



Enterré sous 3 m de terre et de béton, le tunnel dans lequel est logé le canon atomique s'incurve comme une piste de course de 800 m.

Le plus gros canon

par Richard F. Dempewolf

DANS un tunnel circulaire de 800 m de long aménagé au-dessous du sol et assez grand pour recevoir une rame de métro, des groupes de techniciens se meuvent le long d'une ligne d'aimants incurvés s'étendant le long d'un côté comme un gigantesque collier. De temps à autre, ils s'arrêtent pour inspecter l'un des râteliers de tubes électroniques installés à intervalles réguliers entre les énormes tronçons d'acier.

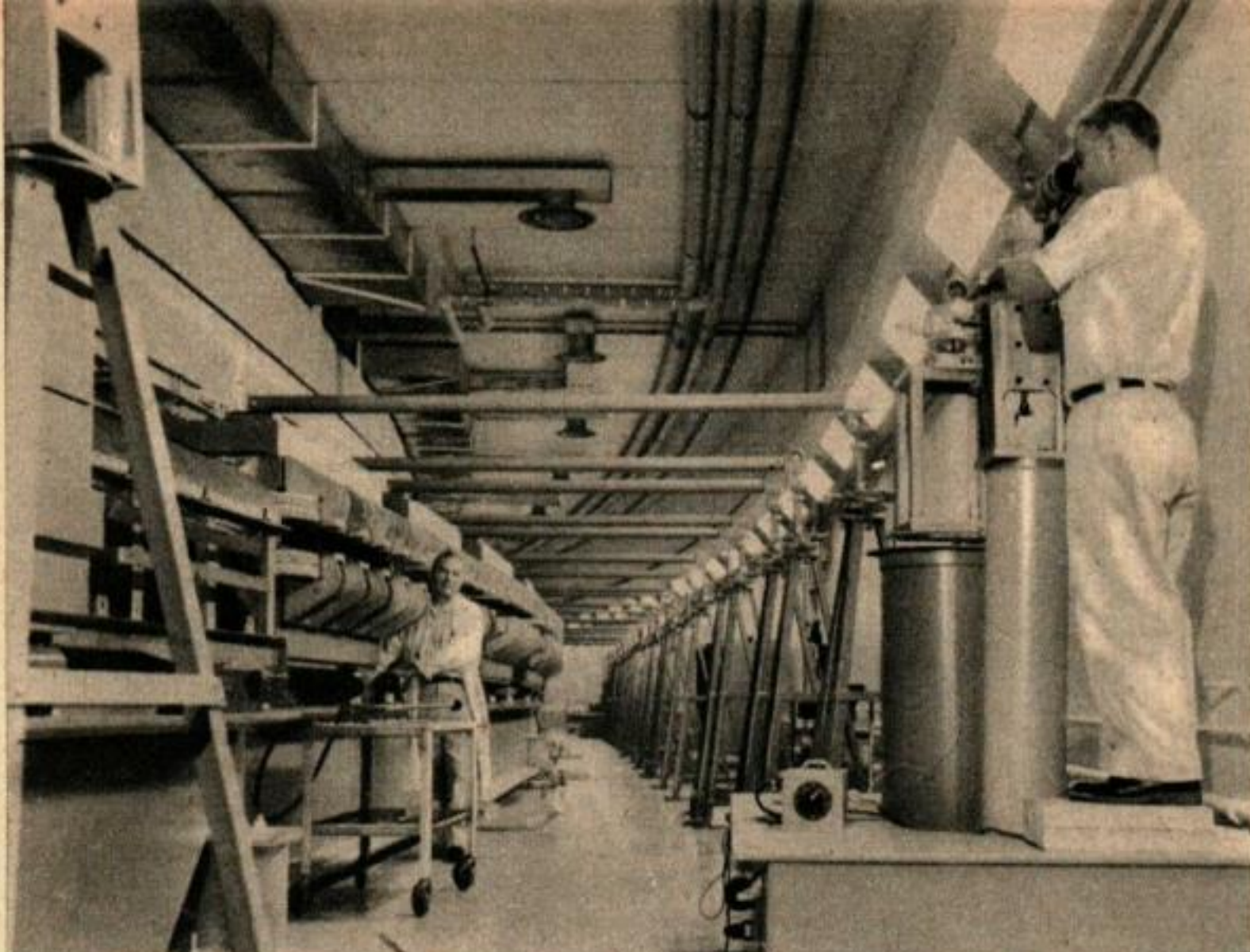
A une trentaine de mètres du tunnel, dans une salle en galerie où sont installés une calculatrice électronique à grande vitesse et un pupitre de commande constellé de cadrans, des opérateurs observent à travers des fenêtres surplombant une étrange batterie de matériel. A leur droite se trouvent les tours jumelées de piles de condensateurs logées dans des carters en aluminium en forme de couronne. A partir de ce monstre, des câbles conducteurs rejoignent de scintillants groupes de tubes de verres montés sur leur console d'instrumentation. Au-devant, un tube d'un peu plus de 33 m de longueur et de près de 1 m de diamètre s'étend au loin au-dessous d'eux en direction du grand tunnel ainsi que le tube d'un puissant canon... et ce tube est justement un canon.

