N° 486 • MARS 1958 • 120 fr.

SCIENCE et VIE

Belgique 20 fr. Suisse 1 fr. 70

- L'étonnant M. von Braun
- R 875 : attention !
- Les dix secrets du Printemps
- Griffon 02, prince du ciel

la plus grande découverte de tous les temps

Voir page 70

TOURISME 2958
(après les mutations)

Les radiations atomiques pourraient changer l'humanité... Le photographe Marc Foucault a voulu le rappeler en réalisant, avec des yeux et des oreilles d'écureuils, des gueules de boucs et des souches d'arbres (pour les tours de Notre-Dame) cette vision inquiétante de Paris dans 1 000 ans.

Copyright Time Inc. 1957

L'étonnant

M. von Braun

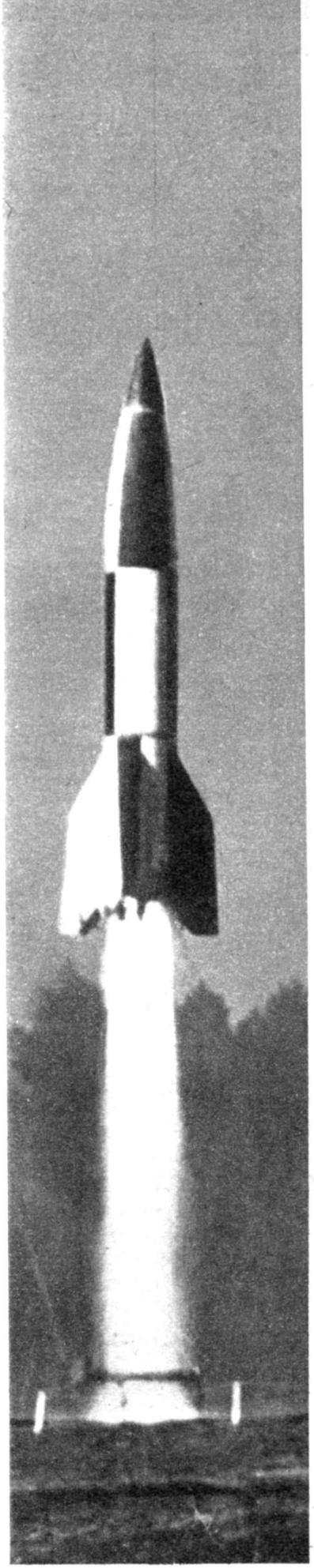
WASHINGTON, 1er février 1958, à 0 h 34 : un homme fait les cent pas dans une salle du Pentagone. Les minutes passent. Soudain, à 0 h 41, avec 7 minutes de retard sur l'horaire prévu, une annonce crépite dans le haut-parleur, venant de San Diego : « L'Explorateur est sur son orbite. » L'homme, qui attendait depuis 7 minutes intolérables, libère l'anxiété qui s'est accumulée en lui par un rugissement formidable. Le même qui avait salué, 15 ans plus tôt, un exploit aussi difficile (à l'époque) que celui qu'il vient d'accomplir en lançant un satellite artificiel... C'était le soir du 6 septembre 1944. Dans un PC allemand, près de La Haye (à Wassenar, exactement), le même homme faisait les mêmes cent pas, comme les officiers qui l'entouraient. Puis le message arriva, envoyé par l'avion d'observation qui attendait depuis dix minutes au-dessus d'une banlieue de Londres, Chiswick : « Coup au but ! »

Le même homme qui avait semé la mort dans le camp allié devait rendre l'espoir aux Américains 15 ans plus tard. Wernher von Braun ne pense pas à ces « petites contingences ». Son regard reste obstinément braqué vers la Lune, l'Espace.

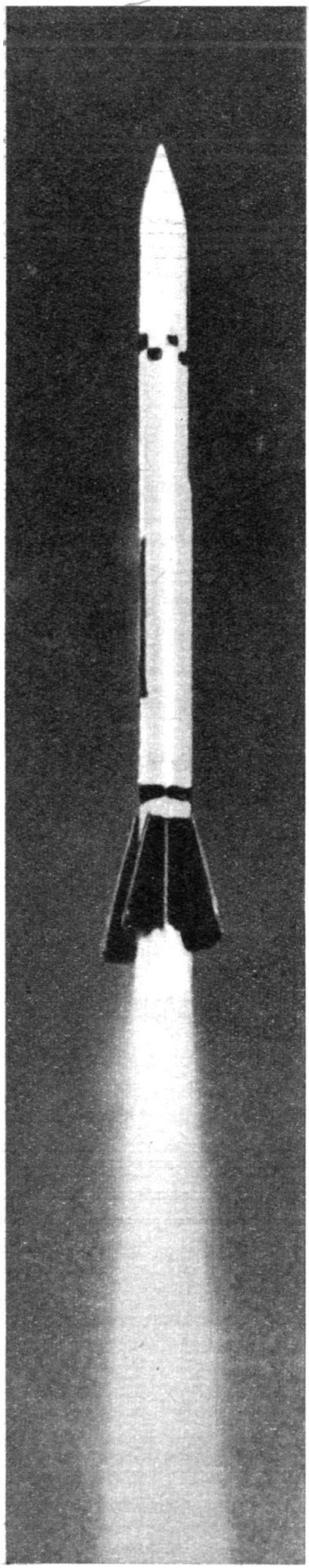
Née du désespoir d'Hitler, la *Vergeltungswaffe* — l'arme de la revanche — était un engin terrible et inconnu, de 14 m et 1 000 kg, filant à 5 600 km/h et atteignant à son apogée une altitude de 80 km. A partir de ce soir de septembre 1944, 3 600 V2 se déversèrent nuit et jour sur l'Angleterre. Il n'y avait pas de parade possible : aucune ne fut jamais interceptée par la R.A.F.

Les expériences sur les fusées, et le nom du jeune génie de vingt ans qui les dirigeait, avaient été deux des secrets allemands les mieux gardés pendant les années qui préparaient la guerre.

