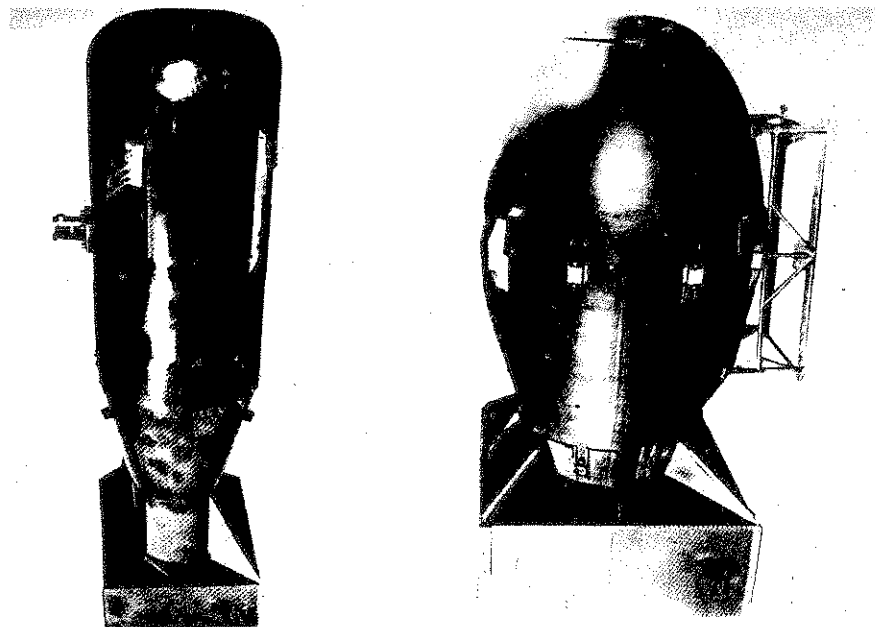
La prolifération latente

4ème partie : No 26 (mars 1980) 9-13.

La bombe « h » et la fusion

NOTRE DOSSIER : LA SUISSE ET LA

LA BOM



"Little boy" (bombe de Hiroshima) et "Fat man" (bombe de Nagasaki). "Petit bonhomme" avait 3m. de long pour 70 cm de diamètre, "Le gros" 3m20 pour 1m50.

Ces dernières années ont été marquées dans le monde par une intense contestation des applications civiles de l'énergie nucléaire. Les principales objections avancées étaient surtout d'ordre écologique (risques d'accidents, risques de pollution par les déchets,...) et politique (centralisation de la production d'énergie, création de dépendances nouvelles, risque d'un Etat technocratique et policier,...) En Suisse le débat sur ces questions se trouve temporairement suspendu à la suite du rejet de l'initiative populaire pour le Contrôle démocratique du nucléaire et de l'acceptation subséquente d'une révision partielle de la loi atomique, véritable "compromis helvétique", n'apportant que des améliorations de détail. En fait, tout ce débat n'a fait qu'effleurer la question car, aujourd'hui tout comme au lendemain de la deuxième guerre mondiale, les applications militaires du nucléaire constituent encore la raison principale de son encouragement à tout prix.

En ce qui concerne la crise de l'énergie, la contestation récente a eu le mérite de démontrer clairement, qu'en plus de ses inconvénients et dangers, l'énergie nucléaire est incapable de résoudre ce problème à long terme. Par contre, le lien entre le nucléaire civil et militaire n'a évidemment pas pu être démontré avec une pareille clarté. En Suisse, tout ce qui touche à la défense nationale est tabou, plus particulièrement encore lorsqu'il s'agit d'une question aussi grave que celle de l'arme atomique. Ce problème fut néanmoins abordé à la fin des années 50, à la suite d'une contestation internationale de la bombe, qui se concrétisa en Suisse par une initiative populaire proposant l'interdiction des armes atomiques. Le net rejet de cette initiative confirma l'attachement de la Suisse à une défense totale à tout prix: notre gouvernement et nos stratèges restent donc libres d'envisager le recours à l'arme atomique en temps de guerre.

Dans ces conditions il est bon de faire un retour en arrière pour voir comment, dès la fin de la dernière guerre, la Suisse s'est lancée dans la course à la bombe atomique et la construction des centrales nucléaires (1); puis de regarder vers l'avenir à travers les projets de surrégénérateurs, d'extraction de l'uranium dans les Alpes, d'usines à plutonium, de fusion thermonucléaire,... pour voir, qu'en Suisse aussi, le développement du nucléaire conduit de la bombe atomique à la bombe à neutron.

PACIFIQUE QUE CA !

Depuis plusieurs mois le RP avait le désir d'ouvrir ses colonnes à des spécialistes, scientifiques et autres, qui auraient ainsi eu l'occasion d'exposer hors des cercles d'initiés certaines thèses ne trouvant place dans la "bonne" presse.

La difficulté de concilier une étude fouillée, étayée, avec le langage clair, relativement simple, de mise dans un journal comme le notre est bien réelle, mais nous pensons que le jeu en vaut la chandelle.

L'expérience que nous tentons est appelée à se répéter et pourrait bénéficier de vos remarques, critiques, suggestions écrites...

Deux mots sur cette série de quatre articles. Si dans les deux premiers (I: La bombe atomique; II: L'âge d'or des centrales nucléaires) on insistera particulièrement sur l'aspect historique du problème, les derniers (III: La prolifération latente; IV: La bombe H et la fusion) seront plus prospectifs et, par la mise en lumière de faits peu connus, contribueront, nous l'espérons, à ouvrir des perspectives nouvelles au mouvement de contestation du nucléaire civil et militaire.

A l'heure où le Canada, instruit par l'explosion en 74 d'un engin nucléaire indien réalisé à partir de l'atome "pacifique" par lui exporté, soumet ses livraisons d'uranium à la Suisse à des conditions draconiennes, à l'heure où le Pakistan fait mine de se doter lui aussi de la bombe par le biais d'une technologie "pacifique" dans l'exportation de laquelle la Suisse serait impliquée, à l'heure enfin où notre pays négocie avec l'Argentine la vente d'une usine d'eau lourde, il peut être bon de remettre l'église au milieu du village et de montrer le visage caché de nos "atomes pour la Paix".

A.L.

LA BOMBE

(première partie)

LA BOMBE ATOMIQUE

La naissance de la bombe atomique.

Depuis un peu plus de 20 ans, une intense campagne de propagande essaie de faire oublier les origines militaires du nucléaire. On peut dire que cette campagne de réhabilitation (et de promotion de ventes) a bien réussi, car nombreuses sont les personnes qui s'imaginent aujourd'hui que l'énergie nucléaire est le fruit d'une recherche scientifique pure et honnête effectuée sans arrière-pensée. Evidemment, la curiosité scientifique a été la principale motivation des chercheurs, mais néanmoins *au début du siècle déjà*, ces physiciens savaient aussi que si l'on trouvait comment libérer les énormes quantités d'énergie emprisonnées dans le noyau de l'atome, on disposerait du moyen de fabriquer des armes autrement plus puissantes que celles basées sur les explosifs chimiques. Cette idée était suffisamment répandue en 1914 pour que, par exemple, H.G.Wells puisse imaginer dans un de ses romans de science-fiction les problèmes liés à l'usage civil de l'énergie atomique, aux conséquences des armes atomiques et de leur prolifération.

Pour cette raison, les savants atomistes du monde entier n'eurent aucune peine à comprendre l'importance de la découverte de la fission de l'uranium par Otto Hahn à la fin de 1938. Il s'en suivit, avant même le début de la deuxième guerre mondiale, une course effrénée dans toutes les grandes puissances de l'époque pour tenter de fabriquer la bombe. Otto Hahn venait en effet de découvrir le "talon d'Achille" du noyau atomique, c'est-à-dire le moyen tant recherché alors permettant de libérer son énergie. En raison de cette découverte, le "secret atomique" (qui ne sera partiellement levé qu'en 1955) tomba sur les résultats des recherches qui s'ensuivirent.

Lorsque le 1er septembre 1939 Hitler déclencha la guerre tous les principes physiques permettant la réalisation d'une bombe atomique avaient

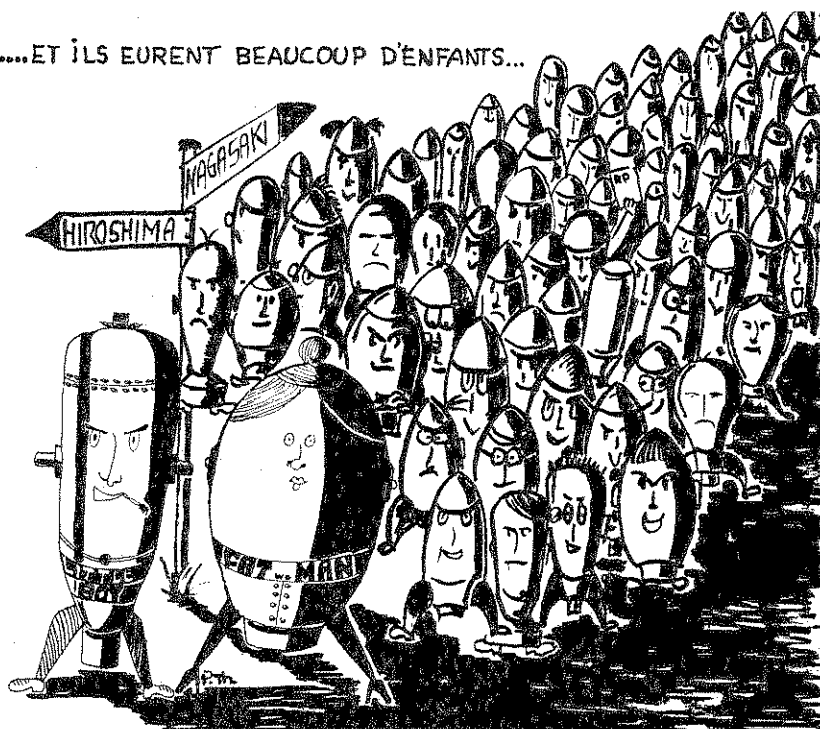
été découverts indépendamment dans plusieurs pays. Aux Etats-Unis comme ailleurs les recherches allèrent en s'intensifiant dans le but de prouver la faisabilité technique de la bombe. Le 6 août 1941, c'est-à-dire le jour précédant l'entrée en guerre de l'Amérique à la suite de l'attaque japonaise de Pearl Harbor, le président Roosevelt décida

applications civiles du nucléaire: cette expérience était en effet destinée à tester le principe des piles atomiques, qui allaient par la suite produire le plutonium destiné aux bombes.

Le "projet Manhattan" prévoyait dès ses débuts la poursuite indépendante des deux filières permettant la fabrication de la bombe. Pour cette raison, en plus de la synthèse du plutonium (substance qui n'existe pas dans la nature et qui ne peut être produite qu'à l'aide de réacteurs nucléaires ou de puissants accélérateurs), il fut décidé de construire une usine de séparation isotopique capable d'isoler l'uranium 225 (qui ne représente que le 0,7 o/o de l'uranium naturel) en quantité suffisante pour fabriquer des bombes. L'ampleur du projet Manhattan fut telle qu'au début de 1945 pas moins de 500.000 personnes y travaillaient.

Lorsque finalement au milieu de 1945 la production du plutonium et de l'uranium atteignit le niveau permettant l'assemblage de la première bombe, les allemands avaient déjà signé l'armistice et seul le Japon restait

....ET ILS EURENT BEAUCOUP D'ENFANTS...



de fabriquer par tous les moyens la bombe atomique: "Si la bombe peut être construite, nous devons être les premiers".

Cette décision fut le point de départ du "projet Manhattan" dont le seul but était de construire la bombe et dans le cadre duquel la première pile atomique fut mise en route le 2 décembre 1942 à Chicago. En raison des objectifs d'alors, cette première pile n'avait que peu en commun avec les

encore en guerre, subissant défaite sur défaite. De nombreux savants et personnalités américaines, conscientes du fait que la bombe allait être prête d'un jour à l'autre et que la guerre était gagnée, essayèrent de dissuader le président Truman de l'utiliser. Mais il était déjà trop tard. L'inertie et l'immensité de l'effort engagé dans la construction de la bombe était telle que seule une capitulation anticipée du Japon aurait pu empêcher son usage.

Le 10 juillet 1945 un arrivage suffisant de plutonium au laboratoire de Los Alamos, où était étudiée la construction de la bombe proprement dite, permit de commencer l'assemblage de la première bombe. Celle-ci explosa exactement 6 jours plus tard, le 16 juillet 1945, à Alamogordo, dans le désert du Nouveau-Mexique au lieu-dit Jornada de la Muerte (le Voyage de la Mort). En raison de ce succès et de la rareté de la matière explosive nucléaire, il fut décidé que sitôt son assemblage terminé, la bombe suivante serait expérimentée directement sur le Japon.

C'est ainsi que le 6 août 1945 la première bombe atomique, utilisant de l'uranium 235 comme explosif, et le principe du canon pour sa détonation, explosa avec succès au-dessus de la ville de Hiroshima, tuant 110.000 personnes. Trois jours plus tard, alors que la capitulation du Japon était déjà assurée, les américains firent exploser la seconde bombe au plutonium qu'ils

avaient assemblée entre-temps au-dessus de la ville de Nagasaki, tuant 90.000 personnes. L'explosion de cette seconde bombe, utilisant le principe de l'implosion pour sa détonation permit de tester la bombe au plutonium dans des conditions réelles.

Les retombées d'Hiroshima.

En novembre 1945, trois mois seulement après Hiroshima, Karl Kobelt, président de la Confédération et chef du département militaire, appela le professeur Paul Scherrer au Palais fédéral. Le président de la Confédération voulait savoir du directeur de la section de physique de l'Ecole polytechnique fédérale quelles pouvaient être pour la Suisse les conséquences de la bombe atomique. Scherrer recommanda alors la constitution d'une "Commission d'étude pour la recherche atomique" (SKA).

Le 8 juin 1946, le Conseil fédéral nomma Scherrer comme président de

la SKA. Cette commission, subordonnée à l'état major général de l'armée, se composait de 3 représentants de l'administration fédérale, de 6 universitaires et d'un représentant de l'armée.

Le rôle primordial de cette commission était évidemment la recherche des arguments en faveur d'une subvention par la Confédération de la recherche en physique atomique. C'est ainsi que cette commission déclara:

"L'importance extraordinaire que l'énergie atomique peut représenter pour notre défense nationale et notre économie exige, afin de rendre au plus vite cette source d'énergie accessible à notre industrie, que la Suisse aussi conduise une recherche indépendante dans ce domaine. Il n'est pas exclu que, en dehors de ses implications dans le domaine militaire, elle ait une influence révolutionnaire dans diverses branches de notre industrie".

Cette formule fut reprise telle quelle par le Conseil fédéral le 17 juillet 1946, lorsque devant les chambres fédérales il déposa le projet d'un "Arrêté fédéral pour l'encouragement de la recherche dans le domaine de l'énergie atomique".

Lorsque cet arrêté fut approuvé par les chambres fédérales, le 18 décembre 1946, il n'y eut que peu d'opposition quant à son contenu. Seuls quelques parlementaires isolés critiquèrent son inspiration d'origine militaire.

Il faut se souvenir qu'à cette époque, malgré les difficultés endurées pendant la guerre, la crise de l'énergie n'était pas encore en vue. La consommation d'énergie primaire se répartissait alors entre 50 o/o de charbon, 25 o/o d'électricité, 12 o/o de bois, et 12 o/o de pétrole. En ce qui concerne le développement, l'électricité hydraulique était en pleine expansion et les dérivés du pétrole commençaient seulement à lentement remplacer le charbon et le bois.

On pensait bien alors à un usage lointain de l'énergie atomique mais, contrairement à aujourd'hui, on envisageait surtout l'usage de celle-ci pour la production de chaleur industrielle et pour le chauffage thermique à distance.

La recherche dans le domaine nucléaire était donc entièrement motivée par le prestige de l'atome et par ses applications militaires.

La quête de l'uranium et la guerre froide.

Les experts de 1946 pensaient qu'en l'espace de 5 ans la Suisse pouvait construire une pile atomique. Une somme de 18 millions fut donc allouée à cette fin.

L'allocation d'une telle subvention juste après la guerre était absolument nouvelle. Il faut se souvenir en effet



Nagasaki, une vieille femme attend la mort. Elle se trouvait à 3 km de l'hypocentre. "L'explosion de cette seconde bombe permit de tester la bombe au plutonium dans des conditions réelles".

qu'à cette époque la Confédération ne subventionnait guère que l'agriculture. En ce qui concerne l'argent, elle disposait toutefois des ressources additionnelles que les pouvoirs extraordinaires de la guerre lui avaient permis d'obtenir. Il s'agissait des impôts pour la défense nationale (1940), sur le chiffre d'affaire (1941) et de l'impôt anticipé (1943), qu'en principe la Confédération pouvait prélever jusqu'au 31 décembre 1949, date limite des pouvoirs extraordinaires.