Sur un signal de l'équipe de sécurité an-

nonçant qu'il n'y a plus personne dans le tunnel, l'un des hommes du pupitre de commande actionne le commutateur d'une génératrice à haute tension. Des lumières rouges s'allument dans les zones dangereuses, de rauques avertisseurs sonores retentissent dans les cavernes espaces de ce nid d'abeilles de 3 ha et demi. De grands portails se ferment et sont verrouillés derrière les techniciens et l'équipe de sûreté qui se retirent. L'opérateur actionne un autre contacteur, activant ainsi le « canon ».

Aucun « boum » ne retentit. Rien d'autre que le ronflement assourdi des grosses génératrices. Mais, sur toute la longueur de ce tube de 33 m, une charge de balles nucléaires file à toute vitesse. En moins d'une micro-seconde, elles sont chassées dans l'énorme tunnel circulaire. Sous vide très poussé, elles sont accélérées par une série d'impulsions à haut voltage au cours de chaque révolution, et maintenues sur leur orbite circulaire par de fantastiques forces magnétiques. En une seule et unique seconde, les obus ont tourbillonné quelque 300 000 fois sur le circuit de 800 m... 250 000 km/h et voyagent à un dixième d'un pour cent près de la vitesse de la lumière.

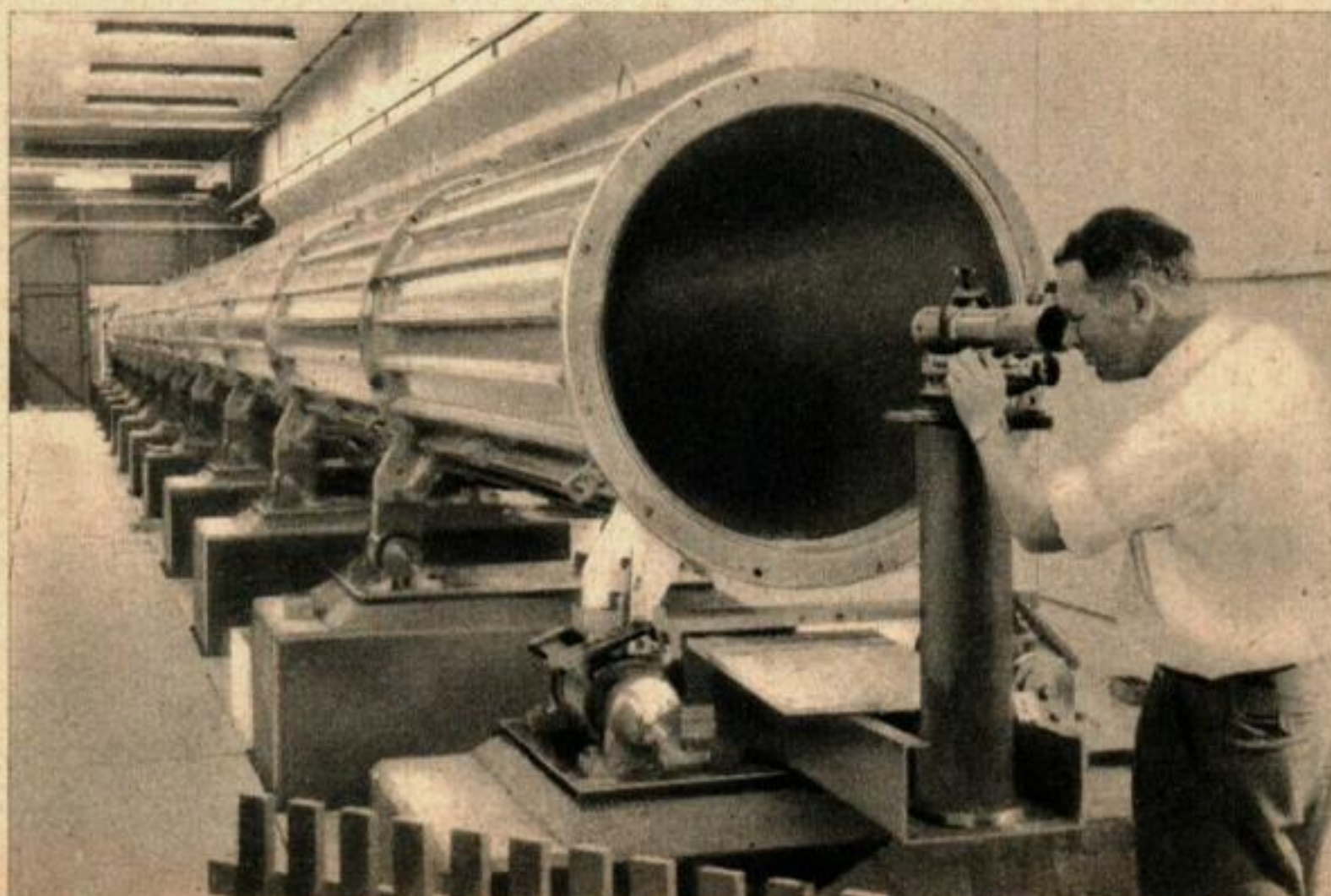
Puis, sans qu'aucun son ne retentisse, un minuscule but, ou « drapeau », est poussé