Etrange produit de notre XXe siècle, que ce fils du baron Magnus von Braun, grand propriétaire terrien de Silésie, qui destinait Wernher à une carrière aristocratique. Un jour (1930, il a 18 ans), il tombe sous le coup de foudre qui



1944 : V-2

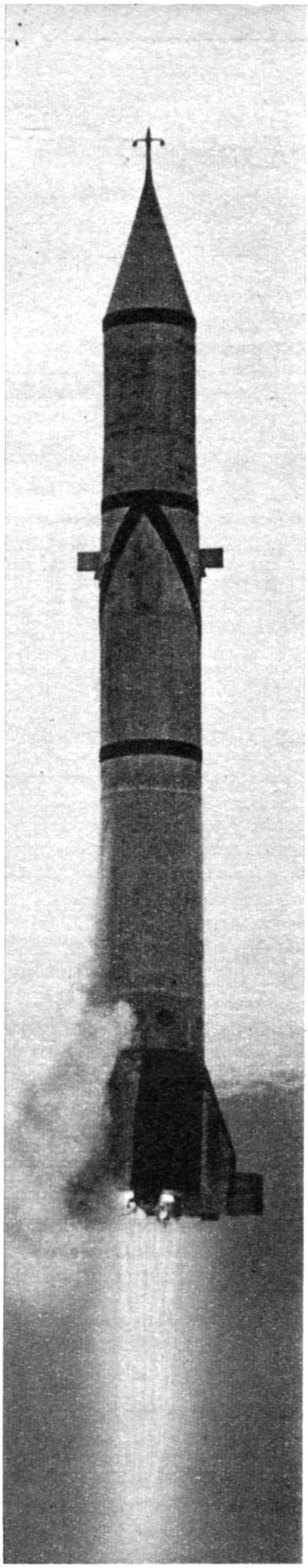


1954 : Corporal

galvanise sa vie : un récit de voyage dans la Lune. « Cela me remplit soudain du besoin ardent de m'envoler dans l'espace et d'explorer l'Univers. » Ne pouvant s'envoler, il s'enferme, avec les ouvrages du grand maître de la fusée : Hermann Oberth. L'été suivant, Oberth engage ce disciple enthousiaste pour l'aider dans ses expériences sur la propulsion par carburant liquide. En automne, von Braun, avec des fonds et du matériel improvisés, organise le Club des Voyages Interplanétaires, installe un terrain de lancement aux alentours de Berlin, dans un vieux champ d'essais que la ville lui loue 100 francs l'année.

JUIN 1932 : il a 20 ans, il a lancé 83 fusées, dont certaines sont montées à 1 500 mètres. Une limousine s'arrête près du terrain, trois hommes en descendent : trois officiers de l'armée allemande en civil. Ils sont venus voir partir une fusée. Mais la fusée refuse de partir. Tout marche de travers, von Braun est au désespoir. Les militaires, cependant, ont compris : ce jeu d'adolescent sera l'arme nouvelle que le Traité de Versailles n'a pas prévue quand il a limité le réarmement de l'Allemagne. Avant de remonter en voiture, les officiers ont promis à l' « enfant prodige des fusées » l'appui de l'armée et des crédits pour ses recherches — la seule chose qui l'intéresse. Et pour assouvir sa passion de l'espace, l'adolescent vend son âme. Il est nommé chef de la station expérimentale de Kunmersdorf. Quatre ans après, il demande le transfert de toutes ses installations, grossies par les largesses d'un Hitler frénétiquement enthousiaste, à Peenemünde : ce sera le laboratoire secret de la V2, sur la Baltique, la cible la plus recherchée des bombardiers de la R.A.F.

1940 : les fusées n'intéressent plus le Führer capricieux, les crédits sont taris, les travaux de von Braun languissent. Il va voir Hitler, l'assomme sous des arguments impressionnants, et bientôt il est en mesure de lui montrer des résultats stupéfiants : la V2, vingt

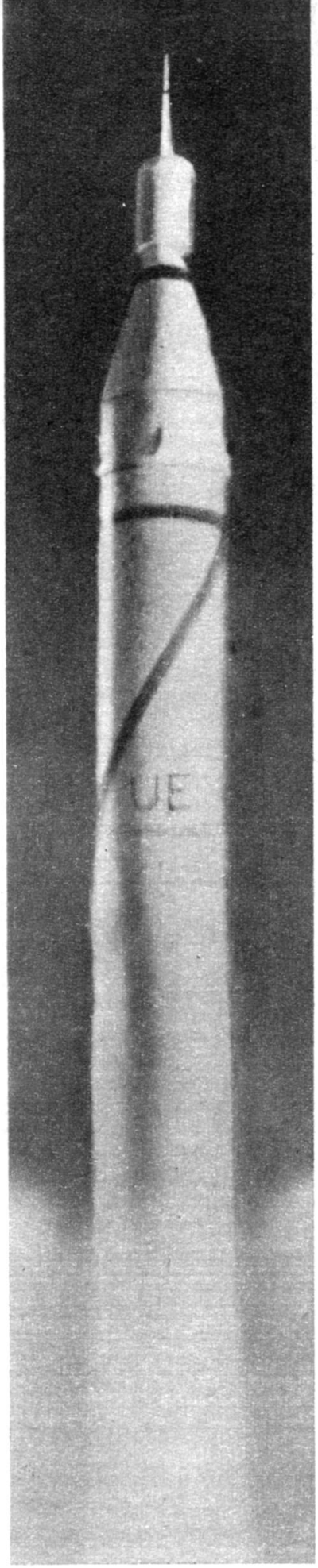


1955 : Redstone

fois plus grande que son prototype de cinq ans auparavant, capable de porter une tonne de charge explosive à 300 kilomètres. Elle ne se laisse ni abattre ni détourner une fois lâchée, et 10 m² de sol suffisent à son lancement. L'intérêt d'Hitler est reconquis : il alloue des milliards, commande sur-le-champ 30 000 exemplaires de l'arme qui doit le sauver de sa perte. Sa décision est irréalisable, démentielle. Voyant l'engouement du Führer pour les engins balistiques, le chef de la Gestapo Himmler veut s'adjuger l'affaire ; il accuse von Braun de rêver de fusées interplanétaires au lieu de pousser le développement de l'arme vengeresse ; von Braun essaie de le raisonner. Quelques semaines plus tard, il est arrêté, emprisonné à Stettin sous l'accusation d'avoir voulu fuir en Angleterre avec les plans de la V2. Il est relâché sur l'intercession directe d'Hitler, se met au travail sur une super V2, qui incorpore à ses yeux l'idéal de la conquête de l'espace. Incidemment, cet engin serait capable de porter une charge de 20 tonnes d'explosifs jusqu'à New York ! Mais, rêvant toujours d'ouvrir la route vers d'autres planètes, il oublie que son engin pourrait bien détruire la nôtre. Et voilà que les bombes anglaises commencent à pleuvoir sur Peenemünde.

MARS 1945 : les Russes sont à 160 kilomètres. Von Braun et 400 de ses meilleurs techniciens fuient, se retranchent dans un hôtel bavarois pour attendre les Américains. Quand von Braun se rend à la 44e division U.S., on ne veut pas croire qu'il est le père de la V2 : « Il est trop jeune, trop bon enfant. »

L'opération « Agrafe » consistait à enrôler les savants de l'Allemagne vaincue, à leur donner un contrat de travail, à les transporter incognito aux U.S.A., dans le plus grand secret, avec des passeports spéciaux et des instructions à la police : « Si le porteur est trouvé blessé, malade ou perdu, il est interdit de l'interroger, et seules les autorités militaires américaines doivent être prévenues, à l'exclusion de toute autorité civile. » La meilleure pièce de ce butin de guerre était Wernher von Braun.