Pour la réalisation de cette pile atomique suisse, il fallait évidemment de l'uranium. Mais, à cette époque, il était impossible d'en acheter. Les américains exerçaient un monopole absolu sur ce marché et avaient de multiples raisons pour cela:

1o) Grâce aux recherches effectuées durant la guerre, et qui furent couronnées par les bombardements de Hiroshima et de Nagasaki, les Etats-Unis avaient acquis une avance considérable dans le domaine du nucléaire. Bien que des savants français et anglais eussent collaboré avec eux pendant la guerre à la réalisation de la bombe, les Etats-Unis ne respectèrent pas les engagements pris par Roosevelt de faire bénéficier leurs alliés des résultats de la recherche atomique une fois la guerre terminée. Les américains voulaient conserver leur avance à tout prix.

2o) L'approvisionnement en uranium au lendemain de la guerre était difficile et les réserves mondiales mal connues. Une prospection systématique était nécessaire et il fallait trouver de nouveaux gisements en plus de ceux du Canada et du Congo Belge, qui ne pouvaient suffire à l'appétit des programmes militaires. La découverte en Afrique du Sud et au Canada de nouveaux gisements facilitèrent donc aux anglais la reprise d'une collaboration limitée avec les américains en 1948. La même année la France parvenait, malgré le blocus atomique, à réaliser sa première pile atomique et découvrit sur son propre territoire les seuls gisements d'uranium rentables d'Europe occidentale. Le marché de l'uranium finit par se détendre vers 1952-53 lorsque finalement d'importants nouveaux gisements furent découverts à l'intérieur des frontières des Etats-Unis.

3o) La "Guerre froide" entre l'Est et l'Ouest maintenait un climat de tension encourageant autant le Secret atomique que la course aux armements. Les américains voulaient empêcher à tout prix les russes d'accéder à l'arme atomique. Cette politique fut sans effet car, en 1949, les russes firent exploser leur première bombe atomique. L'Amérique se lança alors dans le développement de la bombe H, qui explosa le 1er novembre 1952, et qui fut suivie en août 1953 par celle des russes. En même temps, suivant le cours de l'escalade, les américains commen-

cèrent à développer des réacteurs atomiques pour la propulsion des sous-marins et des porte-avions. Le premier de ces moteurs (celui du sous-marin "Nautilus") fut mis en marche en février 1953.

La Suisse participa évidemment à cette ruée vers l'uranium. Cependant, malgré une prospection systématique, aucun gisement rentable pour l'époque d'uranium ou de thorium ne put être trouvé sur le territoire helvétique. Les experts envisageaient déjà les possibilités d'utilisation future de ces maigres ressources avec des surrégénérateurs, mais sans apport initial d'une quantité suffisante d'uranium 235, il était impossible de démarrer un programme quelconque.

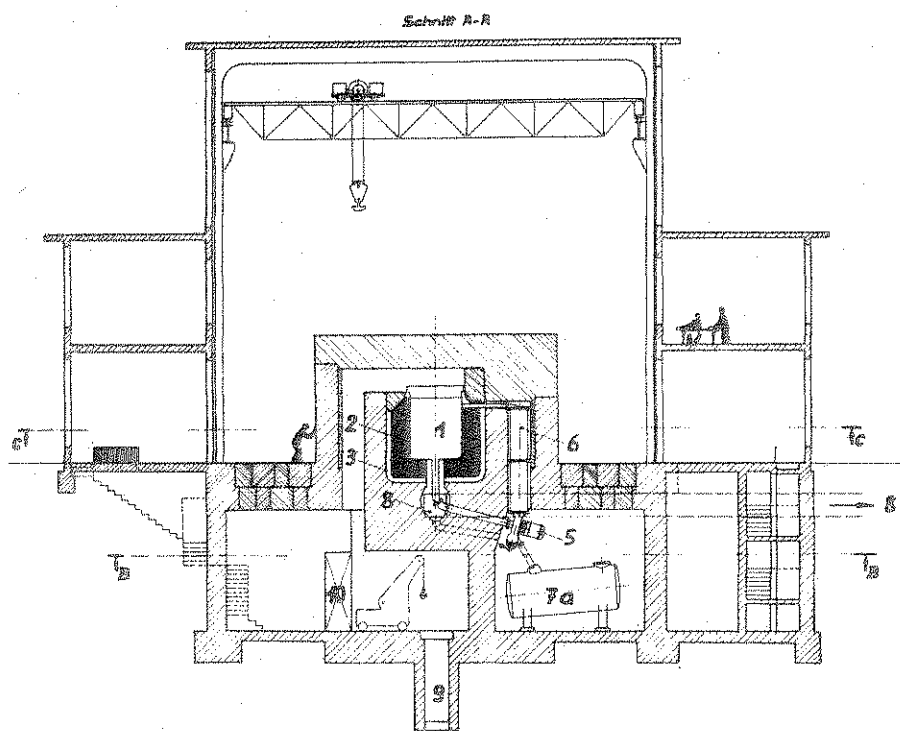
Pendant ce temps, principalement sous l'impulsion du Pr. Scherrer de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich (EPFZ) et de Walter Boveri de la compagnie Brown Boveri (BBC), des grou-

attendre 1955 pour qu'enfin la première commande de 10 tonnes d'uranium naturel soit acceptée par la Belgique et l'Angleterre.

"Atomes pour la paix" et "Saphir".

Devant l'assemblée générale des Nations Unies, le 8 décembre 1953, le président Eisenhower lança la campagne "Atomes pour la paix" en proposant un plan de coopération universelle pour les applications pacifiques de l'énergie atomique. En conséquence, sous l'égide des Nations Unies, une conférence serait réunie dans le but de supprimer tout "Secret atomique" en divulguant les détails concernant les applications pacifiques de l'énergie atomique.

Les motivations économiques et politiques de cette ouverture sont évi-



La première esquisse publiée d'un projet de réacteur suisse à eau lourde présenté en août 1953 à la conférence d'Oslo sur les réacteurs à eau lourde.

pes de travail commençaient à faire des projets de réacteurs et de centrales atomiques. On envisageait alors des piles atomiques à uranium naturel, avec de l'eau lourde ou du graphite comme modérateur, semblables aux premiers réacteurs militaires construits par les grandes puissances. Toutefois, en raison de la continuation du secret, ces projets ne purent guère avancer. Vers 1952 il fut donc décidé de commencer par la construction d'un réacteur de recherche, mais il faudra encore

dentes. Les industries américaines, sévèrement mises à contribution par la course aux armements, ne voulaient pas perdre leur monopole en matière nucléaire, et les Etats-Unis avaient besoin de faire un geste pour "l'Atome pacifique" afin de faire oublier un peu Hiroshima et Nagasaki. Ainsi, afin de freiner le développement des réacteurs nucléaires dans les autres pays, les Etats-Unis mirent en vente à bas prix leurs propres réacteurs nucléaires.

C'est ainsi que les réacteurs à "eau bouillante" (BWR) et à "eau pressurisée" (PWR) qui ont alors été mis en vente, n'étaient rien d'autre que des dérivés commerciaux des réacteurs développés pour la propulsion nucléaire des sous-marins et porte-avions de l'armée américaine. De telles ventes allaient permettre aux industries de rentabiliser les énormes coûts de ces développements. Mais, pour les acheteurs, elles allaient créer un lien de dépendance supplémentaire car l'uranium enrichi brûlé par ces réacteurs ne pouvait être livré alors et pour longtemps que par les seuls Etats-Unis.

La conférence "Atomes pour la paix" fut convoquée à Genève le 8 août 1955. Elle permit de réunir plus de 1000 savants de 73 pays. A cette occasion les américains proposèrent une réduction de 50 o/o sur tout petit réacteur acheté dans les six semaines qui suivirent. Dans le cadre de cette conférence, une exposition fut organisée dans le parc du Palais des Nations. On pouvait y admirer un petit réacteur de recherche de 5 MWth. Son coeur était composé de 22 éléments combustibles, totalisant 18 kg d'uranium enrichi à 20 o/o, c'est-à-dire 3,6 kg d'uranium 235 fissile. Ces éléments combustibles étant plongés directement dans une piscine remplie d'eau légère, on pouvait voir luire une clarté bleutée du fond de celle-ci lorsque le réacteur était en fonctionnement...

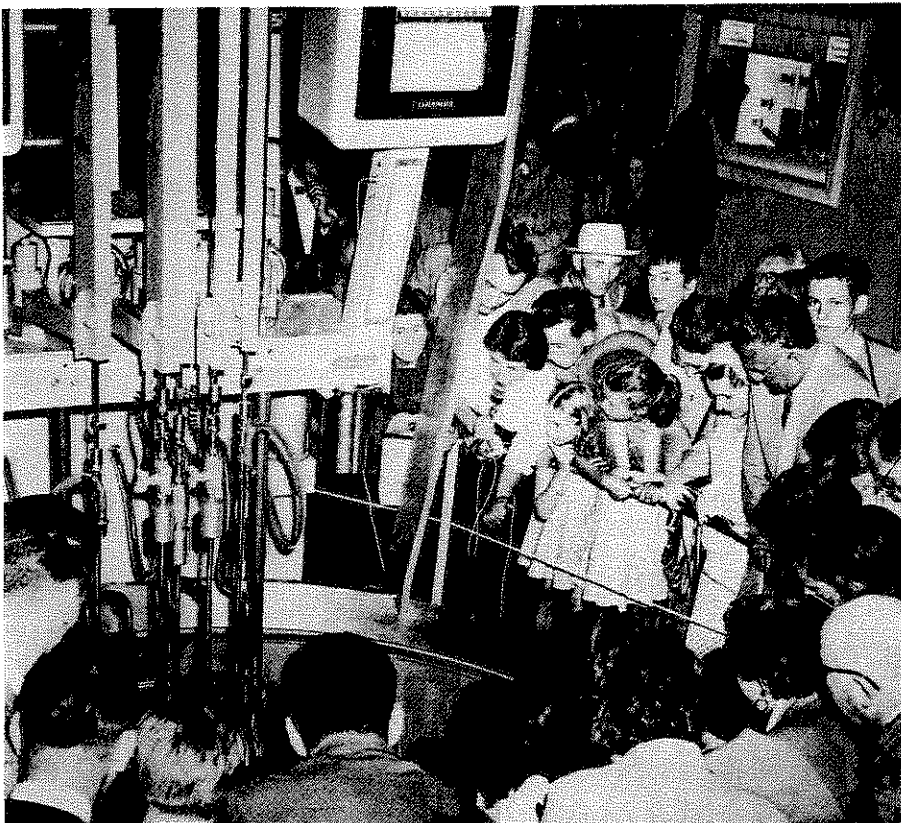
La Suisse se porta acquéreuse de ce réacteur et le 20 août, le jour même de la clôture de la conférence, devint le premier pays au monde à acheter un réacteur aux américains. La Suisse fut représentée par le Pr. Scherrer, toujours président de la SKA, et par Walter Boveri, président de la société "Reaktor AG" qui allait exploiter ce réacteur.

CE premier réacteur à fonctionner en Suisse, et qui allait être baptisé "Saphir", fut installé à Würenlingen, un petit village de l'Argovie, au bord de l'Aar. Dès le 17 mai 1957, il allait devenir le principal outil de travail de ce laboratoire, où on commençait enfin à réaliser le premier vrai réacteur suisse: "Diorit".

Diorit et la faillite de Reaktor AG.

En décembre 1952, la SKA donne son accord de principe à l'étude d'un réacteur de recherche suisse de puissance raisonnable, brûlant de l'uranium naturel, refroidi et modéré avec de l'eau lourde. Au printemps 1954, le travail des groupes d'études organisés autour de Brown Boveri & Cie (BBC) et de l'EPFZ débouche sur un projet concret, le Diorit. Ce réacteur de 20 MWth allait nécessiter 5600 kg d'uranium naturel et 12 tonnes d'eau lourde. Son coût fut estimé à 20 Mfr.

En août 1954, un consortium réu-



Genève, août 1955. Le public admire le réacteur de recherche exposé par les américains dans le parc du Palais des Nations.

nit les firmes BBC, Escher Wyss et Sulzer pour la construction du réacteur proprement dit, et peu après Electro-Watt et Motor Columbus se groupèrent pour la réalisation de la partie génie-civil. Le 21 décembre 1954, l'assemblée fédérale fut ainsi en mesure de voter un crédit de 12 Mfr pour la recherche atomique, dont 5 Mfr pour Diorit sous la forme de la fourniture de l'uranium.

Pour la réalisation de ce projet, cette seule subvention ne suffisait évidemment pas. Walter Boveri chercha donc, en insistant sur "l'importance nationale" de cette tâche, à obtenir une prise en charge par la Confédération des frais d'exploitation du réacteur, et à intéresser l'économie suisse au projet. C'est ainsi que, en mars 1956, ayant trouvé 18 Mfr à fonds perdu, put être fondée la société anonyme "Reaktor AG". 49 o/o des actions étaient dans les mains de l'industrie, 31 o/o étaient détenues par des compagnies d'électricité et 20 o/o par des banques.

En novembre 1956 fut donné le premier coup de pioche à la construction de Diorit. Cependant, le climat entre les industries participant à Reaktor AG commençait déjà à se détériorer. C'est ainsi que BBC venait de fonder "Atomkraft AG" et Sulzer "Thermatom AG"; l'année suivante, "ENUSA" rassembla les industries romandes et finalement Electro-Watt avec les grandes compagnies d'électricité fonda

"Suisatom AG". Evidemment, chacune de ces sociétés, alléchées par les promesses de l'atome, voulaient construire et commercialiser sa propre gamme de réacteurs ou de centrales nucléaires. Une telle concurrence interne ne pouvait résister à celle des américains dont les réacteurs commençaient à s'implanter dans le monde. En conséquence, le 23 juillet 1959, W. Boveri fit savoir qu'il ne croyait plus en la possibilité d'un programme suisse à eau lourde, et du même coup annonça que BBC allait en consortium avec la société allemande Krupp développer un réacteur avancé à haute température.

A Würenlingen, les difficultés techniques et financières allaient aussi en s'aggravant. En 1958 le déficit fut de 2,6 Mfr et en 1959 il atteignit 5,2 Mfr. BBC et Sulzer décidèrent donc de faire "cadeau" de Reaktor AG à la Confédération, à condition que celle-ci éponge les dettes, tout en leur laissant l'usage du laboratoire pour la poursuite de leurs recherches. C'est ainsi que, le 1er mai 1960, Reaktor AG devint l'"Institut fédéral de recherches en matière de réacteurs" (EIR) qui fut rattaché à l'EPFZ.

L'article constitutionnel de 1957 et la Loi atomique de 1959.

A partir de 1955, en vue des coûts de plus en plus élevés de la recherche atomique et de l'imminence d'un développement spectaculaire dans ce domaine, la nécessité d'une législation

adéquate fit sentir son besoin.

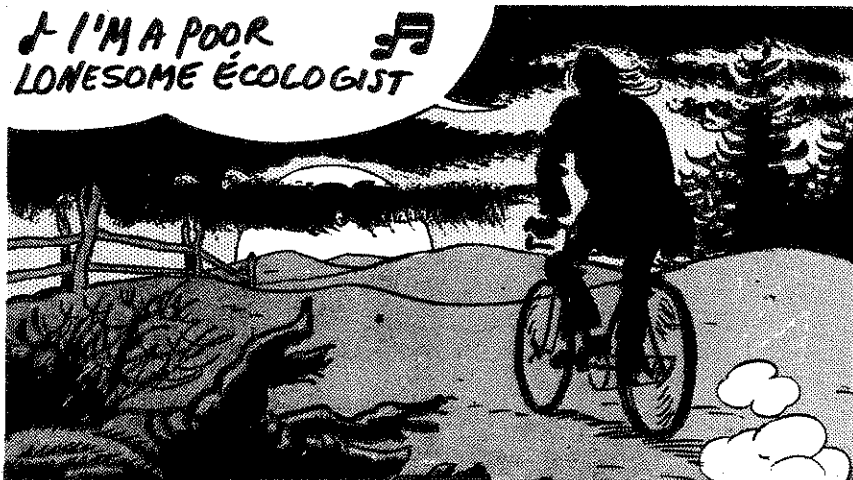
C'est ainsi que, le 24 novembre 1957, le peuple suisse fut pour la première fois consulté directement sur une question touchant l'atome. Il s'agissait d'introduire un article constitutionnel sur l'énergie atomique et la protection contre les radiations. Ce nouvel article était rédigé comme suit:

Art. 24(5): "La législation sur l'énergie atomique est du domaine de la Confédération.

La Confédération édicte des prescriptions sur la protection contre les dangers des rayons ionisants".