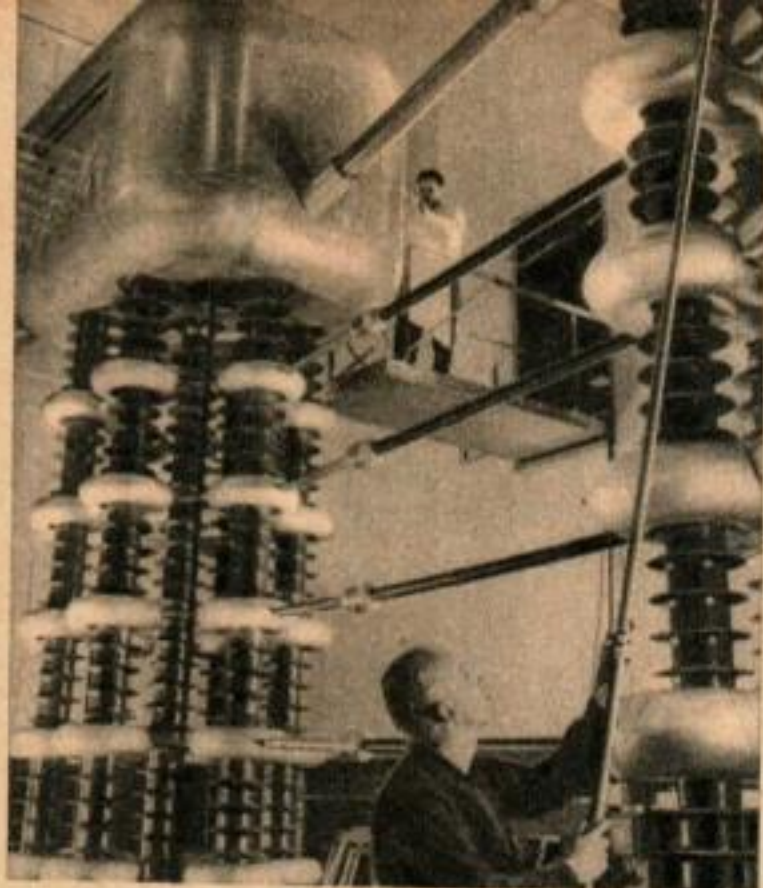


Les techniciens utilisent des instruments de géomètre pour aligner les aimants, à gauche, qui maintiennent les protons représentant les « obus » sur le bon chemin.

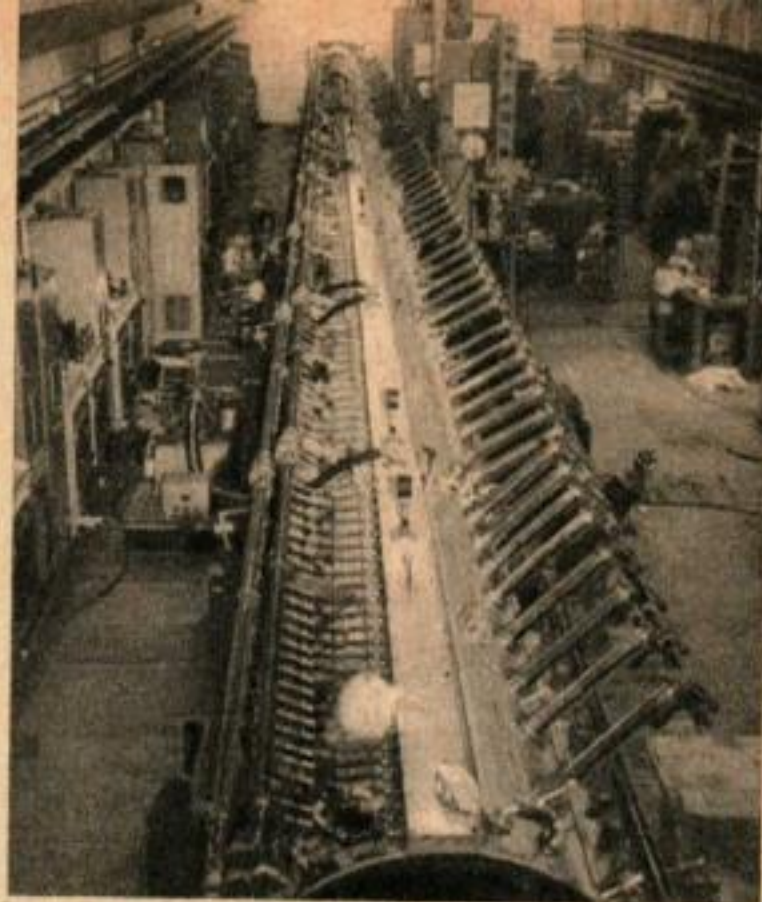
atomique ouvre le feu

Les protons filent à toute vitesse dans cet accélérateur linéaire de 33 m, puis sont attirés sur la piste par les aimants.