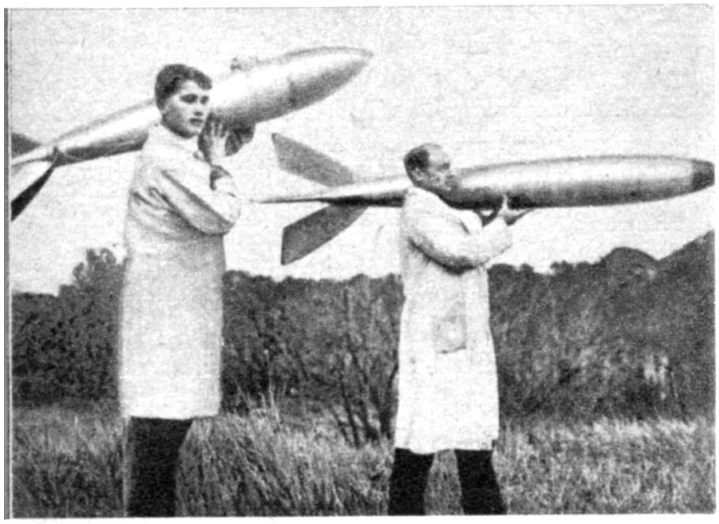
1958 : Jupiter C

1er février 1958 : il y a plusieurs heures que Jupiter C a disparu dans le ciel. A Huntsville (Alabama) ; c'est l'atmosphère des lendemains de grande victoire. Hier, une ville de fileurs de coton et la « capitale mondiale du cresson » — maintenant la ville de l'arsenal Redstone. Hunstville fête ses héros: Wernher von Braun et les anciens de Peenemünde. Pour eux, les Huntsvillois défilent, pavoisent, tirent des feux de bengale, font mugir les sirènes des voitures de police, sonner les cloches des voitures de pompiers. Sur les murs : « Vive von Braun, le plus grand savant du monde », « A nous la conquête de Mars », « L'espace est à nous. » Et, sur la place publique, brûle l'effigie de Charles Wilson, l'ancien Secrétaire à la Défense qui ordonna à l'armée, pour qui von Braun travaille, de limiter ses recherches à des fusées de petit rayon d'action (300 kilomètres).

« Nous aurions pu réussir il y a deux ans », dit von Braun. Alors que l'aviation et la marine n'en étaient qu'à de mirifiques projets sur papier, il aurait déjà pu faire un engin d'une portée de 3 000 kilomètres, en utilisant son Redstone, fils de la V2, comme premier étage d'une fusée Jupiter. Il aurait pu lancer sur son orbite un satellite artificiel, avec des fusées qui étaient déjà au point. Alors que le Vanguard accumulait les échecs, Jupiter se morfondait sur place. Finalement, on lui donna sa chance. Il partit du premier coup. Depuis, lors d'un ultime et pitoyable essai, le Vanguard, qui avait dévié de sa course, dut être détruite en plein vol. Mais le satellite de von Braun ne s'est pas un instant arrêté dans sa course autour de la Terre pour regarder mourir ce favori déchu, avec son malheureux Pamplemousse.

Cet homme, l'enfant terrible de l'Allemagne hitlérienne et de l'Amérique démocratique, est-il un véritable savant, ou un extraordi-

naire promoteur de grands projets, un brasseur d'affaires scientifiques à l'échelle des nations et même des planètes, et qui possède le don de les faire réussir ? Où, exactement, se situe le génie de cet homme dynamique et tonitruant, bel athlète au visage de chérubin méphistophélique, qui, chaque matin, à 8 h 30, descend d'une vieille Chevrolet devant l'arsenal de Redstone ? La sentinelle se met au garde-à-vous devant le « Professeur » — un titre « spécial » de Professeur de Recherche qu'Hitler lui conféra dans un élan de faveur, et qui lui est resté. Il va d'un pas résolu à son bureau, qui ressemble à une chambre forte, à travers les couloirs gardés et une succession de portes blindées qui s'ouvrent d'elles-mêmes devant les gens sûrs, et se referment immédiatement derrière eux. Mais von Braun ne s'attarde pas dans son bureau. Il lui démange d'aller sur le tas,



A 18 ans : un génie des fusées.

il lui faut voir et toucher le mécanisme de ses engins. C'est pourquoi on a dit qu'il est un mécanicien de génie, mais pas un grand théoricien.

Et pourtant, cet homme actif, pratique, dont la technique est éminemment germanique dans sa solidité (c'est par là que le Jupiter C a triomphé de l'élégant et nerveux Vanguard, farci de subtils appareillages électroniques), cet homme est un penseur. Tous les gens qui l'ont approché ont été frappés par son intelligence extraordinairement universelle, claire et cultivée, et reviennent avec l'impression d'une espèce de philosophe de notre âge technologique, obsédé par le souci de tirer un enseignement moral de toute son expérience d'homme de science et de grand technicien. C'est peut-être un besoin personnel de justifier, par une humilité religieuse, son œuvre quasi diabolique qui aboutit à la fois à l'engin balistique intercontinental, porteur d'une ogive nucléaire semant la mort, et le vaisseau de l'espace qui brisera la dernière chaîne de l'homme : celle de la pesanteur qui le retient à la planète Terre.

Mais toujours présent au fond de von Braun, il y a l'incurable romantique de l'espace, le visionnaire de l'Univers. « Cet homme ne pense qu'à une chose : arriver à la Lune, dit un officier américain qui travaille avec lui. Qu'il y ait la paix ou la guerre dans notre monde, cela ne l'intéresse qu'en second, après sa passion. Tout ce qui s'envole, toutes les étoiles du ciel lui font envie. » Quand on lui demande : « Pourquoi donc aller à la Lune ? », il répond : « Parce que c'est possible, les moyens techniques existent. » Pour lui, l'astronautique est une réalité.

Opération Lune

« Il faut, dit von Braun, définir tout de suite un programme de l'espace, organiser, d'une façon cohérente et dans ce but précis, l'activité de chimistes, physiciens, biologistes, ingénieurs, médecins, techniciens. Il faut commencer à entraîner les hommes qui s'envoleront dans les fusées interplanétaires. Il faut même se mettre immédiatement au stade industriel de l'astronautique et étudier la standardisation des pièces des différents étages de la fusée, par exemple. » La passion qui consume von Braun est guidée par un esprit méthodique et très germanique.