Cet article constitutionnel fut plébiscité à une forte majorité populaire de plus de 3 contre 1, ainsi que par l'ensemble des cantons. Il faut dire que la question ne fut guère contestée alors. Six semaines auparavant, le 4 octobre 1957, les russes venaient de lancer le premier satellite artificiel de la terre: Sputnik I. De cette façon les russes démontraient, en pleine guerre froide, qu'ils étaient les premiers à posséder une fusée intercontinentale capable d'atteindre et d'atomiser n'importe quelle partie du globe. De plus, en 1956, la fermeture du canal à la suite de la crise de Suez, avait conduit à une brutale hausse du prix du pétrole et à la soudaine prise de conscience de la dépendance énergétique de la Suisse par rapport à l'étranger.

♪ I'M A POOR LONESOME ÉCOLOGIST ♪



Suite à l'approbation de l'article constitutionnel, le Conseil fédéral présenta aux chambres, le 8 décembre 1958, un projet de loi sur "l'Utilisation pacifique de l'énergie atomique et la protection contre les radiations". Dans son message aux chambres, le Conseil fédéral insista particulièrement sur les problèmes liés à la responsabilité civile des exploitants et constructeurs d'installations nucléaires. C'est ainsi qu'on peut lire dans ce message à propos de l'introduction d'une responsabilité civile limitée (fait absolument contraire aux usages juridiques habituels): "Il faut faire attention à ce que le développement de l'industrie nucléaire ne soit pas entravé par une responsabilité civile trop élevée".

Approuvée par les chambres le 23 décembre 1959, cette loi donnait des avantages extraordinaires au développement du nucléaire:

- La Confédération encourage et subventionne à sa guise les recherches et le développement de tout ce qui touche à l'énergie atomique.

- Les autorisations de construire des centrales nucléaires et d'exploiter des installations nucléaires sont réduites à de simples autorisations de police.

- La responsabilité civile des promoteurs est strictement limitée.

En ce qui concerne ce dernier point, les milieux scientifiques et politiques de l'époque étaient parfaitement conscients des risques inhérents au nucléaire (risques d'un accident majeur, problème des déchets, risques en temps de guerre). Pour cette raison, les milieux de la grande industrie, des banques et certainement de l'armée, firent pression sur le Conseil fédéral de façon à permettre, par une responsabilité civile limitée et des garanties adéquates, l'essor du nucléaire.

La loi de 1959 confère donc au nucléaire des attributs exceptionnels qui normalement sont réservés aux temps de guerre. Les "pleins pouvoirs" et la "négaration de la responsabilité civile" sont en effet caractéristiques des activités militaires et guerrières.

André Gsponer
physicien

Références pour la 1ère partie:

(1) Pour l'histoire des centrales nucléaires en Suisse, voir aussi "Leserzeitung" nos 73 à 78, 1978, et "Tagesanzeiger" du 16.12.1978.

(2) Au sujet des initiatives populaires en Suisse, voir l'ouvrage de J.-D. Delley aux éditions l'Age d'Homme, 1978.

Dans notre prochain numéro:

2ème partie: L'AGE D'OR DES CENTRALES NUCLEAIRES.

IL Y A 40 ANS

LA MOB!



LA SUISSE ET LA BOMBE (deuxième partie)

l'âge d'or des centrales nucléaires

Dans le précédent numéro du Rebrousse-Poil, nous avons entamé la première partie de ce dossier en 4 volets intitulé "La Suisse et la bombe". Cette 2e partie achève d'évoquer l'aspect proprement historique du problème alors que la suite abordera des aspects plus prospectifs et contribuera à mettre en lumière des faits peu connus. Mais résumons tout d'abord ce à quoi nous en étions restés :

Alors que, depuis 1956, l'industrie essayait de mettre au point à Würelingen un réacteur suisse de recherche, la concurrence américaine imposa vers 1964 un changement radical dans la politique nucléaire helvétique. Dans l'impossibilité de réaliser un réacteur de première génération compétitif, la Suisse allait se résoudre à importer massivement des réacteurs américains, quitte à concentrer la recherche dans le développement des réacteurs à hautes températures et surgénérateurs appelés à les remplacer un jour. Cette nouvelle politique permit effectivement à la Suisse d'acquérir le savoir-faire et les matières fissiles qui font d'elle aujourd'hui une puissance atomique.

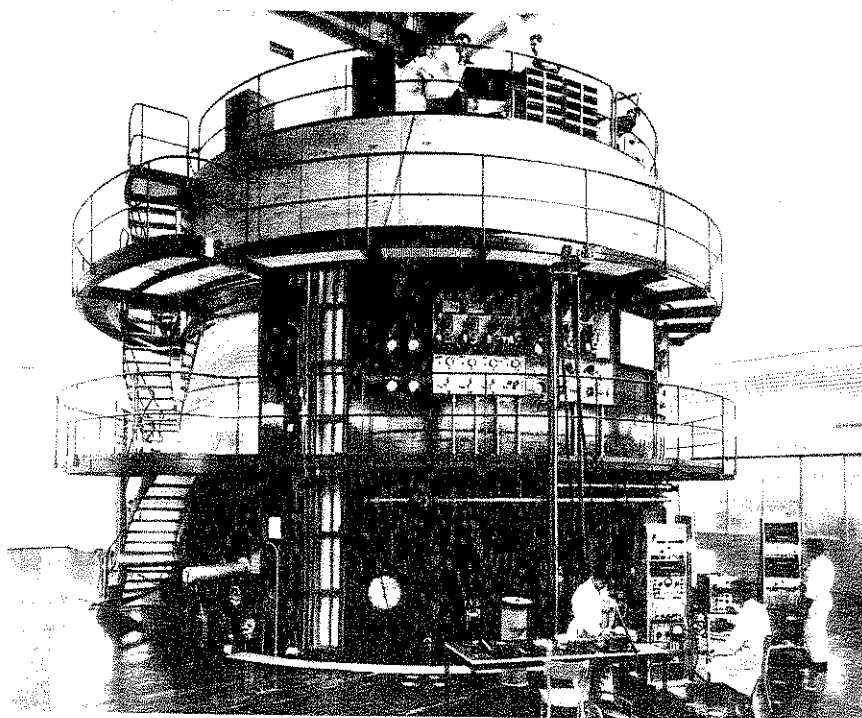
sistait en 5,6 tonnes d'uranium métallique légèrement enrichi (c'est à dire contenant 0,93 o/o d'uranium 235 au lieu de 0,72 o/o comme dans l'uranium naturel).

La centrale de Lucens ne devait être qu'une étape intermédiaire entre Diorit et des centrales plus puissantes, de l'ordre de 300 MWth, que l'on espérait construire un jour en série. Pour être compétitifs avec les réacteurs PWR et BWR américains, les réacteurs suisses devaient être des réacteurs à eau lourde de deuxième génération, c'est à dire capable de produire beaucoup de plutonium, voire de surrégénérer de l'uranium 233 à partir du thorium. La conception globale de ces réacteurs "Made in Switzerland" correspondait donc parfaitement à l'optique que Boveri et Scherrer, d'entente avec la SKA et l'EMG de l'armée, avaient au début des années 50 déjà pour nos centrales :

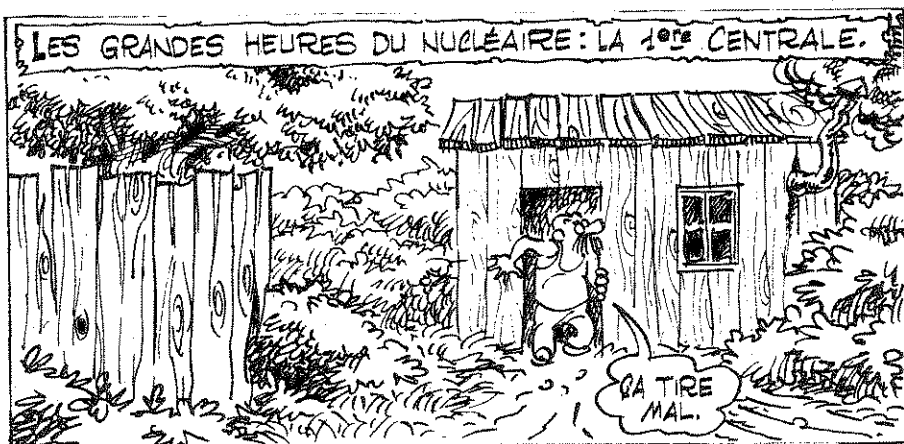
Les réacteurs suisses : Diorit et Lucens

Le 26 août 1960, Diorit devint critique pour la première fois : le premier réacteur suisse fonctionnait. Il fut dès lors mis à la disposition des expériences de physique, de chimie et de métallurgie devant permettre la mise au point d'une filière suisse de réacteurs à eau lourde. Diorit fonctionnera jusqu'en juillet 1977, date à laquelle il sera définitivement arrêté.

Encouragé par le succès de Diorit, Sulzer qui espérait toujours commercialiser ce type de réacteurs, prend en juillet 1961 l'initiative et forme, par la fusion de Thematom AG et de ENUSA, la "Société Nationale pour l'Encouragement de la Technique Atomique Industrielle" (SNA). Sulzatom AG, qui pensait alors surtout à acheter un réacteur américain et à vendre de l'électricité, décida finalement de se joindre à la SNA. Le projet, qui allait être réalisé à Lucens, consistait en la construction d'une centrale nucléaire expérimentale de 30 MWth, capable de produire 8,5 MWe de puissance électrique. Le réacteur de Lucens devait être modéré à l'eau lourde et refroidi au gas carbonique (GCHWR), son combustible con-



26 août 1960, le premier réacteur suisse fonctionne ! Diorit devient critique pour la 1ère fois... Il sera mis définitivement hors de service en juillet 71.



1) Utilisation d'eau lourde comme modérateur et de combustibles naturels (uranium, thorium) facile à obtenir.

L'utilisation de l'eau lourde est en effet favorable du point de vue de l'économie des neutrons. Cette caractéristique permet d'utiliser de l'uranium naturel comme combustible et de convertir près de deux fois plus d'uranium 238 (non fissile) en plutonium (fissile et explosif) que dans les réacteurs PWR et BWR à eau légère. Ce pouvoir de conversion est d'ailleurs tel que l'on peut en principe envisager la surrégénération de l'uranium 233 à partir du thorium, c'est à dire produire plus d'U-233 (fissile et explosif) qu'on ne brûle d'U-235.

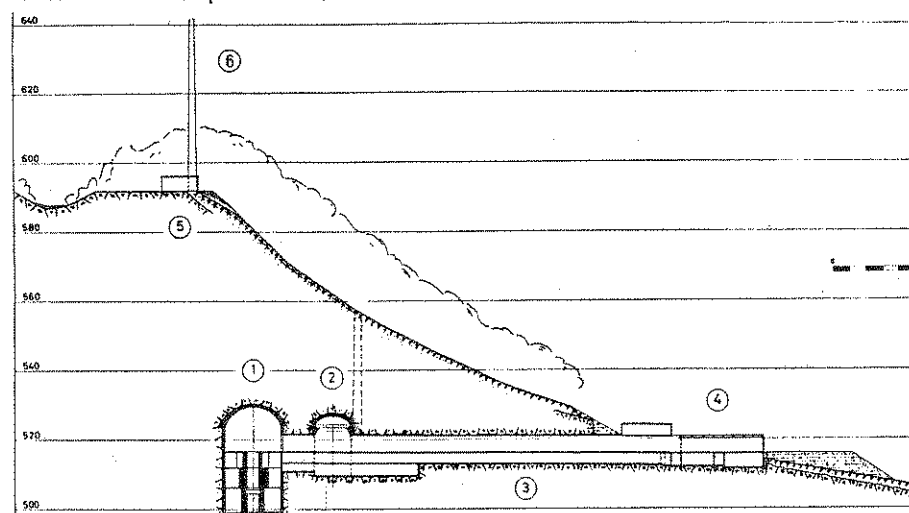
2) Construction en caverne.

La construction souterraine des centrales nucléaires présente, si le rocher est bien choisi, l'intérêt évident d'un confinement maximum de la radioactivité en cas d'accident grave. Cet avantage était d'ailleurs un des arguments en faveur d'une responsabilité civile limitée, telle que prévue dans la loi atomique de 1959, et il en fut tenu compte dans les débats de l'assemblée fédérale à ce sujet. Cependant, si on compare ce type de confinement avec celui des centrales en surface, on peut s'en tenir à l'avis de Claude Zangger, directeur adjoint de l'Office fédéral de l'économie énergétique : *"La caverne n'a d'avantage qu'en cas de guerre, si l'on veut maintenir la centrale en service à tout prix"*.

La centrale de Lucens devait donc permettre de tester ces concepts en réalisant un réacteur pouvant utiliser simultanément plusieurs combinaisons de combustibles et dont la construction serait souterraine afin d'étudier les problèmes posés par ce type de confinement au génie civil et à l'évacuation de la chaleur. L'utilisation de

l'eau lourde et de l'uranium naturel présente toutefois l'inconvénient de conduire à la réalisation de réacteurs relativement volumineux et lourds. (C'est d'ailleurs pour cette raison, entre autres, que les américains ont été conduits à utiliser de l'uranium enrichi pour la propulsion des sous-marins atomiques.) Dans le cas de Lucens, afin de limiter la taille, et donc le coût du réacteur, il fut décidé d'utiliser de l'uranium légèrement enrichi. Cette enrichment donnait aussi une certaine marge de manoeuvre au réacteur, permettant d'introduire facilement d'autres types de combustibles et des expériences dans le coeur.

Le coût de la centrale était estimé à 70 millions de francs et la confédération offrait la couverture financière de 50 o/o jusqu'à concurrence de 50 millions de francs. La construction commença en 1962 et l'on pensait mettre la centrale en service en 1965. Cependant, les difficultés ne tardèrent pas à apparaître. En 1964, la confédération dut ainsi renflouer le projet par un subside de 12 millions; en 1966 par 19 millions. Finalement, le 8 mai 1967, Sulzer annonce l'abandon de sa participation à la SNA. Seul l'appui massif de la confédération permit à la construction de se poursuivre.



Coupe de la centrale nucléaire de Lucens. A l'abri des bombes, les centrales nucléaires souterraines permettent le coulage du plutonium même en temps de guerre.

Le mouvement contre l'armement atomique et le traité de non prolifération

Vers la fin des années 50, et au début des années 60, le monde sortit lentement de la guerre froide. Cette détente Est-Ouest fut rendue possible entre autres par la "destruction mutuelle assurée", garantie par le déploiement massif des bombardiers stratégiques et des engins balistiques inter-continentaux à têtes nucléaires, des deux côtés du rideau de fer. Durant cette même période, alors qu'au paravant la crainte de la bombe était pour beaucoup essentiellement théorique, et que les idées étaient souvent faussées par l'abondante propagande de la guerre froide, une large fraction de la population commença à réaliser qu'elle était devenue l'otage de cet équilibre de la terreur.

L'événement qui allait provoquer cette prise de conscience fut l'essai le 1er mars 1954 à Bikini d'une bombe à hydrogène de 14 Megatonnes. Un petit bateau de pêcheurs japonais qui se trouvait à environ 150 km du centre de l'explosion fut couvert de cendres radioactives et ses 23 occupants gravement contaminés (1). Neuf ans après le bombardement de Hiroshima, la publicité donnée à cet événement contribua à donner, peut-être pour la première fois, au grand public une idée exacte de l'immense potentiel de destruction de la bombe à hydrogène, et à créer une angoisse sans cesse croissante vis-à-vis des dangers dus aux explosions expérimentales.

En Suisse, la question de l'armement atomique de notre armée, sur laquelle le Conseil fédéral lui-même a toujours été des plus vagues, va provoquer le lancement de deux initiatives populaires (2). Le 29 avril 1959 le "Mouvement suisse contre l'armement atomique" déposa une initiative demandant l'interdiction de la fabrica-

tion, de l'importation, du transit, de l'entrepôt et de l'emploi des armes atomiques sur tout le territoire de la Confédération.

Soutenue par les milieux pacifistes, les socialistes romands et les communistes, cette initiative va susciter des réactions vives de la part des partisans d'une défense nationale la plus efficace possible. Elle va aussi obliger le parti socialiste, divisé, à réagir pour ne pas décevoir une partie de ses militants. C'est, trois mois plus tard, le dépôt de sa propre initiative demandant le référendum obligatoire en matière d'armement atomique.

Répondant à une tentative de compromis de la commission du Conseil national (tentative qui finalement échouera) d'étudier la possibilité de prévoir le référendum facultatif pour la décision de principe de doter l'armée de moyens nucléaires, le Conseil fédéral répondit : *"Notre armée sera-t-elle un jour équipée en armes atomiques ? C'est avant tout une question de politique et de techniques militaires. On ne saurait soumettre une décision aussi sérieuse à l'atmosphère passagère d'une décision populaire."*

Soumises au vote populaire les 1er avril 1962 et 26 mai 1963, les deux initiatives seront rejetées par le peuple et les cantons dans une proportion de pratiquement 2 contre 1.