C'est la génératrice Cockroft-Walton qui donne au faisceau de protons sa première poussée d'accélération... 750 000 électron-volts.



Ceci est le deuxième étage de l'accélérateur linéaire, lequel survolte le faisceau de quelque 50 millions d'électron-volts.

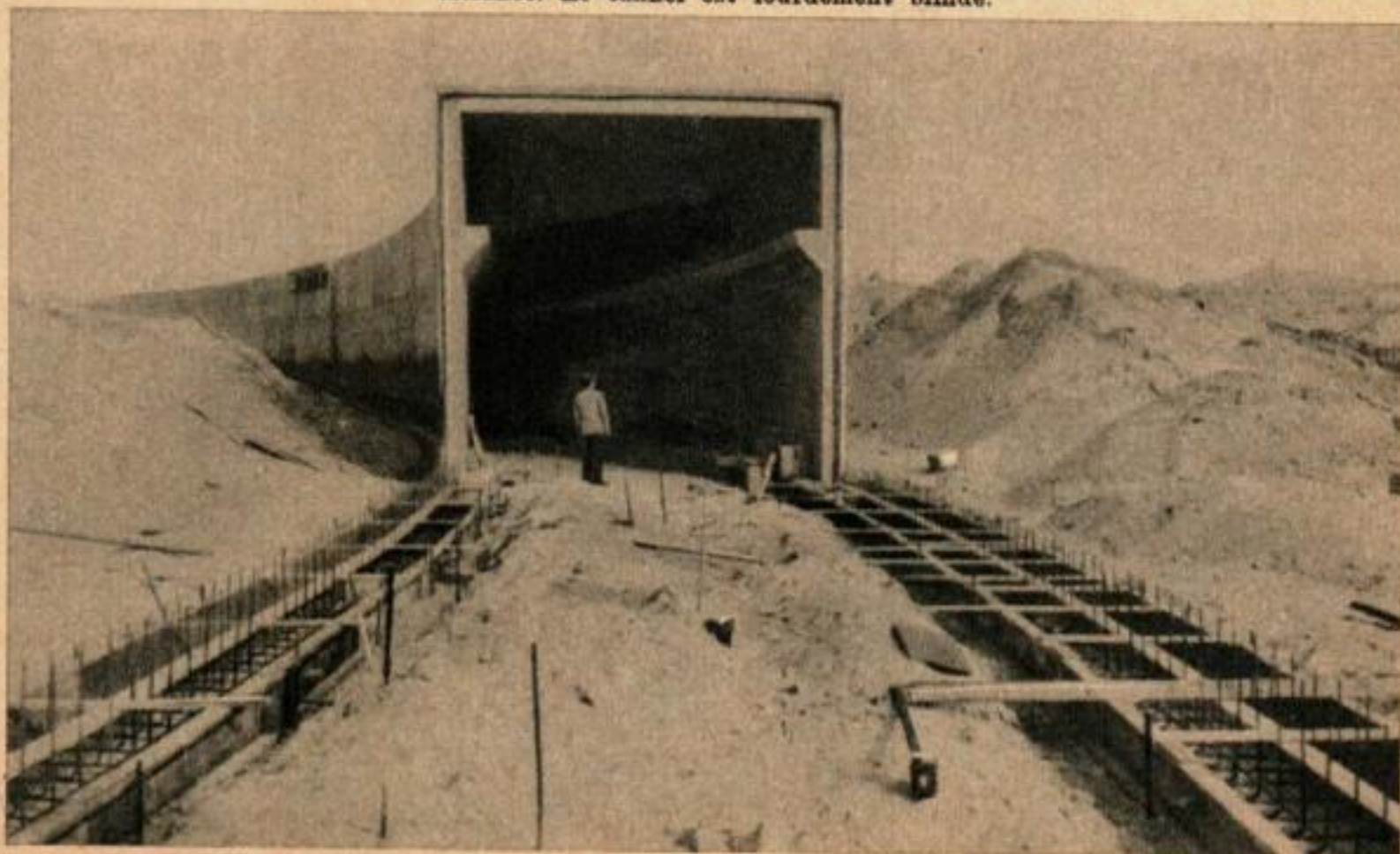
sur le passage des particules accélérées. En un seul destructif instant, un cataclysme de radiation inonde la zone tandis que les débris atomiques volent dans tous les sens, pour être comptés, photographiés en vol et ensuite laborieusement analysés par toute une batterie de savants.