Sa communication, présentée au Congrès International d'Astronautique de Londres, fit sensation : c'était le calendrier détaillé d'une expédition de 869 jours à la planète Mars. De ce projet, von Braun a tiré un roman, qui deviendra peut-être le manuel pratique des explorateurs de l'espace quand la réalité aura rejoint l'anticipation. C'est là qu'on trouve son fameux satellite, l'île volante qui sera édifiée sur son orbite avec des éléments préfabriqués, débarqués d'un astronef, assemblés par des monteurs en scaphandres étanches et se déplaçant dans le vide grâce à de petits moteurs-fusées. Ce sera la station-service de l'espace, le laboratoire le plus fantastique jamais imaginé... et sans doute réalisable ; ce sera le tremplin d'où l'homme sautera vers les régions encore plus éloignées de l'espace et ouvrira devant lui les portes du ciel.

L'étonnant M. von Braun : il sera peut-être le premier homme à mettre pied sur la Lune. Parce qu'il est venu à bout, deux fois, de l'opposition des chefs militaires et civils aux projets de « science-fiction » qu'il échafaudait. Parce qu'il sait s'entourer des savants qu'il faut. Et parce qu'il aura su mettre l'argent de la guerre au service d'un rêve.

S. V.

Energie

A Harwell, notre reporter s'entretient, devant l'appareil Zéta, avec son créateur, Robert Carruthers. La machine-fantôme fut dévoilée le 24 janvier. Ce jour-là, Angleterre et U.S.A. annonçaient au monde leurs progrès dans la course à l'énergie H contrôlée. Les Anglais avaient obtenu dès le 30 août dernier des températures de 5 000 000° C pendant quelques millièmes de seconde. Les Américains ont réalisé 6 000 000° pendant des millionièmes de seconde. Des neutrons ont été détectés, provenant très certainement de réactions de fusion thermonucléaire. Mais le plus important, dans ces expériences, sont les températures atteintes et leur durée. On se trouve encore dans le *no man's land* de la fusion et la présence de neutrons n'est encore qu'une affaire de curiosité. Il faudra atteindre des chaleurs de centaines de millions de degrés pour obtenir un gain d'énergie. Les Britanniques sont convaincus que le principe de Zéta (dont un facteur est encore secret) est bon. Le soir de la déclaration officielle, à la BBC, notre envoyé Georges Dupont annonçait ces résultats au monde de langue française.

Le 10 octobre dernier, en fin d'après-midi, se produisit un événement révélateur.

Il y eut alerte à l'usine atomique de Windscale, où se fabrique la plus grande partie du plutonium anglais. Sur les cadrans de contrôle, les aiguilles marquaient des températures menaçantes. Devant la catastrophe possible, les physiciens se forçaient au calme et tâchaient de comprendre... Une explosion avait eu lieu dans un des deux réacteurs, au cœur de l'énorme amas de blocs de graphite. La chaleur avait fondu l'aluminium où sont enveloppées les cartouches d'uranium, et le métal brûlait au contact de l'oxygène qui sert à refroidir la pile.

Un ouragan de vapeurs radioactives s'engouffra dans la cheminée de 126 mètres et, au mépris des filtres, fit irruption dans le ciel avec toute sa charge de poison (strontium 90 inclus), qui se déversa sur la campagne.

Des inspecteurs se répandirent dans la région, passant l'herbe, le bétail, le lait, les œufs, les hommes au compteur Geiger. De l'iode radioactif 131, qui s'était accumulé dans la thyroïde du bétail, apparut au bout de quelques jours dans le lait. On jeta tout le lait de 150 fermes, et la mesure s'étendit ensuite à mille autres. Les animaux, avant d'être envoyés au marché, étaient marqués d'une grande croix jaune, et on leur coupait la thyroïde tout de suite après l'abattage. Les 700 000 habitants de Manchester s'inquiétèrent pour leur eau. Les enfants furent mis au jus d'orange et passèrent à la brosse deux fois par jour. Les mineurs refusaient de descendre dans les puits. Le per-

SIX ANS APRÈS LA PEUR

"H" domptée

Une grande enquête de GEORGES DUPONT

sonnel de la centrale atomique de Calder Hall, voisine de Windscale, se réunit pour savoir s'il fallait continuer à travailler. L'Angleterre avait peur, l'avenir atomique était sombre, et les déclarations rassurantes de l'Atomic Energy Authority luttaient mal contre les retombées radioactives de Windscale. De communiqué en communiqué, il devenait clair que l'Angleterre avait échappé de justesse à un désastre.

L'accident, « selon des sources officielles », aurait été causé par des expériences « de caractère militaire » qui, pour des raisons inexpliquées, auraient contrarié une opération d'entretien dans la pile : l'opération Wigner, qui consiste à surchauffer les ralentisseurs en graphite afin de relâcher les dangereuses tensions internes causées à la longue par la fission.

Mais, à l'étranger, des hommes dont c'est le travail de savoir où en sont les autres pays dans leurs recherches nucléaires, attachèrent une signification très particulière à l'accident de Windscale. Dans leur esprit, il se fit un rapprochement intéressant entre le mystérieux incendie et certaines expériences ultra-secrètes menées dans les laboratoires de Harwell.

Ces expériences portaient sur le problème scientifique n° 1 de notre époque : la fusion thermonucléaire contrôlée, la domestication de la plus formidable source d'énergie de l'Univers, celle qui fait marcher le Soleil et la bombe H.

L'accident était-il dû au fait qu'on fabriquait ce jour-là, dans l'une des deux piles de Windscale, un « carburant » de la fusion, le tritium, destiné aux expériences de Harwell ? (On fabrique le tritium en irradiant du deutérium. Deutérium et tritium, deux isotopes de l'hydrogène, sont les combustibles de la bombe H. On obtient assez facilement le deutérium, mais le tritium est encore une substance rare.)

Voici ce qui a pu se passer à Windscale le 10 octobre : pour ne pas déranger la réaction nucléaire dans la pile, on avait mis le deutérium dans des récipients de matière très légère, qui absorberait le moins possible de neutrons (ce sont les neutrons en mouvement à l'intérieur d'une pile atomique qui provoquent la fission et entretiennent la réaction en chaîne). Ces récipients avaient été conçus pour résister aux températures normales. Mais, dès que fut déclenchée l'opération Wigner, les récipients éclatèrent. Le deutérium, qui se comporte chimiquement comme de l'hydrogène ordinaire, explosa et fit fondre l'aluminium qui entoure les éléments radioactifs.

Ainsi Harwell, grand centre de la recherche nucléaire anglaise, recevait du tritium ! Cela intéressait prodigieusement les autres puissances atomiques, qui toutes, ces dernières années, ont lancé leurs meilleurs cerveaux scientifiques à la conquête de l'énergie H.