Quelques mois plus tard, le 5 août 1963, entra en vigueur le "Traité interdisant les essais d'armes nucléaires dans l'atmosphère, dans l'espace extra-terrestre et sous l'eau". Près de cent pays, dont la Suisse, avaient déjà ratifié ce traité et il venait bien à-propos en Suisse pour calmer quelque peu les esprits. Il est toutefois bon de remarquer, que l'adhésion (pour des pays non nucléaires) à ce traité est purement gratuite car il n'entraîne aucune mesure pouvant empêcher la réalisation des armes nucléaires. Par ailleurs, pour les pays du club atomique, l'expérimentation souterraine des nouvelles armes nucléaires est même un avantage : elle empêche les autres pays de suivre leurs progrès en analysant les retombées radioactives...

Cinq ans plus tard, le 1er juillet 1968, le Traité sur la non-prolifération (TNP) fut voté par l'Assemblée générale des Nations-Unies et ouvert à la signature par tous les Etats. Le 5 mars 1970 ce Traité entra en vigueur à la suite de sa ratification par plus de 40 Etats.

Suivant le mouvement, la Suisse signa ce Traité en 1969. Néanmoins il ne put être ratifié par notre pays qu'à la suite de la conclusion et de l'approbation le 9 juin 1975, de l'accord des garanties négocié entre la Suisse et l'Agence internationale de l'énergie atomique. Au terme du TNP, ces garanties ont pour objet de s'assurer que des matières nucléaires (destinées à des fins dites pacifiques) ne soient pas dé-

tournées pour fabriquer des armes nucléaires. Alors qu'en Suisse la circulation du plutonium de qualité militaire atteignait déjà des dizaines de kilogrammes, l'accord de garanties (et donc le Traité) n'entra finalement en vigueur qu'au début de septembre 78.

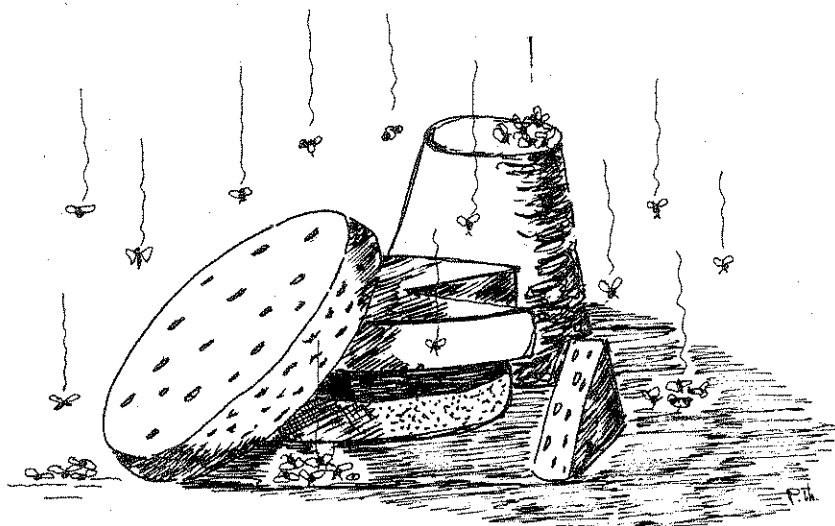
La "lune de miel" des centrales nucléaires (1964-1969)

Jusqu'à la fin des années 60, la production électrique suisse a été essentiellement basée sur la force hydraulique. Cependant, les possibilités résiduelles offertes par le "château d'eau" suisse s'amenuisant rapidement, on a alors projeté un certain nombre de centrales thermiques classiques alimentées au fuel. La population avoisinante s'opposa fermement à ces projets en raison de la pollution de l'air par les produits de combustion, et les autorités s'inquiétèrent de l'accroisse-

suisse de 1964 fut la consécration même de cet optimisme béat.

C'est ainsi qu'à la suite les uns des autres, 5 projets de centrales nucléaires furent déposés et leur autorisation de site accordée. Il s'agit de Beznau I (1964), Mühleberg (1965), Beznau II (1967), Leibstadt (1969), et Kaiseraugst (1969). En ce qui concerne l'évolution des trois premiers projets, on peut se référer à l'analyse du professeur Zanger (3):

"La période de 1964 à 1969 est ce que j'appellerai celle de la "lune de miel". Les projets de Beznau I et II, de 350 MWe chacun, furent acceptés et mis en service, le premier en 1969, le second en 1971, pratiquement sans opposition et sans retard. Situés à environ 1 km de distance de l'Institut fédéral de recherche en matières de réacteurs nucléaires, ces projets ont, sur le plan de l'information, certaine-



L'ATOME SUISSE

UNE QUALITE SUPERIEURE

ment de la dépendance du pays pour son approvisionnement en combustibles fossiles. De tous ces projets de centrales, seule celle de Chavillon-sur-Collombey d'une puissance de 280 MWE vit le jour.

Vers 1963-64, la politique générale et l'atmosphère publique tournaient en faveur des centrales nucléaires à eau légère. Il ne fut plus question de dépendance pour l'approvisionnement en uranium enrichi, quand bien même cette question avait été au centre des préoccupations nucléaires helvétiques tout au long des 20 années précédentes. Malgré l'extension du "Club atomique" en février 1960 à la France et en octobre 1964 à la Chine (l'Angleterre ayant fait exploser sa bombe A en 1952 et sa bombe H en 1957), la détente Est-Ouest produisait ses effets et l'ambiance de la conquête de l'espace créait un climat de confiance totale en la science. L'Exposition nationale

ment bénéficié de la présence de quelques centaines de professionnels de cet Institut habitant les communes environnantes. Le troisième projet, situé à Mühleberg, de 306 MWe, mis en service en 1972, a également passé la rampe publique sans difficultés majeures, la campagne d'information menée par l'entreprise concernée ayant été bien faite; le site de Mühleberg se situe dans une région typiquement agricole, les traditionnelles bienveillance et confiance des agriculteurs à l'égard de la technique et de la science, auxquelles ils doivent beaucoup, ont joué en faveur du projet.

Beznau I et II et Mühleberg sont aujourd'hui les trois centrales nucléaires en service en Suisse; elles couvrent ensemble environ 20 o/o des besoins d'électricité, ce qui conduit le citoyen suisse à être aujourd'hui le plus grand consommateur d'énergie nucléoélectrique du monde".

L'accident de la centrale de Lucens

Le réacteur de la centrale nucléaire souterraine de Lucens fut mis en route le 14 août 1968. Il fonctionna normalement jusqu'au 24 octobre, date à laquelle il fut arrêté comme prévu pour procéder à des modifications. Lors de sa remise en route, le 21 janvier 1969, un accident majeur se produisit. Au moins un des éléments de combustible fut fondu. En raison de la rupture du circuit primaire, pratiquement la totalité du refroidisseur fut répandue dans la caverne. La cuve contenant le modérateur fut également endommagée de telle sorte que la plupart de l'eau lourde fut perdue par évaporation. En un mot, le réacteur fut détruit et en raison de la radioactivité il fallut attendre de nombreux mois avant de pouvoir commencer à examiner les causes exactes de l'accident.

Si en 1969 cet accident n'eut pas le retentissement dans le public qu'aura dix ans plus tard l'accident de Harrisburg, il eut, par contre, un impact considérable dans les milieux professionnels. C'est ainsi que dans un éditorial intitulé: "Faites donc attention", de la revue spécialisée Nuclear Engineering International de mars 1969, on pouvait lire: "L'accident de Lucens reporté récemment fut heureusement contenu dans la caverne souterraine dans laquelle le réacteur avait été construit. Pour cette raison, les dangers d'un renversement de l'opinion publique ont été évités de justesse, toutefois, dans l'intérêt de l'industrie nucléaire mondiale, il est néanmoins important qu'un rapport franc et complet sur le sujet soit publié". Comme chacun le sait, 10 ans après, le rapport complet n'est toujours pas publié!

Pour les partisans d'une industrie nucléaire suisse indépendante, basée sur une ligne de réacteurs adaptés à nos besoins civils et militaires, cet accident fut une catastrophe et un coup d'arrêt. Cette centrale prototype de 30 MWth, construite dans une caverne souterraine, répondait en effet parfaitement aux premières ambitions de nos industriels, voire de nos militaires. En effet, à titre de comparaison, avec le plutonium produit dans un réacteur de recherche à eau lourde de puissance comparable (40 MWth), l'Inde fit exploser le 18 mai 1974 sa première bombe atomique...

La prise de conscience écologique et l'expansion forcenée du nucléaire (1969 - 1974)

Les initiatives contre l'armement atomique de la fin des années 50 trouvent leur source dans la prise de conscience, survenue juste après la guerre, du danger nucléaire par de nombreux savants qui, tels Einstein et Oppenheimer avaient travaillé indirectement ou directement à la bombe atomique. Par

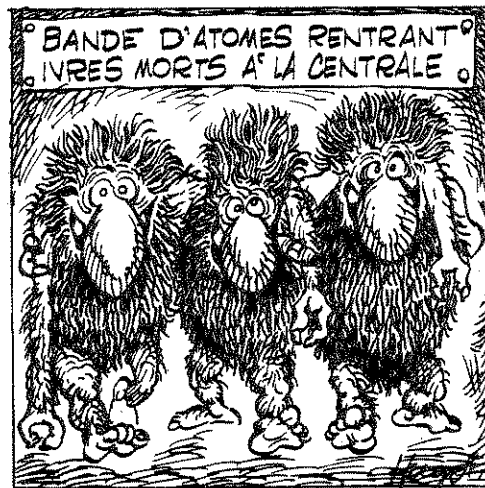


contre, la contestation des applications civiles de l'énergie nucléaire prend racine dans la prise de conscience écologique de la fin des années 60, elle-même issue des mouvements de protestation contre la guerre du Viet-Nam et de la remise en cause de la société de consommation. Ce n'est que tardivement, emportés dans la mêlée, que les scientifiques commencèrent à faire leur autocritique et se joignirent au mouvement.

Depuis les années 60, la science nucléaire, entraînée par l'escalade technologique, se développa considérablement en Suisse comme ailleurs. A Würenlingen, la puissance de Saphir fut portée de 1 MWth à 5 MWth en utilisant à partir de 1971 de l'uranium enrichi à 93 o/o comme combustible. Transformé une deuxième fois en 1976, la puissance maximum de Saphir est maintenant de 10 MWth. Diorit, à la suite d'un accident dans lequel son circuit primaire fut contaminé par des produits de fission, et qui nécessita la reconstruction totale du réacteur et le remplacement de la cuve, vit son combustible d'uranium naturel remplacé par de l'oxyde d'uranium enrichi à 2,2 o/o en 1973. Bien que son flux de neutrons se trouva ainsi plus que doublé, Diorit fut définitivement arrêté en 1977, après utilisation du combustible, pour des raisons de sécurité: il était le réacteur le plus polluant de Suisse. En 1972, un troisième réacteur fut mis en route à l'EIR. Il s'agit de Proteus, un réacteur mixte thermique/rapide, dans le coeur duquel une zone centrale au plutonium reproduit les caractéristiques neutroniques d'un réacteur rapide. Ce réacteur de puissance nulle, c'est-à-dire ne produisant aucune chaleur utile, sert principalement à l'étude de la physique des surrégénérateurs à gaz, dont il constitue en fait le premier prototype en Suisse...

En 1974, de l'autre côté de l'Aar, en face de l'EIR, un nouveau laboratoire devenait opérationnel par la mise en fonctionnement d'un cyclotron: le SIN ou Laboratoire suisse de recherche nucléaire. Si le cyclotron de ce laboratoire est de taille relativement modeste par rapport aux machines du CERN à Genève, il se trouve qu'en raison de l'intensité de son faisceau, cette machine est tout de même la plus puissante d'Europe dans sa gamme d'énergie. Avec la proximité du SIN et de l'EIR, la Suisse possède donc maintenant un véritable complexe de recherche nucléaire, semblable aux laboratoires étrangers qui associent généralement réacteurs nucléaires et accélérateurs de particules.

La fusion, dont les promesses tant civiles que militaires dépassent et de loin les miracles de la fission, ne pouvaient laisser la Suisse indifférente. En 1961, un Centre de recherche en physique des plasmas fut ouvert à Lausanne pour s'occuper de ces problèmes. Créé sous l'égide du Fonds national suisse de la recherche scientifique, il fut jusqu'en 1973 le seul laboratoire



dé recherche suisse indépendant de toute université. En effet, à la suite des événements de 1968, certains jeunes chercheurs demandant l'institutionnalisation de leur carrière et la libéralisation des structures universitaires, la Confédération répondit par la concentration des moyens, et, entre autre, par le rattachement du CRPP à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne.

Pendant ce temps, l'industrie et les premiers contestataires ne chômaient pas. Vers 1969 l'opposition au nucléaire en Suisse était encore le fait de groupes isolés de citoyens critiques agissant surtout au niveau local. Cependant, au cours des années, les projets de Kaiseraugst, Leibstadt, ainsi que les suivants, Gösgen (1972), Graben (1972) et Verbois (1974), furent contestés avec une intensité croissante. Celui de Kaiseraugst (proche de Bâle) et celui de Verbois (proche de Genève) furent soumis à la plus forte opposition. Finalement, en 1975, un événement grave se produisit, projetant la controverse nucléaire au niveau national.

nombreuses protestations et manifestations, le Conseil fédéral contraignit Motor Columbus à suspendre ses travaux.

Par la suite, l'action des comités d'opposition aboutit rapidement au dépôt d'initiatives cantonales, et sur le plan national, le 20 mai 1976, au dépôt de "l'Initiative pour le contrôle démocratique du nucléaire". Cette initiative proposait de donner aux populations avoisinantes d'un projet d'installation nucléaire un véritable droit de veto. La campagne tant en faveur que contre cette initiative fut l'une des plus animées de l'histoire suisse contemporaine, et, jusqu'à la dernière heure, les groupes de pression et le gouvernement usèrent de tous les moyens de propagande en leur possession pour influencer la décision populaire. Au scrutin de 18 février 1979, l'initiative échoua par moins de 1,2 o/o des voix.

A la suite des incidents de Kaiseraugst, les autorités fédérales chargèrent en automne 1975 une Commission d'experts juridiques d'élaborer une révision de la loi atomique de 1959. En

nombre croissant de personnalités et de spécialistes se joignirent aux anti-nucléaires pour démontrer que l'argument orthodoxe en faveur de l'énergie nucléaire, selon lequel celle-ci pourrait se substituer au pétrole, était fallacieux. C'est ainsi qu'à la suite de son important colloque, le "Groupe de Belle-rive" fit, le 31 mai 1979, la déclaration suivante:

Alors que les efforts gouvernementaux en faveur d'une énergie nucléaire se poursuivent, l'opinion devient de plus en plus consciente de ce que la critique de "l'argumentation orthodoxe" n'est plus la prérogative d'écologistes excentriques pour lesquels la baisse du niveau de vie serait le but déterminant. Bien au contraire, l'argumentation anti-nucléaire est aujourd'hui soutenue par un nombre croissant de savants et d'économistes hautement qualifiés; elle est issue de recherches plus poussées et fait preuve de plus d'objectivité que celle en faveur de l'énergie nucléaire. Si, dans ces conditions, les gouvernements maintiennent leurs vastes programmes électro-nucléaires en s'appuyant sur des arguments qui ont cessé de convaincre, il se pourrait que même le citoyen non engagé commence à croire ceux qui, pour des raisons qui leur sont propres, veulent renverser l'ordre démocratique, et qui, à cette fin, lui répètent constamment que la nation est gouvernée non pas pour son bien, mais par et pour le bien d'un "complexe militaro-industriel", lequel cherche uniquement à se renforcer et à s'assurer davantage de puissance".

André Gsponer



La contestation et la tentative de contrôle démocratique du nucléaire (1975 - 1979)

Le 24 mars 1975, la société Motor Columbus, qui n'avait pas encore reçu l'autorisation de construire, entreprit les premiers travaux de fondation pour la centrale de Kaiseraugst. Il en résulta l'occupation pacifique du chantier, du 1er avril au 14 juin, par des militants anti-nucléaires. A la suite de

guise de contre-projet à l'initiative pour le contrôle démocratique du nucléaire, une révision partielle fut alors arrêtée et un référendum lancé par les mouvements antinucléaires contraignit le parlement à soumettre celle-ci au peuple. Le 20 mai 1979, malgré l'opposition ferme des anti-nucléaires et d'une partie de la gauche, la majorité populaire se prononça très nettement en faveur de cette révision.