Ceci est le plus nouveau et le plus puissant « canon atomique » du monde... le Synchrotron à gradation alternée de 30 milliards d'électron-volts du Laboratoire National de Brookhaven, à Long Island, Etat de New York. La construction de l'immense collier de 4 400 t d'aimants et de bobinages

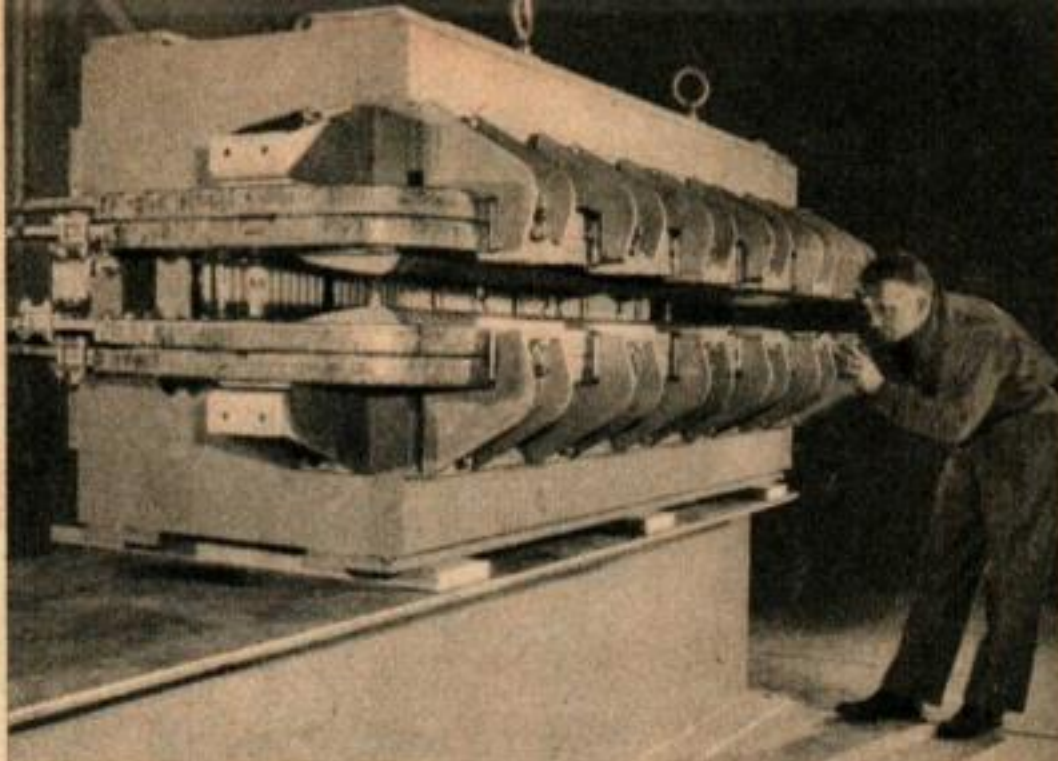
commença en 1956. A l'automne — quatre ans et quelque 155 millions de nouveaux francs plus tard — la gigantesque machine, désignée à Brookhaven comme « l'AGS » commença à tirer d'étranges projectiles sur des milliards d'objectifs invisibles. Les obus et les buts faisaient, les uns comme les autres, partie des plus minuscules parcelles de matière de l'univers.

Pour vous faire une idée de cette petitesse, essayez l'objectif — un noyau atomique — pour la taille. Mesurée au mètre, la largeur d'un tel objectif serait environ 10^{14} fois plus petite qu'un mètre. C'est le chiffre

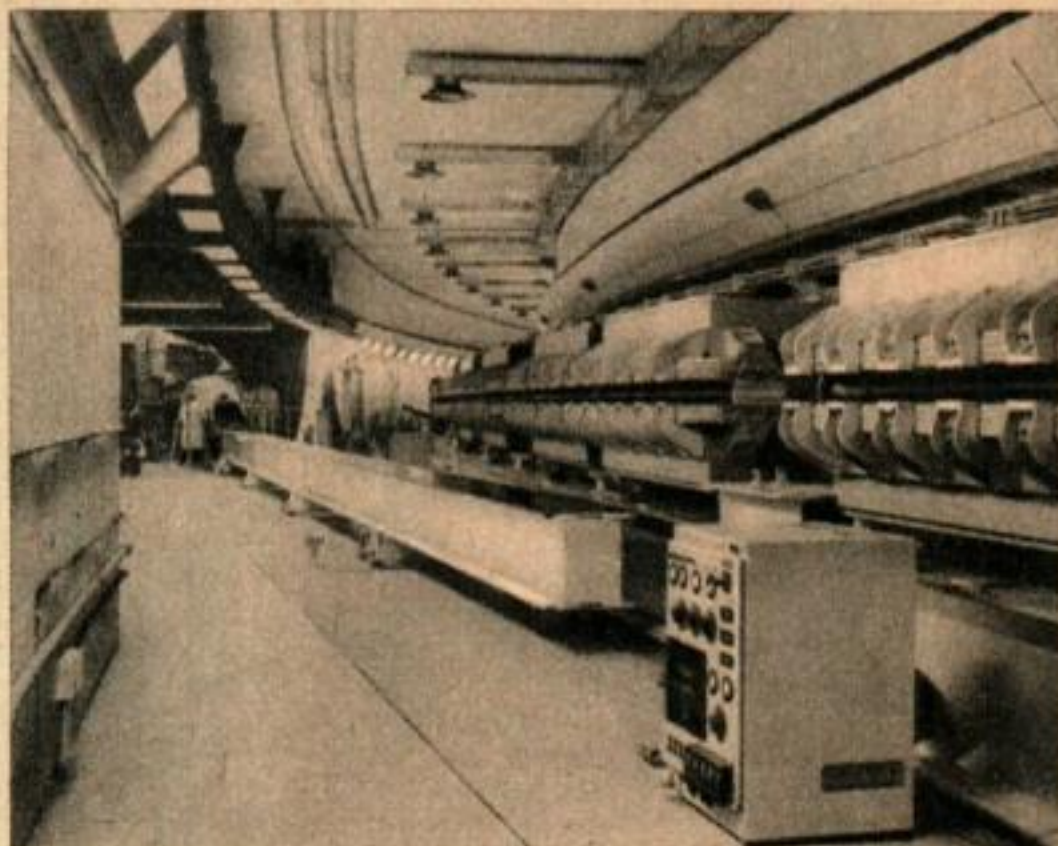
Vue en cours de construction du tunnel dans lequel est logé le « canon », ou synchrotron à gradation alternée. Le tunnel est lourdement blindé.