C'est pourtant de Harwell, enrobé dans son mystère officiel, qu'en avril 1956 le monde avait reçu les premières révélations sur les progrès de la fusion contrôlée... de la bouche d'un savant soviétique. Ce personnage théâtral, avec une barbe en éventail qu'il soignait fanatiquement, portant avec une suprême élégance le fume-cigarette interminable qui n'aurait pas

Kourtchatov (U.R.S.S.) : sa bombe pacifique fit trembler Harwell.

déparé une star d'Hollywood, s'avança froidement sous les feux de l'actualité mondiale, tandis que, derrière lui, rentrant momentanément dans la pénombre, un petit homme replet se réjouissait et un vieillard à barbiche souriait paternellement. C'était l'académicien Igor Kourtchatov, qui, jusque-là s'était confondu dans la suite de MM. Khrouchtchev et Boulgamine, en voyage officiel en Angleterre. Et voilà qu'à la fin d'une visite toute protocolaire des établissements de Harwell, où l'on avait fait voir aux hôtes soviétiques juste ce qu'il fallait, Igor Kourtchatov se mit à déballer un attirail complet de conférencier ambulant et, ayant fait distribuer des traductions anglaises à son auditoire ébahi, sortit de sa poche un papier intitulé : *Sur la possibilité de produire des réactions thermonucléaires dans une décharge gazeuse.* « Avec la permission du Parti et du Gouvernement », il commença un exposé dramatique, inattendu, remarquablement limpide, teinté d'humour. Fascinés par cet audacieux coup de théâtre, les Anglais apprenaient les efforts soviétiques pour créer des températures colossales, avec d'énormes décharges électriques à travers du deutérium scellé dans un tube de verre.

S'aidant de graphiques et de projections, Kourtchatov montra l'étrange comportement du gaz sous l'effet du courant : la matière se ramassait en une colonne fulgurante au centre du tube et, d'abord raidie, devenait une forme vivante et ondulante, une espèce de serpent versatile et capricieux, fuyant et inconstant, qui finalement se relâchait complètement. Kourtchatov estimait que les savants soviétiques avaient obtenu, pendant une infime fraction de seconde, des températures approchant un million de degrés centigrades, les plus élevées qu'on eût jamais réalisées en laboratoire. Le serpent de feu n'était pas viable, il s'évanouissait au bout de quelques millionièmes de seconde. Mais il avait eu le temps d'émettre des neutrons. Etaient-ce les premiers indices du dégagement d'énergie attendu par tous les physiciens du monde ? Avait-on, pour la première fois, réussi une réaction thermonucléaire contrôlée, bien que la température fût encore bien en dessous de ce qu'il fallait ? Probablement non, mais on approchait du moment fatidique où l'on allait amorcer une véritable fusion nucléaire en laboratoire !

L'exposé de Kourtchatov fit sensation dans le monde.

L'étonnement venait du fait que quelqu'un — et ce quelqu'un était un Russe — avait osé parler publiquement, avec l'approbation de son gouvernement, du sujet tabou : la fusion contrôlée.

C'était une déchirure dans le lourd voile du secret. Le voile allait-il tomber définitivement ? Kourtchatov avait levé de grands espoirs outre-Atlantique, où les savants se morfondaient, bâillonnés par l'Atomic Energy Commission, enfermés dans la politique inflexible du silence. Mais l'ère de la confiance n'était pas ouverte. On ferma les portes à double tour, on mit une seconde épaisseur de rideaux aux fenêtres des laboratoires, et les paroles de Kourtchatov furent bientôt ensevelies sous le silence, qui s'accumule depuis deux ans, comme du sable apporté par le vent.

Depuis des années, on s'efforce de capter les

Cockroft (Grande-Bretagne) : l'énergie H sortira de Zéta.

ressources gigantesques d'énergie qui sommeillent au fond des atomes d'éléments légers ; de dompter l'engin terrifiant qui, le 1er novembre 1952, avec une force de 5 mégatonnes, volatilisa l'îlot d'Elugelab, dans l'atoll d'Eniwetok, et laissa à sa place, au fond du Pacifique, un cratère profond de 50 mètres et large d'un kilomètre et demi ! Les explosions apocalyptiques de mars et avril 1954 furent quatre fois plus puissantes. Les possibilités destructives de la bombe H apparurent comme illimitées et, à côté d'elle, la bombe A n'était plus qu'une arme primitive, bonne tout juste à fournir l'étincelle qui amorce la conflagration cataclysmique.

Le bruit de la première bombe H fit oublier le drame qui s'était joué, trois ans auparavant, derrière la façade de marbre de l'Atomic Energy Commission, à Washington. Le 29 octobre 1949, le grand physicien Robert Oppenheimer présidait une réunion d'experts où devait être décidée une question d'une suprême importance : fallait-il faire la bombe H ? La première explosion atomique russe venait de mettre fin au monopole américain. Beaucoup de gens, aux U.S.A., pensaient que la seule riposte possible à la bombe A des Russes, était une bombe H américaine. Oppenheimer s'y opposait : à son avis, elle était immorale, trop coûteuse, trop incertaine (bien que l'étude des réactions thermonucléaires fût menée à Los Alamos depuis l'été 1945 — donc avant toute explosion atomique — par Edward Teller, qui, lui, était convaincu que la bombe H était possible), inutilement dévastatrice, et finalement, *susceptible d'aucune application pacifique.*

Oppenheimer perdit. Son statut passa en une nuit de celui de président du Comité consultatif de l'Energie atomique à celui d'un homme disgracié, impliqué dans une triste affaire d'espionnage, harcelé par une Commission d'enquête. Il faisait l'objet de vingt-quatre chefs d'accusation, dont le dernier : avoir voulu enrayer la recherche thermonucléaire américaine. Son cas — celui d'un Galilée du XXe siècle — symbolisera longtemps la conscience torturée du savant moderne. Mais avait-il raison ? Il n'attendait, pour l'humanité, aucun avantage de la fusion. Aujourd'hui, le monde attend d'elle la plus grande révolution pacifique de son histoire.

L'heure H allait tonner. Dans les derniers instants, Edward Teller, le « père de la bombe à hydrogène », considéra ce que la réussite ou l'échec allait signifier pour l'avenir :

> **« L'explosion qui va se produire dans quelques heures ne fera pas seulement la preuve qu'une bombe fonctionne. Si elle réussit, elle donne accès à une source d'énergie bien plus importante que l'énergie atomique mise à notre disposition par Fermi, en 1942 ! »**

Quelle est donc cette force remarquable ? A la dernière Conférence atomique de Genève, se trouvait un homme dans l'esprit duquel avait germé, en 1928, une idée qui allait grandir et devenir la bombe H. C'est le savant allemand Frédéric Houtermans. Il avait été très préoccupé, il y a trente ans, de savoir d'où vient l'énergie des étoiles. Il finit par comprendre : elle est due à l'activité violente des noyaux d'atomes au cœur de ces fournaises ardentes que sont les étoiles chauffées à blanc. Et ce fut la clef avec laquelle l'Américain Bethe, dix ans après, ouvrait les secrets du Soleil. Car, il savait que dans l'astre de feu, de vastes quantités d'hydrogène, comprimées dans une enveloppe extérieure, se transforment en une pâte huit fois plus lourde que le plomb. Dans cette purée incandescente, les atomes d'hydrogène sont perpétuellement jetés les uns contre les autres, propulsés par d'énormes chaleurs. En se rencontrant, ils fusionnent, et de la fusion de quatre atomes d'hydrogène sort un atome d'hélium — la matière solaire par excellence. Cet atome pèse un peu moins que les quatre atomes d'hydrogène dont il est issu, et cette perte de masse se traduit par une libération d'énergie, sous forme de neutrons, de chaleur et de lumière. L'énergie solaire rayonne sur la surface de la Terre à raison de 2 000 000 d'eV au km², faisant vivre les plantes, les animaux et l'homme. Sans elle, notre planète serait un désert.