Durant ces deux campagnes, un

Références pour la deuxième partie:

- (1) Un article sur les effets cliniques immédiats et tardifs des bombes à uranium et à hydrogène, datant de 1954 mais toujours d'actualité, vient d'être réédité dans la revue "Médecine et Hygiène", no 1331, p. 1608-1614, Genève, mai 1979.
- (2) Au sujet des initiatives populaires en Suisse, voir l'ouvrage de J.-D. Delley aux éditions l'Age d'Homme, Lausanne, 1978.
- (3) Bulletin de l'AIEA, volume 20, no 3, Vienne, juin 1978.

Dans notre prochain numéro:

3ème partie: LA PROLIFÉRATION LATENTE.

LA SUISSE ET LA BOMBE (3ème partie)

la prolifération latente

Après avoir évoqué l'aspect proprement historique du problème (RP nos 20 et 21), cette troisième partie dévoile des faits moins connus mais fondamentaux pour comprendre la situation de la Suisse face au nucléaire.

Les principes physiques et les détails techniques de la bombe atomique sont connus des savants du monde entier depuis plus de 20 à 30 ans. Pour cette raison, alors que l'on assiste à un développement considérable du nucléaire "civil", on peut se demander pourquoi seulement 6 pays ont démontré à ce jour leur capacité de faire exploser de telles bombes? La réponse à cette question est que pour tous les pays concernés, la décision de démontrer ouvertement leur capacité destructive nucléaire en explosant une bombe est de nature essentiellement politique. C'est ainsi que si la Chine a fait son entrée dans le "Club atomique" en 1964, et que de nombreux autres pays auraient pu techniquement parlant en faire autant dans les années qui suivirent, il fallut attendre 1974 pour que l'Inde procède à son unique explosion nucléaire. C'est aussi pourquoi il faudrait actuellement adjoindre dans les faits aux 6 membres consacrés du "Club atomique", au moins 12 autres pays qui pourraient aujourd'hui sans grandes difficultés assembler une ou plusieurs bombes atomiques et les faire exploser sur une cible à leur portés.

Ces pays, dont la Suisse fait sans nul doute partie, se trouvent donc être dans un état de prolifération latente. Cette situation pourrait, à l'occasion d'un changement politique ou d'une escalade militaire, élever ces pays au rang de pions additionnels, avec tous les risques que cela implique, sur l'échiquier de la terreur nucléaire; ou bien, à l'occasion d'une invasion ennemie, leur coûter une attaque conventionnelle ou atomique particulièrement dure et massive accompagnée par la destruction des centrales, laboratoires et autres installations nucléaires.

Franc discours sur la prolifération nucléaire.

Dans l'éditorial de janvier 1979 du "Bulletin des savants atomistes" (mensuel américain fondé au lendemain de la guerre avec le parrainage et la contribution de physiciens tels que A. Einstein), B.T. Feld, grand spécialiste de la question, fit remarquer qu'il était maintenant grand temps de parler franchement et en termes clairs de l'état réel de la prolifération nucléaire dans le monde (1). En effet,

"- A ce jour, en plus des 6 pays qui ont déjà démontré publiquement leur capacité de fabriquer des armes nucléaires, au moins 12 autres pays possèdent tous les moyens techniques nécessaires à la production indépendante de la bombe atomique. Ces moyens comprennent la possession de suffisamment de matière fissile de qualité militaire (plutonium ou uranium-235

mes nucléaires pacifiques qui, en toute vraisemblance, leur procureront la même capacité de production d'armes nucléaires bien avant la fin de ce siècle. Pour ces pays, il n'y a que 4 barrières dressées sur le chemin qui les conduit à la possession d'une arme nucléaire utilisables:

- 1) Le développement et l'expérimentation des explosifs chimiques requis pour la détonation d'une masse critique de plutonium ou d'uranium, c'est-à-dire la technique des charges moulées et des lentilles à implosion combinée avec l'électronique d'allumage appropriée, ainsi que les technologies métallurgiques nécessaires;
- 2) La quantité requise de plutonium ou d'uranium enrichi;
- 3) un vecteur (fusée, avion, canon, automobile,...) capable de transporter la bombe à son lieu de destination prévu;
- 4) la décision politique de franchir les 3 premières étapes.

Beaucoup, si ce n'est la plupart, des quelques 30 pays qui en sont capables, ont sans aucun doute franchi la première barrière. Il est certain que tout établissement militaire prudent - et il semble qu'il n'en existe aucun qui ne se considère lui-même comme pas assez prudent dans ce sens - estime être de son devoir de développer les techniques nécessaires à la production d'armes nucléaires. Il est de surcroît important de noter que de telles préparations techniques peuvent être faites sans violer ni la lettre ni l'esprit d'aucun arrangement international existant. Et que ces tests peuvent être exécutés à une échelle si modeste, qu'ils n'ont même pas à être portés à l'attention des autorités politiques".

En ce qui concerne la Suisse qui, nous l'avons vu dans les articles précédents, a développé au long des 30 dernières années une large expérience dans tous les aspects de la science atomique, l'examen de sa situation stratégique nucléaire demande donc que l'on réponde aux questions suivantes:

1. Qu'est-ce qu'une bombe atomique? Comment construire une bombe atomique?
2. Où trouver le plutonium ou l'uranium nécessaire?
3. Comment délivrer la bombe atomique sur sa cible?

Ayant répondu à ces questions, nous pourrions passer en revue quelques déclarations de nos autorités politiques et militaires au sujet de la bombe atomique.



hautement enrichi) pour la fabrication, par chacun de ces pays, d'une ou de plusieurs bombes de type Hiroshima ou Nagasaki.

- Quelques 15 à 20 autres pays poursuivent actuellement des program-

Qu'est-ce qu'une bombe atomique?

La physique des bombes atomiques, tout comme celle des réacteurs nucléaires, est basée sur le concept de réaction en chaîne. Ce concept était déjà connu en 1935 de Szilard aux Etats-Unis et de Joliot en France; c'est -à-dire bien avant la découverte de la fission de l'uranium sous l'effet de neutrons lents et de l'accompagnement de cette fission par l'émission de neutrons secondaires, le 3 mars 1939 par Joliot lui-même. La fission du plutonium 239 et sa capacité d'entretenir une réaction en chaîne par émission de neutrons secondaires fut découverte deux ans plus tard aux USA, le 28 mars 1941. En ce qui concerne ce plutonium, il est bon de rappeler que la première pile atomique n'était pas encore en fonctionnement à l'époque de cette découverte. Le plutonium était alors entièrement produit à l'aide d'un **accélérateur de particules** destiné à la recherche, mobilisé à cette occasion pour les besoins de la défense nationale...

Le principe de la bombe A découle simplement du concept de réaction en chaîne associé à la notion de masse critique. Lorsqu'un noyau fissile (uranium-235 ou plutonium-239) absorbe un neutron lent, il devient instable, se casse en deux fragments et émet deux ou trois neutrons secondaires: c'est le phénomène de la fission. Se ces neutrons secondaires, une fois ralentis, ont la possibilité de fissionner à leur tour autant d'autres noyaux, il y aura une réaction en chaîne. Il suffit dès lors, pour que cette réaction soit explosive, de rassembler une quantité suffisante de matière fissile sous la forme d'une sphère, pour que, lorsque la réaction démarre, un maximum de neutrons secondaires aient une chance de rencontrer un autre noyau fissile avant de se perdre. La quantité minimum de matière fissile permettant de réaliser l'explosion est appelée la **masse critique**. Cette masse critique peut être légère-

ment réduite par le choix judicieux d'un réflecteur de neutrons placé autour de la sphère de matière fissile (voir encadré).

En fait, si le principe tel qu'il est expliqué ci-dessus est assez simple en lui-même, la réalisation concrète d'une bombe atomique reste relativement compliquée. En effet,

1. Pour éviter que la bombe explose toute seule, la masse critique ne doit être rassemblée qu'au moment précis choisi pour l'explosion;
2. le démarrage de la réaction en chaîne doit être synchronisé avec l'assemblage de cette masse critique; et
3. l'explosion elle-même ne dure qu'une fraction de millionième de seconde au plus. Il faut donc construire la bombe de telle sorte qu'un maximum d'explosif nucléaire soit fissionné

mirer à Oak Ridge, Livermore, Los Alamos ou ailleurs des maquettes, voire même des répliques, d'authentiques bombes atomiques. Notre but n'est pas de nous étendre plus que nécessaire sur des considérations techniques, mais il nous paraît indispensable d'examiner en détail au moins un croquis de bombe que nous reproduisons d'un livre publié il y a quelques années aux Indes (2).

La bombe à uranium.

Examinons donc le fonctionnement d'une bombe atomique utilisant le principe du canon. En temps normal la masse critique d'uranium-235 est répartie en deux masses sous-critiques maintenues à distance. L'une est cylindrique (U-235 cylinder) et l'autre sphérique (U-235 sphere) avec un logement cylindrique au centre parfaite-

Masses critiques d'uranium et de plutonium

Enrichissement en % d'U-235	Masse critique d'uranium (kg)	Pourcentage de Pu-239	Masse critique de plutonium (kg)
100	15	100	4,4
80	21	90	5,0
60	37	80	5,6
40	75	70	6,7
20	250	60	7,8
10	1.300	50	9,6

Conditions : sphère d'uranium métal entourée d'un réflecteur en uranium naturel de 15 cm.

Conditions : sphère de plutonium métal (phase α) entourée d'un réflecteur en uranium naturel de 15 cm.

avant que l'ensemble ne commence à être dispersé par l'explosion elle-même.

Pour réaliser ces conditions techniques, deux méthodes générales ont été mises au point. La première, dite "méthode du canon", est utilisée préférentiellement avec l'uranium-235 et a été expérimentée pour la première fois au-dessus de Hiroshima. Cette méthode semble être la plus simple et la plus sûre pour fabriquer une bombe atomique, cependant elle nécessite la possession de suffisamment d'uranium-235 pur. La seconde, dite "méthode de l'implosion", est utilisée de préférence pour les bombes au plutonium et a été utilisée pour la première fois au-dessus de Nagasaki. (Pour une explication schématisée de ces deux méthodes, voir l'encadré correspondant).

Comment construire une bombe atomique.

Si on a les moyens et la volonté de construire une bombe atomique, il suffit de se référer à la littérature scientifique et technique spécialisée pour y trouver tous les détails nécessaires. Ceux qui auraient l'occasion de visiter les USA, et qui auraient le temps de flâner dans les musées, pourraient ad-

ment adapté à la première pièce. La surface extérieure du cylindre, ainsi que la surface interne correspondante de la sphère, sont recouvertes de manière complémentaire par une substance contenant du beryllium (beryllium mixture) sur une moitié, et d'une substance contenant du polonium-210 (complementary mixture) sur l'autre moitié. L'explosion de la bombe se déroule de la manière suivante:

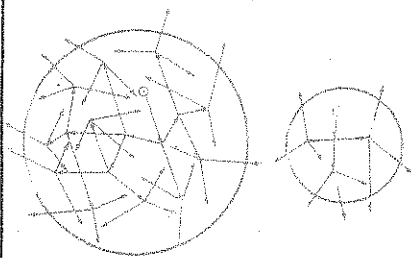
1. On allume l'explosif chimique (chemical explosive) qui se trouve dans la chambre d'explosion (explosion chamber) reliée par une tuyère à l'enceinte de compression (charge chamber) contenant la charge nucléaire en son centre.

2. Sous la pression des gaz sortant de la chambre d'explosion, le collier (low pressure stay) qui retient le cylindre d'uranium-235 bouchant la tuyère cède. Le cylindre est projeté à grande vitesse à l'intérieur de logement prévu à cet effet au centre de la sphère d'uranium-235.

3. Lorsque le cylindre d'uranium-235 atteint le fond de son logement, il y reste fortement appliqué par la pression des gaz qui commencent à remplir la chambre de compression dont l'accès vient d'être libéré.

4. En remplissant l'espace libre (annular space) de la chambre de com-

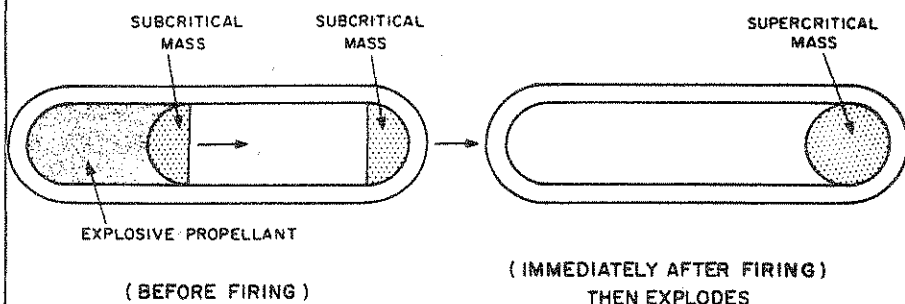
Réaction en chaîne et masse critique.



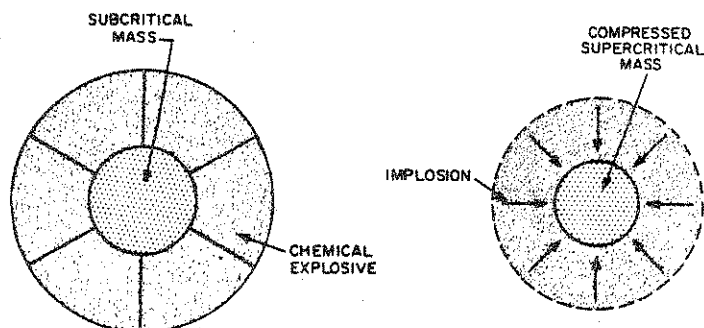
Lorsque la quantité de matière fissile, ou sa densité, est trop petite, la réaction en chaîne ne peut pas se propager. La masse critique est la quantité de matière minimum qui, à densité ordinaire, permet à la réaction nucléaire explosive de se produire.

Méthodes d'assemblage d'une bombe atomique.

Une explosion nucléaire est provoquée par l'assemblage durant un instant très bref, par le moyen d'un explosif chimique, d'une masse super-critique d'explosif nucléaire.



Méthode du canon: La matière fissile est répartie en deux parties sous-critiques dont l'assemblage réalise une masse super-critique.



Méthode de l'implosion: Une masse sous-critique à pression ordinaire devient super-critique par l'augmentation de la densité provoquée par une forte suppression.

pression, les gaz de l'explosion chimique exercent une forte pression sur l'uranium-235 qui maintenant se trouve rassemblé sous la forme d'une sphère dont le cylindre interne est fortement maintenu à sa place. Cette pression s'exerce par l'intermédiaire d'un tampon (tamper) qui joue aussi le rôle d'un réflecteur de neutrons augmentant la criticité de l'ensemble.

5. Sous l'effet de la pression et de l'onde de choc engendrée par l'application brutale du tampon, la sphère d'uranium-235 devient super-critique. En son centre, les substances supplémentaires contenant le beryllium et le polonium-210 se mélangent intimement et émettent une énorme bouffée de neutrons qui déclenche la réaction nucléaire en chaîne et fait exploser la bombe atomique.

Si les quatre premiers actes de ce scénario se déroulent dans l'intervalle d'au plus quelques millisecondes, le 5e ne dure par contre qu'une fraction de microseconde.

On remarquera que le fond de l'évidement de la sphère d'uranium-235 ainsi que la face correspondante du cylindre sont recouvertes d'une couche d'uranium-238 non fissile (U-238 coating) qui évite un démarrage prématuré de la réaction en chaîne au moment de l'assemblage. Ce problème d'amorçage prématuré de la réaction

est en fait le plus délicat à résoudre pour le bon fonctionnement d'une bombe atomique. Pour une bombe utilisant de l'uranium-235, ce problème se résout par quelques précautions telles que celles comprises dans le modèle décrit ci-dessus. Mais, dans le cas où au lieu d'uranium on utilise du plutonium la possibilité d'un déclenchement prématuré de la réaction en chaîne - qui aboutirait à une explosion incomplète, voire incontrôlée, de la bombe - est comme nous le verrons beaucoup plus grande.

La réalisation d'une bombe atomique du genre d'Hiroshima, selon le principe "garanti" que nous venons d'exposer, est donc relativement simple et à la portée de tout pays, si petit soit-il, qui disposerait de suffisamment d'uranium-235, de polonium-210, de beryllium et de volonté. En raison des progrès techniques réalisés ces dernières années dans les processus d'enrichissement de l'uranium, après avoir été pendant longtemps inaccessible aux pays du Tiers-Monde, ce type de bombe redevient tout d'un coup à la mode et l'affaire de la construction d'une usine d'enrichissement au Pakistan - à laquelle la Suisse a été mêlée - n'en est qu'un des exemples.

La bombe au plutonium.