Chacun des aimants à haute concentration est fait de 2 800 laminations de plaques d'acier. Avec les bobinages, chaque aimant pèse environ 16 t et défléchit le faisceau de protons de $1,5^\circ\text{C}$.

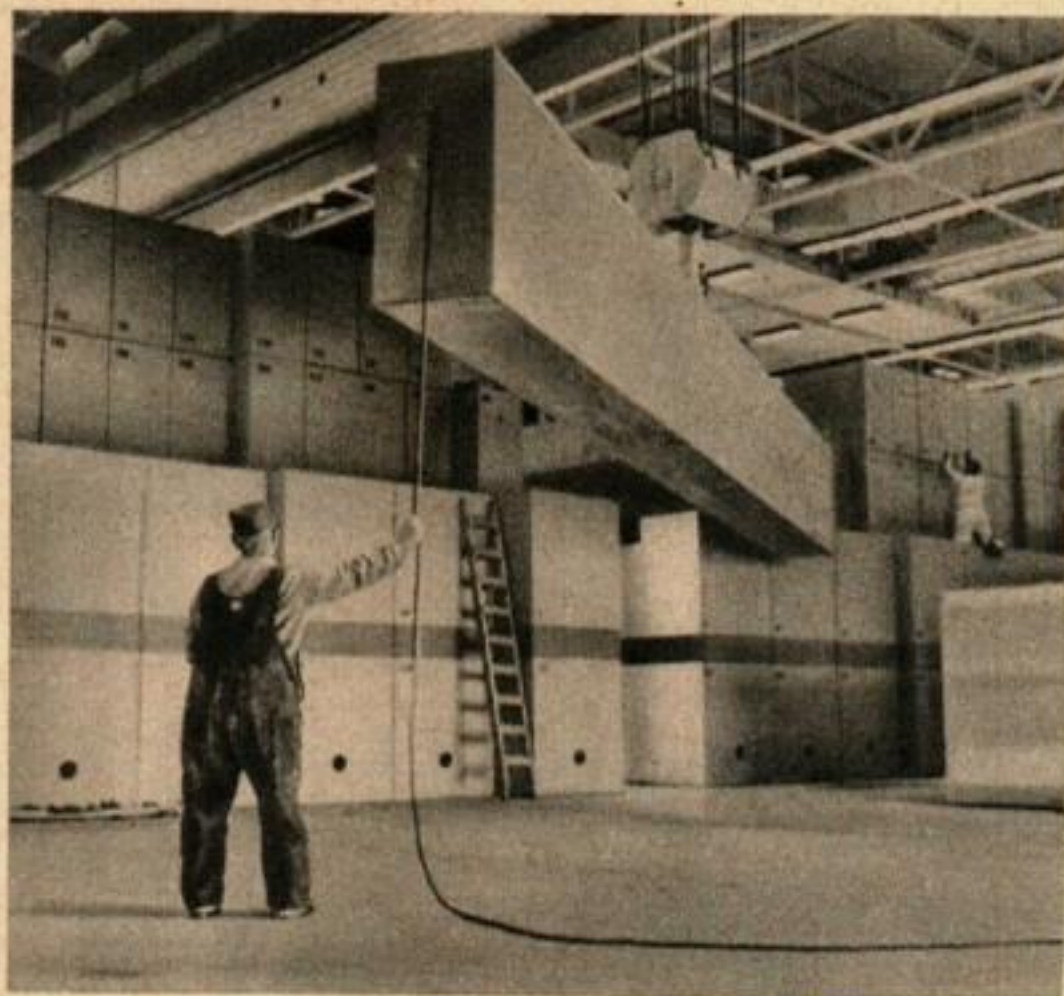


L'accélérateur linéaire (qui repose sur la poutre d'acier centrale) injecte les protons dans l'orbite de l'anneau d'aimants circulaire du synchrotron. Les aimants sont montés sur des piédestals, à droite.