Teller (États-Unis) : après Eniwetok, le grand silence.

Chaque seconde, 600 millions de tonnes d'hydrogène se transforment dans le Soleil en 596

millions de tonnes d'hélium. Et chaque seconde, le Soleil perd 4 000 000 de tonnes de sa masse. A ce rythme, il devrait s'éteindre dans 40 milliards d'années. Mais peut-être l'humanité, alors maîtresse de toute la nature et de tout l'Univers, saura-t-elle raviver le feu du ciel.

Dès maintenant, les savants préparent la synthèse de cette énergie solaire : ils vont recréer des soleils sur la Terre. Et déjà la fission de l'atome, qui depuis Hiroshima a soulevé toutes les craintes et tous les espoirs, est à la veille d'être une source d'énergie démodée.

Fission, fusion ! En quoi ces deux forces sont-elles différentes ? L'énergie de la fission est produite par l'éclatement du noyau atomique d'un corps lourd, comme l'uranium, quand un neutron vient le frapper. Il s'ensuit une réaction en chaîne qui ressemble à une explosion de dynamite : un choc mécanique amorce l'explosion, et les ondes de choc qui résultent de la rupture des molécules instables se transmettent d'une molécule à l'autre. Ainsi, dans la fission, ce sont les neutrons qui déclenchent la réaction, chaque fission libérant des neutrons qui brisent de nouveaux noyaux d'uranium.

Une réaction de fusion, c'est tout autre chose. Cela ressemble, au contraire, à une combustion ordinaire. Quand un corps brûle, des molécules se combinent, et leur réaction chimique produit de l'énergie. Pour fusionner, il faut que les molécules entrent violemment les unes dans les autres, et pour cela il faut que le corps soit chauffé. C'est exactement ce qui se passe au niveau des noyaux d'hydrogène, dans la fusion. Seulement, le redoutable problème, ici, est le point d'allumage, fantastiquement élevé : des centaines de millions de degrés. C'est là l'origine de toute une série de questions terrifiantes qui confronte les savants. Cette énergie engendrée par le Soleil et les étoiles depuis des milliards d'années et dont l'homme vient tout juste de découvrir le secret, pose des problèmes complètement différents de l'énergie A. Amorcer la réaction thermonucléaire d'une manière « pacifique », faire qu'elle s'entretienne d'elle-même comme le feu continu du Soleil, et enfin mettre sa puissance au service de l'homme : voilà le programme le plus difficile et le plus grandiose dont la science ait jamais été chargée.

A travers les déclarations et les silences officiels, nous arrivent des indications de plus en plus pressantes que la science et la technique sont à la veille d'une conquête étincelante. Les perspectives qui s'ouvrent sont vertigineuses.

Car la mine intarissable du combustible de demain, c'est l'immensité même des océans, la plus grande réserve d'énergie au monde, et qui n'a jamais encore été exploitée. Cette énergie est scellée dans les noyaux d'atomes du deutérium, isotope lourd de l'hydrogène, que l'on trouve dans n'importe quelle eau. Pour les générations à venir, ce sera le « combustible ultime », immortel, indéfiniment renouvelable. Et bien qu'une petite partie seulement de l'hydrogène de l'eau naturelle soit du deutérium (un atome de deutérium pour 6 400 d'hydrogène ordinaire), elle est suffisante pour que l'énergie en puissance dans un litre d'eau soit 350 fois supérieure à celle d'un litre de pétrole ! En « brûlant » intégralement le deutérium et ses produits (tritium, hélium) dans le cycle thermonucléaire, on tirerait de chaque noyau de deutérium une énergie de 7 000 000 électron-volts : c'est-à-dire 86 000 000 kWh par kg de combustible ! Avec la même quantité de pétrole, on obtient 6 kWh ! On a calculé que deux tasses d' « eau lourde » (oxygène et deutérium) fourniraient autant d'énergie que 250 tonnes de charbon. Aux U.S.A., on extrait déjà (à d'autres fins atomiques) des quantités de deutérium qui couvriraient plusieurs fois tous les besoins en énergie de l'Amérique, si seulement on savait les « brûler ».

Du jour où l'homme parviendra à domestiquer la fusion, il disposera d'une source d'énergie pratiquement inépuisable. Voici ce que prédit Francis Perrin, Haut Commissaire de l'Energie Atomique :

« Le monde entre dans la dernière phase de la mise au point de l'énergie thermonucléaire. La seconde révolution atomique est à nos portes. La fusion atomique, quand elle sera accomplie, nous donnera de l'énergie pour des centaines de millions d'années. »

L'épuisement des sources d'énergie : hantise des esprits que préoccupe l'avenir du monde. Les produits d'origine fossile — charbon, pétrole — après avoir mis en marche les formidables rouages de notre civilisation industrielle, vont nous faire défaut. Les pays les plus riches, comme les pays les plus déshérités, se sont accrochés à un espoir immense : l'uranium. L'électricité sort déjà les premières centrales à fission. Le « minerai atomique » constitue une réserve mondiale cinquante fois plus importante que ce qui reste de charbon et de pétrole. Mais lui aussi est tarissable. Il reculera l'effroyable crise d'énergie qui se dessine à l'horizon, mais ne la remettra pas à l'infini. La consommation d'électricité double tous les dix ans : les pays arriérés rattrapent leur retard, la population du globe augmente, les besoins de la technique sont insatiables. Dans cent ans, elle sera 1 000 fois celle d'aujourd'hui. A ce rythme, il faudra vingt-cinq ans pour vider les gisements d'uranium et de thorium, trois ans pour gratter les dernières veines de charbon,

deux mois pour dessécher les puits de pétrole.

L'humanité se trouverait alors au bord de la catastrophe. « Faute d'énergie suffisante, l'homme retournera-t-il à la barbarie ? » se demande un savant anglais. Mais avec la fusion contrôlée, ce problème serait à tout jamais résolu. Comprend-on bien ce que cela signifie ?

Une source d'énergie prendra la relève d'une autre, mais c'est beaucoup plus que cela : une énergie en abondance illimitée, quasiment gratuite, d'une puissance inimaginable, donnera à notre civilisation des possibilités de développement dont la seule idée aujourd'hui nous éblouit. Si une force matérielle est capable de libérer l'homme moderne, ce ne peut être que celle-là.