En ce qui concerne les bombes au

plutonium, la principale difficulté, à laquelle les américains eux-mêmes se sont heurtés immédiatement pendant la deuxième guerre mondiale, provient de ce que le plutonium-239 produit dans les piles atomiques se trouve toujours mélangé à d'autres isotopes dont du plutonium-240. Ce plutonium-240 a une probabilité de fission spontanée telle que la réalisation d'une bombe au plutonium suivant le principe du canon est impossible: elle exploserait avant que l'assemblage ne soit achevé. Pour cette raison, on fabrique toujours les bombes au plutonium suivant le principe de l'implosion et en utilisant du plutonium-239 aussi pur que possible, si on en a le choix.

Dans l'article suivant, consacré à la bombe à hydrogène, nous examinerons en détail le fonctionnement d'une bombe à implosion. Pour cette raison, nous nous contenterons de mentionner que, ayant pris les précautions nécessitées par la toxicité et par la radioactivité infiniment plus grande du plutonium que de l'uranium, les problèmes mécaniques posés par la relative complexité d'une bombe à l'uranium, se trouvent remplacés par ceux de la mise au point des lentilles à implosion et de leur allumage synchronisé.

La mise au point d'une bombe.

La description technique détaillée que nous venons de faire n'avait pas pour seul but de montrer comment est réalisée une bombe atomique, mais surtout de montrer que sa construction est **beaucoup moins un problème de physique nucléaire qu'un problème de métallurgie et d'utilisation judicieuse d'explosifs chimiques**. Une fois le genre et la pureté de l'explosif nucléaire définis, l'ensemble du problème se trouve réduit à de la technologie classique. Pour cette raison, il est possible à n'importe quel pays du monde de faire en toute quiétude les recherches et développements nécessaires pour fabriquer une bombe, sans pour autant posséder de l'uranium ou du plutonium. De plus, tous les tests essentiels de mise au point de la bombe se font en fait **sans matière fissile** ! En effet, pour étudier des paramètres tels que la vitesse d'assemblage, l'uniformité de la compression, l'intensité de l'onde de choc, etc..., il faut précisément remplacer les matières explosives nucléaires par des instruments de mesure... C'est ainsi que la mise au point d'une bombe peut se faire n'importe où et en toute tranquillité.

Finalement, le point qui est peut-être le plus important, et qu'il faudrait constamment garder à l'esprit, est que malheureusement **toutes les premières bombes atomiques ont marché du premier coup**. Cela vient du fait que si la partie non-atomique de la bombe est construite et testée avec soin, la nature se charge du reste.

Où trouver le plutonium ou l'uranium nécessaire.

Il nous faut maintenant, en ce qui concerne la Suisse, montrer où trouver soit du plutonium, soit de l'uranium suffisamment enrichi. Si l'on met de côté l'hypothèse que le Département Militaire y aurait déjà pourvu par d'autres moyens, il se trouve que tant par les recherches effectuées dans nos laboratoires, que par l'exploitation de nos centrales nucléaires, nous disposons actuellement de suffisamment d'explosif nucléaire à portée de main pour mettre notre pays dans une situation de prolifération latente flagrante. Ces matières nucléaires se trouvent comme il se doit sous le couvert d'accords internationaux, mais il suffirait d'une évolution sensible de la situation générale pour que ces garanties perdent leur sens. En conséquence, à la suite d'une telle évolution, ces matières nucléaires deviendraient directement accessibles aux militaires dans des délais variables qui sont fonction du point du cycle nucléaire civil d'où elles proviennent. A titre d'illustration, et suivant un ordre croissant dans le temps d'accessibilité, on mentionnera entre autre:

1. Le coeur du réacteur rapide expérimental Protheus du laboratoire de Würenlingen contient plus de 50 kg de plutonium. Ce plutonium qui ne contient qu'une proportion de 17,60/o de plutonium-240 peut être considéré comme de bonne qualité militaire. Etant donné que ce réacteur est de puissance nulle, il s'ensuit que ce plutonium n'est pas sensiblement altéré ni rendu radioactif lors de son fonctionnement. Ce plutonium constitue donc, avec un temps d'accessibilité de l'ordre de quelques heures à quelques jours, une réserve suffisante pour au moins une dizaine de bombes atomiques.

2. La quantité de plutonium contenue dans le combustible utilisé extrait des réacteurs de Beznau et de Mühlebert est d'environ 250 kg par année. Ces centrales étant en fonctionnement depuis plus de 3 ans, la fraction de plutonium-240 mélangée au plutonium-239 est de l'ordre de 30 à 40 o/o, si bien que son utilisation militaire nécessite quelques précautions. Avec la mise en route de la centrale de Gösgen, la production suisse s'élèvera à quelques 500 kg par an. Une fois déchargé du réacteur, le combustible utilisé contenant le plutonium est stocké dans des piscines à proximité même des centrales nucléaires. Il y séjourne pendant plusieurs années en attendant qu'il refroidisse et que la radioactivité diminue suffisamment pour que le retraitement (c'est-à-dire l'extraction du plutonium) soit possible. En cas de besoin, le plutonium du combustible refroidi pourrait être extrait à l'aide d'une installation de retraitement adéquate. La mise

en route accélérée d'une telle usine capable de produire quelques dizaines de kilogrammes de plutonium par mois pourrait ne pas dépasser quelques mois suivant la préparation qui y aurait été consacrée en temps de paix. Toute l'expérience pour ce genre de retraitement existe en Suisse, et plus particulièrement au laboratoire de Würenlingen où un "laboratoire chaud" existe depuis près de 20 ans.

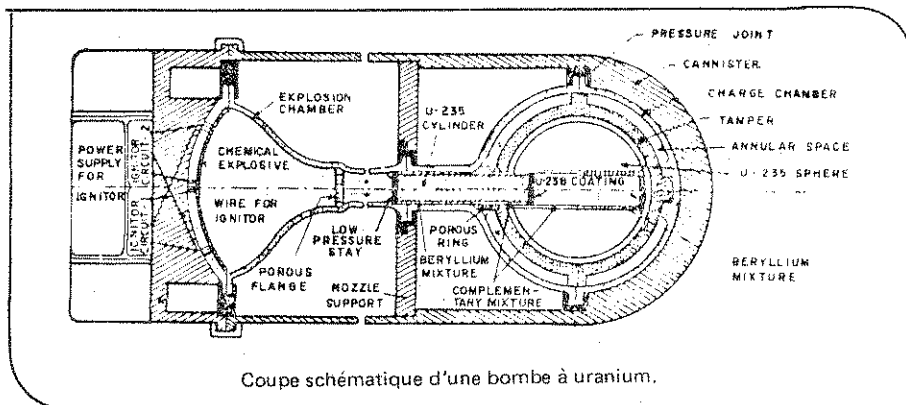
3. Le combustible brûlé dans les centrales électro-nucléaires est de l'uranium enrichi contenant environ 3 o/o d'uranium-235. Bien entendu, ce taux d'enrichissement est trop faible pour en permettre un usage militaire direct, mais les réserves de plusieurs centaines de tonnes de combustible stocké en Suisse n'en correspondent pas moins à plusieurs tonnes d'uranium-235. A ce sujet, il y a lieu de remarquer que le travail nécessaire pour obtenir par enrichissement une quantité donnée d'uranium-235 dépend fortement de la concentration initiale de cet isotope. Pour cette raison, l'utilisation au départ d'uranium déjà enrichi à environ 3 o/o est très favorable. Cet avantage est d'autant plus intéressant qu'apparaissent actuellement dans le monde de nouvelles méthodes d'enrichissement qui, si elles ne sont pas économiquement rentables, sont par contre parfaitement adaptées à la production d'uranium militaire par la relative simplicité des installations requises. La mise en oeuvre d'une telle installation,

plutonium des centrales par contre a été l'objet d'une intense controverse de la part des partisans de l'électro-nucléaire, qui prétendaient qu'il n'était pas utilisable pour fabriquer des bombes. Le problème de la contamination du plutonium-239 par le plutonium-240 trouve pourtant sa solution dans l'utilisation d'explosifs chimiques modernes permettant la réalisation de lentilles implosives comprimant la matière fissile en moins d'une microseconde. Une démonstration officielle de cette technique fut procurée par le gouvernement américain en faisant exploser le 15 septembre 1977 une bombe fabriquée avec du plutonium provenant précisément d'une centrale nucléaire civile.

Comment délivrer la bombe atomique sur sa cible.

En 1961, dans son rapport à l'Assemblée fédérale sur l'initiative populaire pour l'interdiction des armes atomiques (3), le Conseil fédéral prévoyait l'utilisation d'armes nucléaires par la Suisse dans les domaines suivants:

- Sol-air, ou air-air, pour consolider la capacité de défense aérienne du pays;
- air-sol, pour le support de la troupe et la destruction de cibles prioritaires;
- sol-sol, pour l'usage tactique avec de l'artillerie de moyenne et longue portée;
- dans des installations fixes telles que des champs de mines.



Coupe schématique d'une bombe à uranium.

capable de produire quelques dizaines de kg d'uranium-235 par mois, pourrait requérir de plusieurs mois à une année dans le cadre d'un effort de guerre. (NB: L'extraction de l'uranium 235 par séparation isotopique a cela d'intéressant que cet isotope est aussi indispensable à la fabrication de la bombe H. L'uranium-238 résiduel peut aussi être directement converti en plutonium-239 à l'aide d'un accélérateur de protons. Ceci évite le recours à une pile plutonigène qui nécessairement brûlerait de l'uranium-235 pour produire le plutonium-239).

Si la possibilité d'utiliser l'uranium-235 comme explosif a été quelque peu oubliée ces dernières années, le

En ce qui concerne le premier mode d'utilisation, la Suisse a acquis en 1964 deux bataillons de 64 missiles sol-air "Blood hound 2". Ces missiles de 8 m. de long ont une portée supérieure à 80 km et se dirigent vers leur cible à une vitesse de Mach 2. Quoique actuellement dépassés, ils sont encore opérationnels. Une nouvelle électronique de simulation a été achetée en 1976 et il n'est pas prévu de remplacer ces missiles avant 1990. En procédant à la modernisation de leur électronique de guidage et de navigation, ces fusées pourraient probablement être utilisées pour transporter une charge nucléaire. Dans ce cas, ils pourraient aussi être utilisés comme missiles sol-sol tacti-

ques.

Comme bombardier nucléaire les Mirages pourraient parfaitement faire l'affaire. Ces mêmes Mirages III sont précisément utilisés par l'armée française pour sa dissuasion nucléaire tactique.

Pour l'artillerie nucléaire, l'armée suisse vient justement de commander 200 obusiers blindés de type M109 aux USA. Ce type d'obusier de 155 mm est en fait le fer de lance de l'artillerie blindée de l'OTAN et peut projeter un obus conventionnel ou à charge nucléaire à 18 km. En 1978, l'OTAN disposait de pas moins de 700 obus nucléaires tactiques pour les M109 en Europe. Depuis février 1978, un projectile nucléaire avec une option à "radiation intensifiée" (bombe à neutrons) est en développement pour le M109 sous le nom code W-82 au laboratoire militaire américain de Lawrence Livermore.

Il va sans dire que le développement d'un obus nucléaire pour le M109, même standard, n'est pas à la portée de la Suisse. Néanmoins, les exemples ci-dessus, auxquels on pourrait ajouter les mines nucléaires et l'honorable commando suicide à mission stratégique, démontrent que notre armée est comme toujours prête à faire son devoir.

Prises de positions politiques et stratégiques sur la bombe atomique.

La première prise de position officielle du Gouvernement suisse au sujet de l'acquisition éventuelle d'armes nucléaires date du 11 juillet 1958 (4):

"En accord avec nos traditions en ce qui concerne la défense nationale, le Conseil fédéral est de l'opinion que l'armée doit pouvoir disposer des moyens les plus efficaces permettant de maintenir notre indépendance et de protéger notre neutralité. Les armes atomiques font partie de ces moyens".

Cette déclaration fit de la Suisse le premier petit pays au monde à exprimer, ouvertement, que la possibilité d'acquérir des bombes atomiques pour ses forces armées était une option ouverte.

Trois ans plus tard, le 7 juillet 1961, dans son rapport sur l'initiative populaire pour l'interdiction des armes atomiques (3), le Conseil fédéral ajouta même:

"L'armée est l'instrument le plus important dont nous disposons pour faire pencher la balance en notre faveur. Le mieux notre armée est équipée, organisée et entraînée, meilleure sera notre position dans de telles négociations. Les armes atomiques donneront plus de poids à notre armée, et en conséquence consolideront notre position politique. Elles nous rendront aussi moins dépendants des autres Etats. Elles fourniront au gouvernement suisse

se une plus grande liberté d'action politique et militaire, et nous placerons dans une position plus solide par rapport aux autres Etats que ne le feraient des armes conventionnelles. C'est une raison de plus plaçant en faveur de l'armement atomique".

Durant tout le débat au sujet de l'armement atomique, de la fin des années 50 au début des années 60, les officiers de notre armée - tant en civil qu'en uniforme - se firent évidemment les avocats de l'armement atomique de la Suisse. Innombrables seraient les citations de cette époque, et pour n'en donner qu'une seule, on peut se référer à l'article du capitaine Monfort paru dans la Revue militaire suisse d'avril 1958 (5):

"Il est certain que la possession d'armes atomiques renforcerait, incommensurablement, la puissance de notre armée. J'affirme même que la possession de projectiles atomiques est un moyen de rétablir l'équilibre entre les Etats les plus grands et les plus puissants d'une part, et les petits et faibles d'autre part".

Si l'on a moins parlé d'armement nucléaire en Suisse ces dernières années, il ne faut pas croire que les militaires s'en sont désintéressés. Au contraire, il y a même une relance sensible. Par exemple, le colonel G. Däniker, récemment promu au rang de divisionnaire, et qui en 1969 consacrait un chapitre entier d'un livre à l'armement atomique de la Suisse (6), se plaignait de "notre impuissance sur le plan nucléaire" dans la Revue militaire suisse de janvier 1978.

Plus récemment, dans un interview publié le 27 décembre 1978 dans le Nouvel Illustré, à la question: "Envisagez-vous la possibilité d'équiper notre armée de matériel nucléaire?" Le Conseiller fédéral et chef du Département militaire fédéral Rudolph Gnägi répondit:

"S'il nous était possible d'acheter ce matériel... mais cela n'est pas possible aujourd'hui. Ensuite se pose le problème du coût très élevé en ce domaine. De plus, il faudrait que nous puissions fabriquer nous-mêmes ces engins et nous ne sommes pas assez avancés. Pour ces prochaines années, il est donc exclu que la Suisse ait sa bombe atomique".

Probablement notre ministre de la guerre devait-il se souvenir d'un de ses contacts avec les américains à propos du M109. Le prix d'un obus neutro-nucléaire pour un tel obusier est en effet estimé à près de 1 million de dollars, si bien qu'un seul obus coûterait pratiquement le même prix que l'obusier destiné à le lancer...

Finalement, en septembre 1979, le Parti socialiste suisse publiait dans son "Livre noir" sur le Département militaire fédéral l'information que ce dernier avait, durant les années 50, fait en secret des études sur la possibilité

de réaliser des essais d'armes nucléaires dans le massif du Gothard.

En guise de conclusion.

Le but de cet article était de montrer, d'une part, comment une bombe atomique peut être réalisée et testée à l'insu de tout citoyen qui ne prend les militaires au sérieux, et d'autre part, pourquoi en conséquence la Suisse se trouve aujourd'hui dans un état de prolifération latente qui, dans les faits, nous place dans une situation très dangereuse du point de vue de notre sécurité.

Sur le plan militaire, dans le cas idéal, et même du point de vue politique, la prolifération latente a plusieurs avantages, entre autres:

- On est "comme si" on disposait de l'arme atomique, les autres, russes, arabes ou américains le savent;
- On n'a pas besoin de tester ou d'améliorer les bombes, on se contente de Hiroshima;
- on n'est pas mal vu des autres pays et l'image "humanitaire" de la Suisse est sauve;
- on n'a pas besoin de créer des troupes spéciales et de prévoir une chaîne de décision exceptionnelle pour le recours à l'arme atomique;
- on peut, en cas de nécessité, improviser...

Ce sont ces divers éléments, joints aux progrès de la technique qui ont créé cette situation de prolifération qui nous préoccupe.

Ainsi, grâce à la prévoyance des spécialistes du Département militaire fédéral, et grâce à l'énergie nucléaire "pacifique", à la moindre crise qui en donnerait la possibilité, la Suisse pourrait être tentée de pratiquer le chantage nucléaire au risque de se voir oblitérée.