Le pupitre de commande central du synchrotron est une collection de cadrans, de contacts et de tubes cathodiques. Le faisceau de protons prend naissance dans une coupole se trouvant de l'autre côté de la fenêtre.





Les blocs de blindage du bâtiment aux objectifs sont mis en place avec une grue de 40 t. Certains des blocs de béton pèsent 34 t ; 1 440 de ces blocs sont nécessaires.

« un » suivi de quatorze zéros. Les obus sont des protons, d'infinités petits noyaux d'atomes d'hydrogène produits dans le faisceau ionique ou « flux » créé par l'énorme génératrice Cockroft-Walton de l'AGS. Le Synchrotron « tire » un jeu de ces protons contre un matériau-objectif contenant des milliards et des milliards des atomes particuliers faisant l'objet de l'étude.

Les « coups au but » marqués par la technique du « fusil de chasse » permettront aux savants de recréer de rares événements cosmiques qui ne se produisent naturellement que dans les lointains de l'espace. C'est du béant tunnel de Brookhaven que pourraient sortir de nouveaux indices sur les grands secrets de l'univers.

Quelle est l'ultime particule de matière ? De quoi est-elle faite ? Comment est-elle créée ? Quelles sont les forces cosmiques qui relient toutes les particules nucléaires d'un atome en un groupement si incroyablement petit qu'il en faut de nombreux milliards pour constituer un presque invisible point de quoi que ce soit ? Quelle est la clé de l'impénétrable entrepôt de la fabuleuse énergie qui est libérée dans l'annihilation totale de la matière ? Le secret réside-t-il dans l'étrange phénomène de « l'antimatière » qui, ainsi que les savants commencent à le soupçonner, aurait été formée en égale quantité avec l'autre matière lorsque toutes les choses furent créées ? A l'instant où un proton et un antiproton se rencontrent, ils se détruisent l'un l'autre, libérant une énergie mille fois plus grande que celle résultant de la réaction de fusion des atomes dans une bombe à hydrogène. Quelques-unes de ces étranges particules ont été produites

pour de brefs instants dans les puissants « briseurs d'atomes » qui ont précédé le nouveau Synchrotron, amenant les physiciens atomistes à croire qu'il existe quelque fantastique force cosmique maintenant les protons et les antiprotons séparés dans la structure de la matière telle que nous la connaissons. Quelle est cette force, et comment s'exerce-t-elle ?

Les accélérateurs de particules tels que l'AGS fonctionnent comme une sorte de « microscope atomique ». Ils permettent aux savants de composer un tableau de ce qui se trouve à l'intérieur d'un noyau atomique. Mais, plus grande sera l'énergie pouvant être impartie aux protons (ou électrons) servant d'« obus », plus grand sera le nombre « d'événements » se produisant lorsqu'ils atteignent une « cible » nucléaire. Ceci signifie qu'un plus grand nombre des pièces constitutives de la structure du noyau atomique pourront être « vues » tandis qu'elles s'envolent à la suite de chaque collision atomique.

Le premier cyclotron, bâti en 1930, accélérât les particules jusqu'à environ 80 000 électron-volts d'énergie, et ce fut lui qui donna aux physiciens leur tout premier aperçu réel sur quelques-unes des particules de base du noyau atomique qu'ils firent éclater. Dans les années suivant 1950, le Cosmotron de 3 milliards d'électron-volts de Brookhaven, et le Bétatron de 6 milliards d'électron-volts de l'Université de Californie, permirent de produire des faisceaux de particules des milliards de fois plus intenses que les rayons cosmiques de la nature. Ce sont ces gros « canons » qui permirent de décou-

(Suite page 107)

Le plus gros canon atomique ouvre le feu

(Suite de la page 40)

vrir pour la première fois toute une troupe de bizarres nouvelles particules... entre autres les antiparticules.

Les « obus » (le faisceau de protons) du nouveau « canon » de Brookhaven commencent sous forme de gaz hydrogène chaud dans la génératrice ionique Cockroft-Walton du Synchrotron, laquelle remplit une fonction quelque peu similaire à l'étage de lancement d'une fusée. Les protons sont des atomes d'hydrogène décomposés par une impulsion à haute tension et lancés sur leur voie avec une énergie de démarrage initial de 750 000 électron-volts. Ils passent de la génératrice Cockroft-Walton dans le « deuxième étage »... le tube de 33 m de long d'un accélérateur linéaire. Dans celui-ci, le faisceau est injecté à travers 124 « tubes de dérivation » installés le long du centre du « tube du canon » en une série de montages de longueur croissante qui « groupent » les protons représentant les « obus » comme des perles sur le cordon d'un collier.

Des stations de survoltage de radio-fréquence installées le long du chemin accélèrent les protons jusqu'au tiers de la vitesse de la lumière, et ils sont chassés dans le « troisième étage »... l'énorme tunnel circulaire... avec une énergie de 50 millions d'électron-volts.