L'ingénieur croit rêver. Il aura enfin la source d'énergie parfaite, idéale. Car sa « pierre philosophale », à lui, a toujours été une énergie capable de générer directement de l'électricité, sans avoir à passer par le cycle chaleur-vapeur-turbine-générateur. La fusion est capable de cela. Dans la centrale de demain, une masse électrisée, en vibration violente, engendrera par induction d'énormes puissances électriques.

La fission de l'atome s'accompagne d'un danger terrible : la radioactivité, qui a introduit dans le monde la menace de mutations encore mal connues. Le plutonium est un milliard de fois plus toxique que le plus violent poison chimique qui soit. Si ces radiations funestes s'échappaient d'une pile atomique, elles empoisonneraient tout. Pour retirer les éléments d'uranium de la pile, il faut des précautions infinies. Et tôt ou tard, il faut pouvoir s'en débarrasser. Comment ? Les Américains ont calculé que si la fission leur fournissait aujourd'hui toute l'énergie dont ils ont besoin, les déchets (pour lesquels il faudrait bien trouver un dépotoir) atteindraient, en une année, la radioactivité de 200 000 bombes A ! Dans cinquante ans, compte tenu de la croissance des besoins énergétiques, la radioactivité des déchets équivaudrait à 8 000 000 000 d'explosions de bombes A par année ! Le problème devient insoluble. Demain nous offrirait le spectacle des équipes d'évacuation de déchets radioactifs, dans leur scaphandre de protection, emportant de nuit, sur des véhicules blindés, leur cargaison maudite ; allant la déverser loin dans la mer ; ou bien l'enfouir dans la terre, dans des zones-cimetières toujours plus envahissantes, si bien que l'humanité s'entasserait sur quelques « îlots salubres » de moins en moins nombreux ; ou bien, comme l'a proposé le physicien américain Freeman, chargeant ces déchets sur des satellites artificiels, ou même des fusées interplanétaires, pour s'en défaire sur Mars ou sur la Lune !

La fusion, au contraire, est de tout repos. Le flux intense des neutrons contaminera, bien sûr, l'enceinte du réacteur, qu'il faudra isoler ; mais la fusion ne laissera pour ainsi dire pas de déchets radioactifs. De plus, un réacteur à fusion ne s'emballera pas. L'humanité peut souffler.

Mais voilà : la fission est une énergie qu'on a réussi à dompter, qui est déjà exploitée industriellement. La fusion, on ne sait l'obtenir encore que sous sa forme la plus sauvage : la déflagration d'une bombe H, déchirant l'espace avec une force incontrôlable, ne servant à rien qu'à détruire. Pour amorcer la réaction, on utilise une « allumette » capable de développer instantanément plusieurs dizaines de millions de degrés : la bombe A.

Mais pour que la fusion se fasse utilement, sous une forme réglable et inoffensive, et aussi pour qu'elle se maintienne (car dans la bombe on ne cherche que l'effet court et foudroyant), il faut trouver un autre moyen que la bombe A pour la déclencher.

Voici les choses étranges qui se passent dans un litre de deutérium, à mesure qu'on élève sa température jusqu'à celle des étoiles.

A la température ordinaire et à la pression atmosphérique normale, les molécules de gaz se promènent à leur vitesse de croisière : 5 000 km/h. Aucune fusion n'a lieu.

On chauffe à 5 000°. La violence des collisions a réduit les molécules en atomes. La pression est maintenant de 40 atmosphères, et la vitesse moyenne des atomes de 65 000 km/h. Le gaz commence à s'agiter.

On chauffe à 10 000° (imaginons-le, du moins, car à cette température-là, aucun récipient ne « tiendrait le coup »). Les atomes ont été réduits en *plasma*, le « quatrième état de la nature » : un chaos d'électrons libres et de noyaux dénudés, électrisés et décortiqués de leurs électrons. C'est sur cet état particulier de la matière que porte la recherche thermonucléaire. La pression est maintenant de 1 500 atmosphères. Vitesse des électrons : 16 000 000 km/h, et les noyaux eux-mêmes, pourtant beaucoup plus lourds, se déplacent à 300 000 km/h. Mais ils n'ont toujours pas l'énergie suffisante pour vaincre les forces de répulsion de leurs charges électriques. A cette température, on obtiendra tout juste une fusion de deux noyaux tous les cinq cents ans.

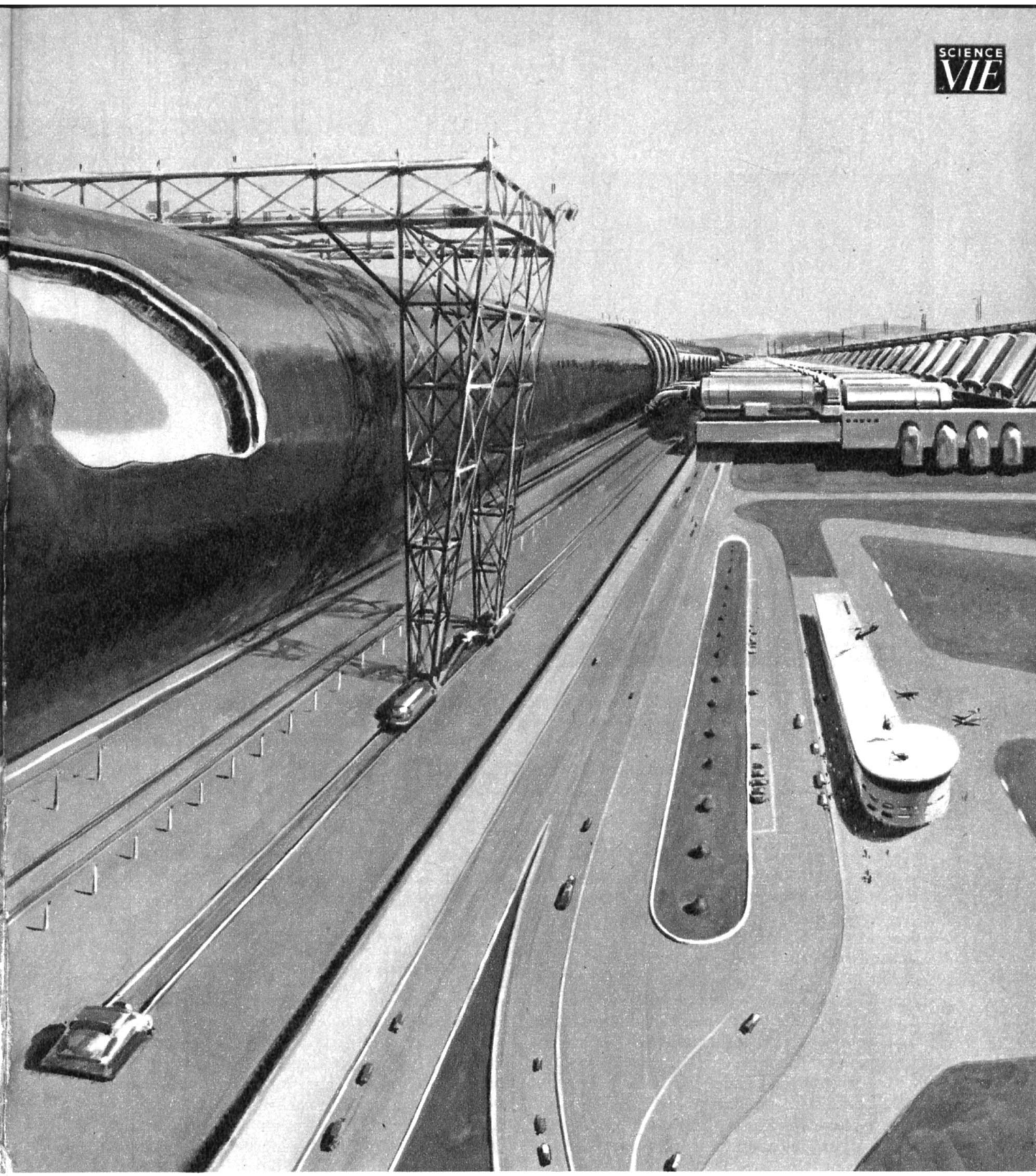
A 1 000 000°, la fréquence des réactions de fusion sera d'un milliard de milliards de fois plus élevée, mais le dégagement d'énergie est encore insignifiant.