André Gsponer
physicien

Références pour la 3e partie:

- (1) B.T.Feld, Plain talk about nuclear proliferation, "The bulletin of the atomic scientists", January 1979, p.5.
- (2) N.Seshagiri, The bomb, Vikas Publishing House PVT LTD, Delhi.
- (3) Rapport du Conseil fédéral à l'Assemblée fédérale sur l'initiative populaire pour l'interdiction des armes atomiques (du 7 juillet 1961) no 8273.
- (4) Département militaire fédéral, Considérations sur le problème de l'équipement de notre armée en armes nucléaires, Revue d'information et de documentation, Numéro hors série, juillet 1959.
- (5) Capitaine M.H.Monfort, L'armée suisse et l'armement atomique, Revue militaire suisse, no 8, avril 1958, p. 413.
- (6) G.Däniker, "Strategie des Kleinstaats", 1969.

LA SUISSE ET LA BOMBE (quatrième partie)

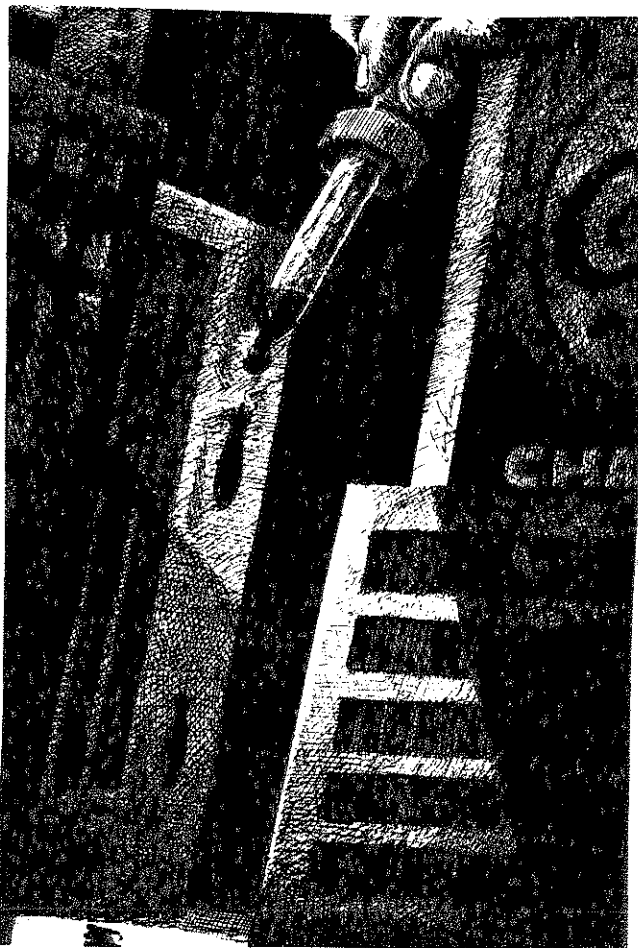
la bombe "h", et la fusion

C'est en abordant les implications militaires de la fusion que se termine ce dossier sur les liens entre l'atome civil et militaire (voir à ce propos les Rebrousse-Poil Nos 20, 21, 23/24 et 25).

Au cours des quelques mois qui ont vu la parution de cette série, la situation internationale s'est considérablement tendue et la question des missiles de croisière en Europe, des bombes à neutrons, de l'explosion le 27 septembre 1979 d'une bombe atomique à l'extrême sud de l'Océan Indien par un pays inconnu, sont venues nous rappeler que la course aux armements nucléaires se poursuit et nous rapproche chaque jour davantage d'une guerre thermonucléaire.

En Suisse, en ce qui concerne les exportations nucléaires vers des pays tels que l'Argentine ou le Pakistan, le Conseil fédéral persiste à "appliquer le droit, tout le droit mais rien que le droit", c'est-à-dire à respecter la lettre, mais pas l'esprit du Traité de non-prolifération nucléaire.

De même, dans le domaine de la politique énergétique, le Conseil fédéral continue, contre toute évidence, à assimiler la fusion à une énergie non-nucléaire, et tente ainsi de cacher la disparité de trois contre un qui subsiste dans le financement des énergies nucléaires par rapport à celui des énergies renouvelables.



Dessin de Martial Leiter, tiré de son très beau livre "démocratie suisse & cie", disponible au R.P. pour le prix de Fr. 18.70

La bataille du tritium

"Demain, peut-être, la fusion thermonucléaire constituera la source d'énergie capable d'approvisionner sans problèmes l'humanité toute entière". C'est ainsi que commence un dossier de 20 pages, entièrement consacré à la fusion, publié dans le No 42 de "Polyrama" de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne en mai 1979. Dans ce très bon article, les auteurs expliquent les principes physiques qui sont à la base de la fusion, les problèmes techniques et écologiques posés par la construction des centrales thermonucléaires, et même (timidement) les problèmes militaires posés par cette source d'énergie si prometteuse en apparence sur bien des plans. C'est sur ces derniers problèmes que nous voulons nous concentrer. En effet, maintenant que l'on connaît le caractère inextricable du lien entre le nucléaire civil et militaire, on est en droit de se demander ce qu'il en est en ce qui concerne la fusion.

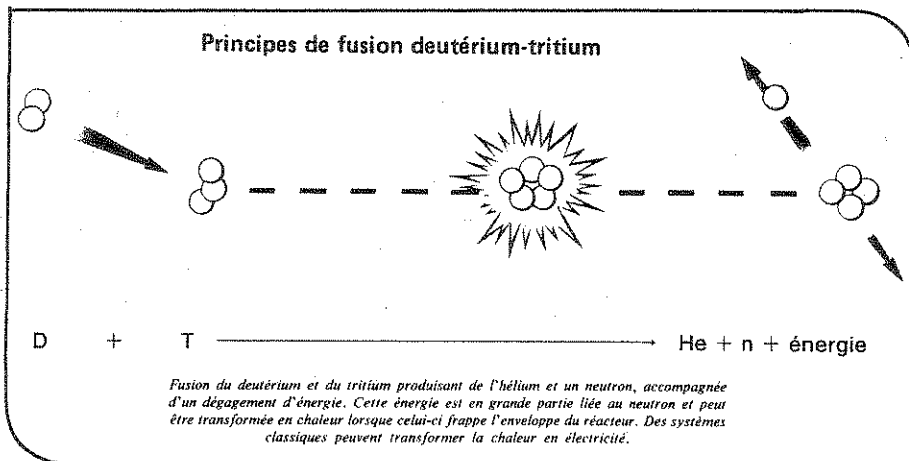
Tout d'abord, il y a lieu de remarquer que si le principe de la fusion est connu depuis aussi longtemps que celui de la fission, et que l'on fait des recherches importantes dans ce domaine pratiquement depuis le milieu de la deuxième Guerre Mondiale, il n'y a que quelques années que l'on commence à en parler avec insistance au niveau du grand public. Cela provient évidemment de la prise de conscience de l'importance des problèmes énergétiques, et la fusion, même si elle exige des installations encore beaucoup plus compliquées et délicates que les centrales nucléaires actuelles, vient à point pour sauver l'honneur des savants atomistes par une alternative "nucléaire" au nucléaire.

C'est ainsi qu'aux Etats-Unis en particulier des chercheurs annoncent que certains types de centrales à fusion pourraient être mises au point au début du siècle prochain, si bien que l'on aurait pas besoin de construire des surrégénérateurs !

Mais il y a aussi d'autres raisons qui font que soudainement la fusion devient à la mode et que dans le monde entier se multiplient des publications, les conférences et les investissements dans ce domaine. Ces raisons sont malheureusement militaires, et sont liées tant à la produc-

Les deux techniques de la fusion contrôlée

Pour une description détaillée des réacteurs de fusion, le lecteur peut se référer utilement au dossier de "Polyrama" mentionné au début de cet article.



tion du tritium, l'exposif thermonucléaire utilisé dans les bombes H, qu'au perfectionnement des armes thermonucléaires qui permettra le déploiement massif des bombes à neutrons.

L'importance de cette deuxième raison dans l'engouement actuel pour la fusion est illustrée par la bataille qui est engagée aux Etats-Unis depuis à peu près une année entre les partisans de la fusion pour les applications civiles et les militaires qui insistent pour que toutes les recherches sur la fusion soient faites dans les laboratoires militaires (1), à l'exception de la fusion dite par "confinement magnétique", qui a peut-être aujourd'hui le moins de chances d'aboutir la première à une réalisation commerciale.

Une autre indication est donnée par l'Angleterre qui vient de mettre en route à Chapelcross un réacteur destiné à couvrir du tritium pour les bombes, ce qui fera de ce pays, le cinquième après les USA, l'URSS, la France et la Chine, à produire du tritium en quantité industrielle (2).

Il y a quelques jours la France de son côté a annoncé pour la première fois officiellement, qu'elle aussi, comme les Grands, conduisait des recherches sur la bombe à neutrons (3).

Finalement, c'est dans cette ambiance d'escalade vers une guerre thermonucléaire qu'il faut comprendre la signification des articles qui ont été publiés sur le secret de la bombe H vers la fin de 1979. Comme le "Rebrousse-Poil" a publié le mois passé des extraits d'un de ces articles, nous ne reviendrons pas sur le mécanisme de la bombe H, ni sur le fonctionnement de son amorce qui aujourd'hui encore, est constituée par une bombe atomique à implosion.

On peut toutefois avoir une bonne idée de ce qu'est un réacteur de fusion en le comparant à un surrégénérateur dans lequel le plutonium et le sodium seraient remplacés par du tritium et du lithium, et dans la chaudière duquel le cœur serait remplacé par un plasma, c'est-à-dire un gaz de deutérium et de tritium suffisamment chauffé et comprimé pour que la réaction thermonucléaire de fusion entre ces deux composants ait lieu (voir encadré).

Le lithium liquide qui refroidit la chaudière transporte la chaleur

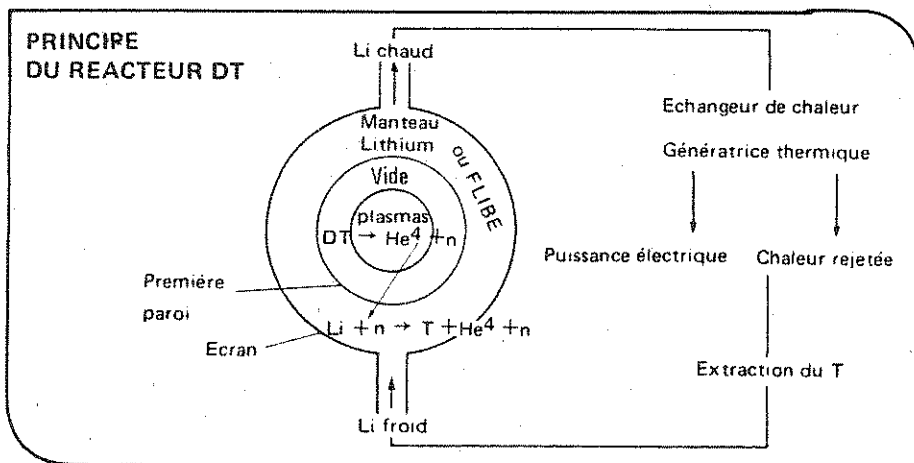
en consommant eux-mêmes.

Il y a deux techniques principales utilisées pour construire un réacteur de fusion:

1. Les réacteurs à confinement magnétique. Ces réacteurs ont généralement une chaudière en forme de tore, c'est-à-dire de chambre à air de voiture, et on les appelle alors "Tokamaks". Ce tore est enveloppé d'énormes aimants qui confinent le plasma au centre, de telle sorte qu'il ne puisse pas se refroidir au contact des parois. Ce genre d'installation est tellement complexe et coûteux que l'on pense qu'il ne sera guère possible de construire des Tokamaks rentables d'une puissance inférieure à 5000 MW(e), c'est-à-dire qu'un seul réacteur de ce type pourrait alimenter toute la Suisse en électricité.

2. Les réacteurs à confinement inertiel. Ces réacteurs ont une chaudière de forme sphérique au centre de laquelle on fait exploser des pastilles de deutérium-tritium en les comprimant à l'aide de faisceaux laser, d'électrons ou de ions lourds, jusqu'à ce que la réaction thermonucléaire s'enclenche. Pour cette raison, on appelle aussi la fusion à confinement inertiel "fusion par micro-explosions" et on comprend immédiatement pourquoi les militaires s'y intéressent tellement.

Pour saisir l'importance stratégique du tritium qui est brûlé et surrégénéré dans un réacteur de fusion, il faut savoir qu'un tel réacteur d'une puissance de 1000 MW(e), autrement dit comparable en puissance à la



vers un générateur de vapeur, laquelle, faisant tourner une turbine, produit de l'électricité.

Du centre de la chaudière, lorsque la réaction thermonucléaire a lieu, des neutrons sont émis et ceux-ci régénèrent le tritium à partir du lithium. De même que les surrégénérateurs produisent en principe un excès de plutonium, les réacteurs de fusion au tritium surrégénèrent celui-ci à partir du lithium, c'est-à-dire qu'ils produisent plus de tritium qu'ils

centrale de Gösgen, utilise environ 5 milligrammes de tritium par seconde, ce qui représente une consommation totale d'environ 100 kg de tritium par année.

Ces 5 milligrammes de tritium brûlés par seconde sont équivalents à l'explosion chaque seconde d'une tonne de TNT, un des explosifs chimiques les plus puissants. Comme la puissance prévue pour les bombes à neutrons se situe autour de un kilotonne, c'est-à-dire d'une puissance

équivalente à 1000 tonnes de TNT, 5 grammes de tritium suffisent en principe pour confectionner une bombe à neutrons.

Les espoirs et la réalité

La fusion thermonucléaire est aujourd'hui encore présentée au public comme une source d'énergie pratiquement inépuisable et propre. C'est exactement ce que l'on avait dit à propos de la bombe à hydrogène en 1950 en disant qu'elle aurait une puissance illimitée et que ses retombées radioactives seraient négligeables. Les pêcheurs japonais irradiés en 1952 ont fait l'expérience du contraire.

Le potentiel énergétique de la fusion, il est vrai, est considérable. Les réserves mondiales de lithium sont en effet comparables du point de vue énergétique à celles de l'uranium exploité dans des surrégénérateurs, c'est-à-dire suffisantes pour quelques centaines d'années. Les réserves de deutérium par contre, sont quasi inépuisables car il suffit de l'extraire de l'eau à l'aide d'une usine d'eau lourde. Si l'on pouvait ainsi se passer du tritium, et donc du lithium, le potentiel énergétique de la fusion serait pratiquement infini. Malheureusement, la fusion deutérium-deutérium est beaucoup plus difficile à déclencher que la réaction deutérium-tritium.

Les risques écologiques de la fusion sont sur la plupart des plans comparables à ceux des surrégénérateurs (4). En effet, tout comme le sodium des surrégénérateurs, le lithium des réacteurs de fusion réagit violemment avec l'air et avec l'eau si bien qu'on doit craindre les risques des feux de lithium. D'autre part, le tritium, qui est radioactif, est extrêmement dangereux du point de vue biologique. En effet, le tritium n'est rien d'autre que de l'hydrogène lourd, si bien que c'est un gaz qui brûle facilement en produisant de l'eau radioactive. Il est donc directement absorbable par les organismes vivants dans lesquels il peut se fixer n'importe où. Pour cette raison, dilué dans de l'eau, à poids égal, le tritium est des centaines de fois plus toxique que le plutonium. Heureusement, s'il y a 3000 kg de plutonium dans un surrégénérateur, il n'y a "que" 30 kg de tritium dans un réacteur de fusion de 1000 MW(e). Néanmoins, cet inventaire de 30 kg de tritium, du fait de sa plus grande radiotoxicité et de la facilité avec laquelle il peut se diffuser dans la biosphère, rend les réacteurs de fusion pratiquement aussi dangereux que les surrégénérateurs.

Il est un point cependant sur lequel la fusion est nettement moins dangereuse que la fission : la fusion ne produit que très peu de déchets à longue durée de vie. Mais cet avantage ne doit pas masquer les autres

problèmes, et ceux posés par le tritium, le lithium et l'activation des composants de la centrale sont suffisamment aigus pour mériter toute l'attention des écologistes.

Le plus gros problème de la fusion, et surtout celui de la fusion par confinement magnétique, reste de prouver sa faisabilité. Dans ce sens il faut préciser que :

1. A l'heure actuelle, dans aucun tokamak existant, on a réussi à atteindre les conditions permettant l'allumage d'une réaction thermonucléaire. Pour cette raison, on n'a encore jamais mis de tritium dans aucun de ces prototypes de réacteurs.

2. La manipulation et le confinement du tritium, ainsi que son extraction du lithium par retraitement sur le lieu même de la centrale, doivent encore être développés.

3. Il n'est pas encore certain que l'on puisse trouver un jour les matériaux qui permettront de construire des centrales capables de fonctionner durant près de trente ans.

4. Les centrales de fusion sont des installations extrêmement complexes dans lesquelles de nombreuses opérations ne peuvent être faites que par des robots télécommandés capables de travailler dans un environnement radioactif.