Lorsqu'ils se trouvent sur la piste de course de 800 m, les « groupements » de

protons sont régularisés. Le faisceau est guidé sur orbite par un chapelet de 240 aimants à haute concentration. Ces monstres, qui mesurent chacun 2,15 m de longueur, ont une section en forme de C et pèsent plus de 16 t américaines, y compris les bobinages en cuivre, et sont le véritable cœur du Synchrotron. Le tube à vide dans lequel passe le faisceau de protons ne mesure que 18 cm de largeur sur 7 cm de hauteur. Il repose comme une couronne longuement étirée entre les mâchoires de l'aimant.

« Le principe de la haute concentration est relativement nouveau, explique Julius Spiro, l'un des principaux ingénieurs de Brookhaven. Il nous permet d'atteindre 30 millions d'électron-volts avec des aimants d'une fraction de la taille de ceux qu'utilisent les Russes dans leur gigantesque machine, laquelle, pour autant que nous en soyons informés, n'a encore jamais atteint les 10 milliards d'électron-volts qu'elle était dite devoir atteindre. » La moitié des aimants ont leurs mâchoires courbées vers l'extérieur pour la concentration verticale ; les autres ont les mâchoires incurvées vers l'intérieur afin de maintenir le faisceau bien serré et bien dirigé horizontalement. Chaque section d'aimant incurve le faisceau de protons de 1,5°.

Tandis que l'anneau aimanté maintient les « obus » sur leur cours pendant qu'elles filent à toute allure autour du grand cercle, douze stations de radio-fréquence aménagées le long du chemin leur donnent une impulsion supplémentaire de 8 000 V chaque fois qu'elles passent... avec un total de 100 000 électron-volts par circuit. Au bout d'une période d'accélération d'une seconde et de quelque 300 000 révolutions, les protons volants ont accumulé 30 milliards d'électron-volts d'énergie et se déplacent à approximativement 300 000 km à la seconde (la vitesse de la lumière !)

Lorsque l'AGS a produit son faisceau à haute énergie, l'idée directrice est de faire quelque chose de celui-ci. Ceci s'obtient de deux manières. En divers points de l'anneau, des « drapeaux » de matériau — grilles de cuivre, plaques de quartz, etc., contenant des atomes que les savants désirent étudier peuvent être avancés sur le chemin du faisceau de protons circulant dans le tube à vide. Dans la collision qui s'ensuit, des débris atomiques s'envolent et sont laborieusement examinés.

Plus intéressant et plus productif est le système de « l'éjection » que l'on pense pouvoir mettre bientôt en application. A l'aide d'une puissante force magnétique, le faisceau sera défléchi hors du cercle et lancé à l'intérieur d'un « bâtiment aux objectifs » dans lequel seront montées de hautes piles de blocs de béton destinées à contenir la radiation produite par les collisions atomiques. Les particules seront dirigées contre des « cibles » et les explosions seront analysées.

Lorsque les « obus » ou protons « font mouche » sur les nucléi ou noyaux servant de cibles, des particules subatomiques volent

dans tous les sens... certaines d'entre elles frappant et faisant éclater d'autres particules en des explosions secondaires. Etant donné qu'une grande partie de ces minuscules parcelles de matière naissent, sont projetées à la vitesse de la lumière, et se désintègrent en d'autres particules ou en énergie épuisée, le tout dans une fraction d'un millionième de seconde, il faut un équipement particulièrement délicat pour les regarder passer. Dans le bâtiment aux objectifs de Brookhaven, les savants utiliseront toute une variété de dispositifs :

Des particules en collision traverseront des piles de plaques photographiques, gravant leurs itinéraires et leurs collisions en trois dimensions à travers les couches d'émulsion. Des scintillomètres émettront de minuscules éclairs de lumière lorsque les particules traverseront leurs cristaux ou leurs solutions liquides. Chaque éclair, capté par des cellules photo-électriques, sera enregistré pour étude future... révélant d'importantes données sur le taux de désintégration de diverses particules. Un autre dispositif est la « chambre à bulles ». Dans une chambre à bulles de 2,05 m, le réservoir contiendra de l'hydrogène liquide sous pression à -250°C environ. Lorsqu'un objectif est atteint par le faisceau, et lorsque des parcelles de noyaux atomiques pénètrent dans le réservoir de la chambre, les particules volantes font « bouillir » l'hydrogène réfrigéré sur leur passage, en raison de la « chaleur » qu'elles dégagent. Ces traînées de bulles sont photographiées par des appareils spéciaux logés derrière l'une des parois vitrées de la chambre.

De tout ceci ressortira une plus grande connaissance de la stupéfiante structure de notre univers. Un conseil consultatif sur la physique des accélérateurs à haute énergie a ainsi joliment défini la chose dans une note adressée au président Eisenhower : « ... Nous sommes en train de peler un oignon couche par couche, chaque couche nous découvrant en un sens un autre univers, inattendu, compliqué et — au fur et à mesure que nous en comprenons plus — étrangement beau. »