5. Les grands aimants qui confinent le plasma dans les tokamaks doivent être supraconducteurs pour qu'ils ne consomment pas trop d'énergie par rapport à ce que la centrale peut produire comme électricité.

Les problèmes à résoudre sont considérables et vont nécessiter non seulement de l'argent, mais encore des **ressources humaines importantes**, lesquelles, non plus, ne sont pas inépuisables.

Les applications militaires de la fusion contrôlée

Si la fusion par confinement magnétique n'est pas encore arrivée au point où l'on puisse amorcer la fusion, les militaires par contre semblent avoir déjà réussi à faire exploser des pastilles de combustibles thermonucléaire. Il apparaît donc que la fusion par confinement inertiel soit actuellement en train de prendre la tête de la course.

Les deux techniques de fusion contrôlée ont en commun l'utilisation du tritium qui est surrégénéré à la suite du bombardement neutronique du lithium circulant dans le manteau de la chaudière. Le taux de surrégénération est compris entre 1.0 et 1.7, si bien que chaque année un réacteur de fusion de 1000 MW(e) peut produire jusqu'à 70 kg de tritium additionnel, une quantité suffisante en principe pour 14 000 bombes à neutrons de 1 kilotonne !

Il y a lieu de noter que le tri-

tium n'a qu'une durée de vie de douze ans. C'est pourquoi la durée de vie des bombes thermonucléaires est relativement courte si bien qu'il faut périodiquement (tous les cinq ans peut-être) y remplacer le tritium. Pour cette même raison, la **constitution d'un arsenal de bombes à neutrons exige la production constante d'énormes quantités de tritium**. Pour cette application, les deux techniques de fusion sont également utiles et posent donc toutes les deux le risque de la prolifération des armes thermo-



nucléaires par la dissémination des installations productrices de tritium.

La fusion par confinement inertiel par contre a des implications militaires qui vont beaucoup plus loin. En effet, l'explosion de microbombes à hydrogène permet aux militaires d'étudier en laboratoire toute la physique et les effets des explosions thermonucléaires, et par ce fait, de **mettre au point de nouveaux modèles de bombes à hydrogène**. En particulier, aujourd'hui encore, il est nécessaire d'utiliser une bombe atomique pour amorcer une bombe à hydrogène, et l'espoir que caressent les militaires est précisément de découvrir un moyen permettant de détonner ces bombes sans avoir recours à des amorces atomiques.

Pour comprendre à quel point la fusion par inertie est liée à la physique de la bombe H, il suffit de se référer aux articles sur le secret de la bombe H. En effet, la pression qui comprime et chauffe le mélange thermonucléaire, laquelle dans le cas de la bombe H est dérivée des rayons X émis par la bombe atomique, est ici obtenue par les faisceaux lasers, ou les faisceaux d'électrons, lorsqu'ils frappent simultanément de tous côtés

la pastille (d'un diamètre de l'ordre du millimètre) qui contient ce mélange.

Une vision d'ensemble des diverses applications militaires de la fusion par microexplosions est donnée dans un rapport publié par des physiciens du laboratoire militaire américain de Sandia (5). Ils distinguent trois catégories principales d'applications:

1. L'étude en laboratoire de la physique des armes nucléaires. C'est-à-dire l'étude de la dynamique compliquée de l'implosion qui permet l'allumage puis l'explosion thermonucléaire, ainsi que l'étude des équations d'état de la matière à très haute densité d'énergie, telle qu'elle se trouve être au moment de l'explosion.

2. La simulation en laboratoire des effets des explosions thermonucléaires. On peut ainsi examiner les effets des rayons X et des neutrons sur les appareils électroniques et les composants délicats des armes modernes de façon à augmenter leur résistance aux effets d'une guerre thermonucléaire.

3. La simulation en laboratoire des phénomènes liés aux explosions thermonucléaires à haute altitude ou dans l'espace extraterrestre pour augmenter la résistance des satellites artificiels et des ogives nucléaires aux contre-attaques ennemies.

En conclusion, si dans quelques années les grandes puissances n'ont plus besoin de continuer à faire des essais nucléaires souterrains grâce à leurs installations de fusion par microexplosions, elles signeront probablement un nouveau traité interdisant, aux autres, les essais nucléaires conventionnels...

L'avenir probable de la fusion et les réacteurs hybrides

L'histoire à bien des égards a la fâcheuse tendance à se répéter. Ainsi la première démonstration importante de la fission a été l'explosion de la bombe d'Hiroshima, et les réacteurs à eau légère d'aujourd'hui sont dérivés des réacteurs développés pour la propulsion des navires de guerre et des sous-marins atomiques. On peut aussi remarquer qu'à la fin 1978, s'il y avait 215 réacteurs nucléaires civils en exploitation dans le monde, il y avait aussi pas moins de 278 sous-marins militaires équipés de réacteurs nucléaires dans les mers et les océans. Pour cette raison, tout comme dans le cas des autres technologies dures, la technique qui aura le plus de chance d'atteindre la maturité, est celle qui sera développée en priorité pour les besoins militaires. D'autre part, les impératifs commerciaux et la taille des investissements font que l'on cherchera à développer le système qui aboutira le plus rapidement possible à un déploiement commercial, même si ce système n'est pas le plus attractif du point de vue écologique.

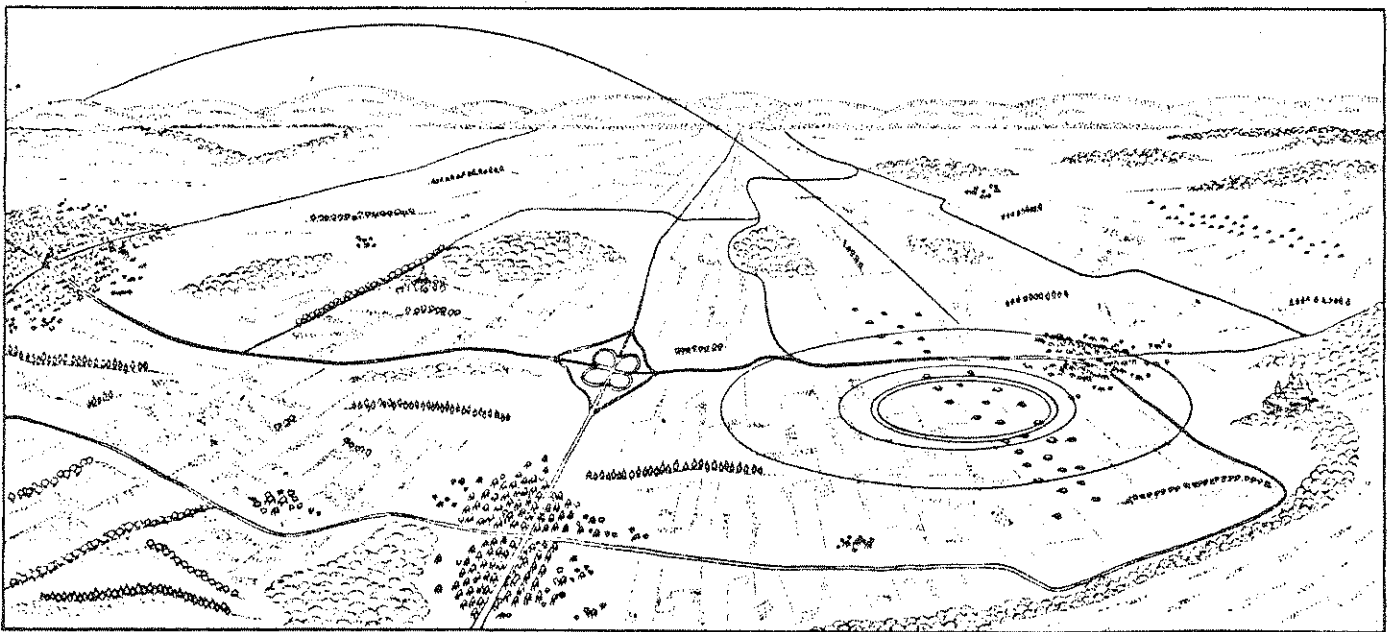
Les composantes écologiques et socio-politiques devraient en effet être déterminantes pour le choix des sources d'énergies de l'avenir. Etant donné que la fusion n'est pas la seule source d'énergie inépuisable, elle n'est certainement pas celle qui sera le meilleur marché, l'essentiel de son acceptabilité devra venir de sa capacité à satisfaire les critères environnementaux mieux que les autres. La fusion

n'est pas une source d'énergie unique, il y a plusieurs approches possibles. Certaines approches ont théoriquement des qualités voisines des énergies renouvelables, d'autres des qualités légèrement meilleures que la fission, d'autres finalement des caractéristiques pires que celles des surrégénérateurs. Si les premières de ces approches ne semblent réalisables que dans un avenir très lointain, ou révèlent de l'utopie, les dernières semblent malheureusement être celles qui vont voir le jour en premier et déterminer ainsi tout l'avenir de la fusion. Ces approches sont la fusion par confinement inertiel et les réacteurs hybrides.

Un *réacteur hybride* est un réacteur de fusion dans lequel la paroi de la chaudière ne contient pas seulement du lithium mais encore de l'uranium-238 qui est alors abondamment converti en plutonium. Le nombre des neutrons de fusion est en effet amplifié par les fissions qu'ils provoquent en pénétrant l'uranium, et c'est pourquoi on appelle ce type de réacteurs "hybrides fusion-fission".

Du point de vue de la prolifération des armes nucléaires et de l'écologie, un réacteur hybride fusion-fission à confinement inertiel constituerait la pire combinaison possible. Une étude récente montre qu'un tel hybride pourrait produire 20 kg de tritium et 4000 kg de plutonium de qualité militaire chaque année avec une énergie de fusion de 700 MW(th) seulement.

C'est là l'intérêt des hybrides: avec une énergie de fusion insuffisante pour en faire un réacteur de fusion



Explosion d'une bombe à neutrons de 1 kilotonne 500 m en dessus d'un bataillon de chars blindés

Jusqu'à 600 m du centre: Destruction totale de toutes les constructions.

Jusqu'à 650 m du centre: Incendie. Brûlure au deuxième degré des personnes non abritées.

Jusqu'à 850 m du centre: 8000 rads de neutrons. Mort immédiate des personnes non abritées, mort différée des conducteurs de blindés.

Jusqu'à 1700 m du centre: 150 rads de neutrons. Mort différée dans 10 o/o des cas, cancer dans 90 o/o des cas.

(Les effets des retombées ne sont pas compris. Source: "Scientific American", mai 1978.)

pure rentable, on peut (comme dans l'exemple ci-dessus) produire suffisamment de matière fissile pour alimenter en plutonium une dizaine de réacteurs à eau légère de 1000 MW(e) chacun.

Ce même réacteur, entre les mains des militaires, permettra de produire non seulement suffisamment de tritium et de plutonium pour des centaines de bombes thermonucléaires par année, mais encore de les perfectionner...

La fusion et la Suisse

Grâce à une enquête faite par l'Office fédéral de l'énergie, on connaît les sommes dépensées par le secteur public pour la recherche dans le domaine de l'énergie.

On trouve ainsi que pour des investissements totaux de 54, 67 et 87 millions de francs en 1977, 1978 et 1979 respectivement, la part consacrée à l'énergie nucléaire (fission, surrégénération, fusion) correspondait à 69 o/o, 63 o/o et 61 o/o de ces sommes, alors que la part des énergies renouvelables (solaire, biomasse, géothermie, vent) n'était que de 10 o/o, 13 o/o et 17 o/o respectivement.

On constate donc que même si la part des énergies renouvelables a nettement augmenté ces trois dernières années, elle reste encore trois fois plus petite que celle faite à l'énergie nucléaire. La part du total consacré à la fusion a été de 15 o/o, 15 o/o et 20 o/o respectivement, si bien que la

fusion à elle seule reçoit encore plus d'argent que l'ensemble des énergies renouvelables.

Les sommes que l'industrie consacre à la fusion sont plus difficiles à connaître. Toutefois, on sait que Brown Boveri et Cie en particulier est en train d'établir un quasi-monopole pour la fabrication des grands aimants destinés à la fusion.

Par ailleurs, de nombreuses techniques associées à la fusion (le vide, la cryogénie, la supraconductivité,...) sont fortement encouragées, de même que celles qui peuvent permettre d'approcher la fusion par microexplosions, c'est-à-dire les lasers et les accélérateurs de particules.

Au niveau suisse, le haut-lieu de la fusion par confinement magnétique est bien entendu le Centre de recherches en physique des plasmas à Lausanne où l'on construit un petit tokamak. A Lausanne encore, le laboratoire de Génie atomique de l'EPFL est en train de se reconvertir pour l'étude de la fusion par inertie et des réacteurs hybrides (6). Dans les autres universités, ainsi que dans l'industrie, plusieurs groupes abordent de même les problèmes de la fusion, qu'elle soit à confinement magnétique ou inertiel.

La Suisse participe aussi au projet européen JET de construction en Grande-Bretagne du plus grand tokamak du monde. La participation de la Suisse à ce projet fut discutée au Conseil national le 5 octobre 1978, et pas moins de quatre Conseillers

nationaux, tout en approuvant vivement la participation suisse à ce projet, exprimèrent l'opinion que la Confédération se devait aussi d'encourager fortement la recherche dans le domaine de la fusion par micro-explosions.

Il semble même que, tout comme lors des discussions à propos de la ratification du traité de non-prolifération des armes nucléaires, de fortes pressions se soient exercées dans ce sens, ce qui revient à dire qu'en Suisse, comme ailleurs, nucléaire rime avec militaire.

André Gsponer
physicien

FIN

Références pour la 4e partie:

- (1) D. Dickson, "Nature", Vol. 281, 11 octobre 1979, p. 414.
- (2) "Financial Times", 15 janvier 1980.
- (3) "Le Monde", 8 et 9 février 1980.
- (4) Pour une comparaison détaillée entre les surrégénérateurs et les réacteurs de fusion, voir W. Häfele et al., "American Scientist", Vol. 67, 1979, p. 78.
- (5) A.J. Toepfer et L.D. Posey, Rapport SAND-77-0913, décembre 1978.
- (6) J.P. Schneeberger et al., Energie nucléaire: fission et fusion combinée par des réacteurs "hybrides", "Journal de Genève", 19 décembre 1979.

ERRATA

A la page 17 du RP contenant l'article sur le "Secret de la bombe H", les quatre symboles inférieurs du tableau à droite sont inversés par rapport aux légendes.

armée



MOBILISATION PACIFIQUE

CCP du Rebroousse-Poil 10-4957, Lausanne, avec la mention "commande de ex. mob." ou envoi de l'équivalent en timbres.

COMMUNIQUÉ DE PRESSE

Dans la nuit du 13 au 14 février, de nombreuses affiches appelant à une mobilisation pacifique ont fleuri sur les murs du Jura. Ne doutez pas du sérieux de ce printemps précoce. Si ce que d'aucuns appelaient hier la "détente" semble se transformer aujourd'hui en "guerre froide", c'est peut-être parce que nous croyons trop souvent que le silence des armes est synonyme de paix. Or la guerre est sans cesse à l'oeuvre dans le monde des hommes, parce que certains la veulent et la préparent, tandis que

d'autres la craignent sans puiser dans leur angoisse légitime le courage de s'y opposer.

Quant à nous, auteurs de cet appel à la mobilisation générale, nous gardons certes un certain sens de l'humour, mais nous trouvons par ailleurs sinistres les plaisanteries dont les gouvernants, à quelque niveau qu'ils se trouvent, nous abreuvant quotidiennement. Sur aucun point, nous ne pouvons être d'accord avec eux, même pas sur la notion de "risque de guerre": la guerre est-elle un risque? Alors que la rixe a bien lieu, aujourd'hui comme hier, seuls ses moyens d'engagement variant selon les développements de la bataille. Le sport même n'y échappe pas, n'en déplaît à certains, dont les joutes sont organisées sur le plan de la pure compétition, individuelle ou nationale, ce qui implique l'affrontement et non pas une rencontre.

C'est pourquoi nous avons pris la liberté de rappeler publiquement que la paix se prépare, tout comme la guerre. Dans cette préparation, il n'y a pas de neutralité possible, la Suisse aussi est en première ligne. Nous nous

Afin d'annoncer la création d'un groupe d'objecteurs dans le Jura, ces derniers se sont manifestés par une action qui commémore, avec un peu de retard et à sa manière, notre mob. chère à tous. Nous publions ci-dessous le communiqué diffusé à cette occasion et reproduisons en dernière page l'affiche, appelant à une mobilisation pacifique, qui a fleuri sur les murs du Jura. Vous pouvez l'obtenir sous forme de poster à l'adresse du RP en versant Fr. 5.—, pour un exemplaire ou Fr. 3.— par exemplaire pour les commandes de plusieurs unités au