100 000 000° ! Pression (tenons - nous bien) : 15 millions d'atmosphères ! Les électrons filent à une vitesse de 150 000 km à la *seconde*. Tous les noyaux réagissent immédiatement les uns sur les autres, et de cette réaction

SUITE PAGE 78

Dans la cuve infernale du Dr Hsue-Shen

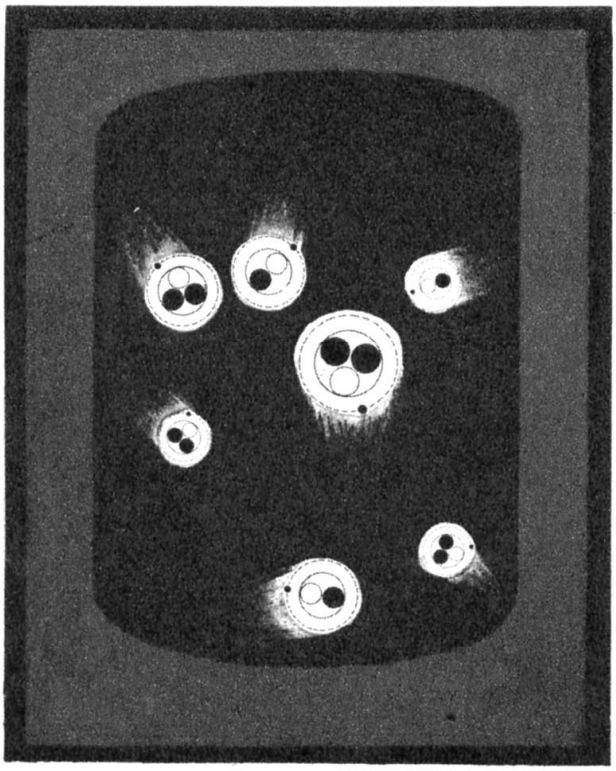
Si ce projet de centrale thermonucléaire ne venait pas d'un physicien sérieux, le Dr Hsue-Shen Tsien, on le mettrait au compte d'un délire. La chaudière géante (1 km de long, 100 m de diamètre) est en graphite. Un gaz d'hydrogène lourd serait envoyé sous pression à travers les parois poreuses : il tapisserait l'intérieur d'une couche refroidissante, et servirait en même temps, au cœur de la chaudière, de combustible à la flamme, qui



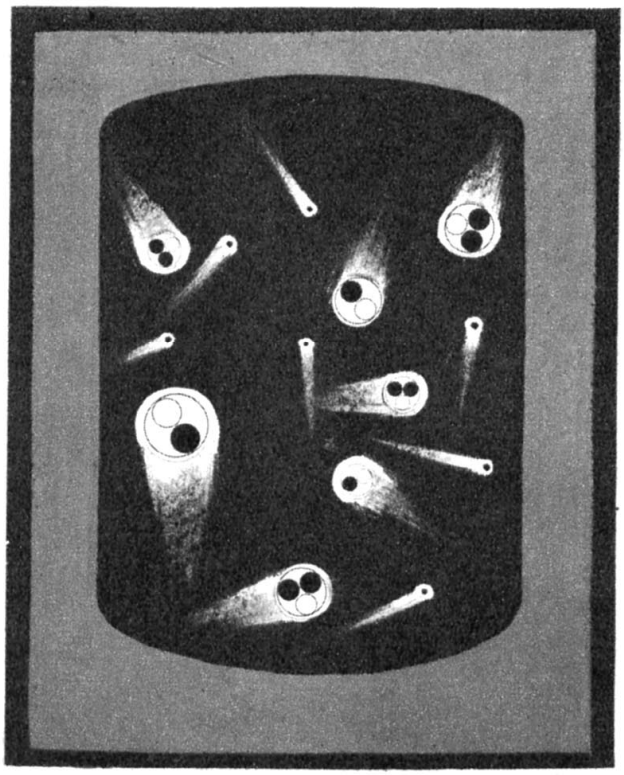
Tsien : énergie pour tout un continent

atteint plusieurs millions de degrés. Cette centrale fournirait, d'après le Dr Tsien, 300 000 000 kW, plus que toute la production actuelle d'électricité des U.S.A. Ce projet est considéré comme irréalisable par la plupart des savants qui pensent qu'aucun récipient matériel ne pourra jamais contenir la fusion. Il est admis aussi que la fusion produira l'électricité sans turbines ni générateurs (que l'on peut voir ici alignés au fond à droite).

Billard atomique :



***5 000 DEGRES** : Les atomes de deutérium et de tritium sont animés de vitesses considérables, dues à la chaleur. Le gaz qu'ils forment est à haute pression.*



***10 000 DEGRES** : La chaleur a « ionisé » les atomes, leur arrachant leurs électrons : le gaz devient un plasma, matière ni solide, ni liquide, ni gazeuse.*

sort une puissance monstrueuse : 100 000 000 kW. Mais le point d'allumage est loin d'être atteint. Pour obtenir une réaction soutenue à cette température, il faut encore injecter plus d'énergie que la fusion n'en dégage.

350 000.000° ! Le feu prend, la fusion s'entretient, une étoile en miniature, un échantillon de soleil naissent dans un tube à essai !

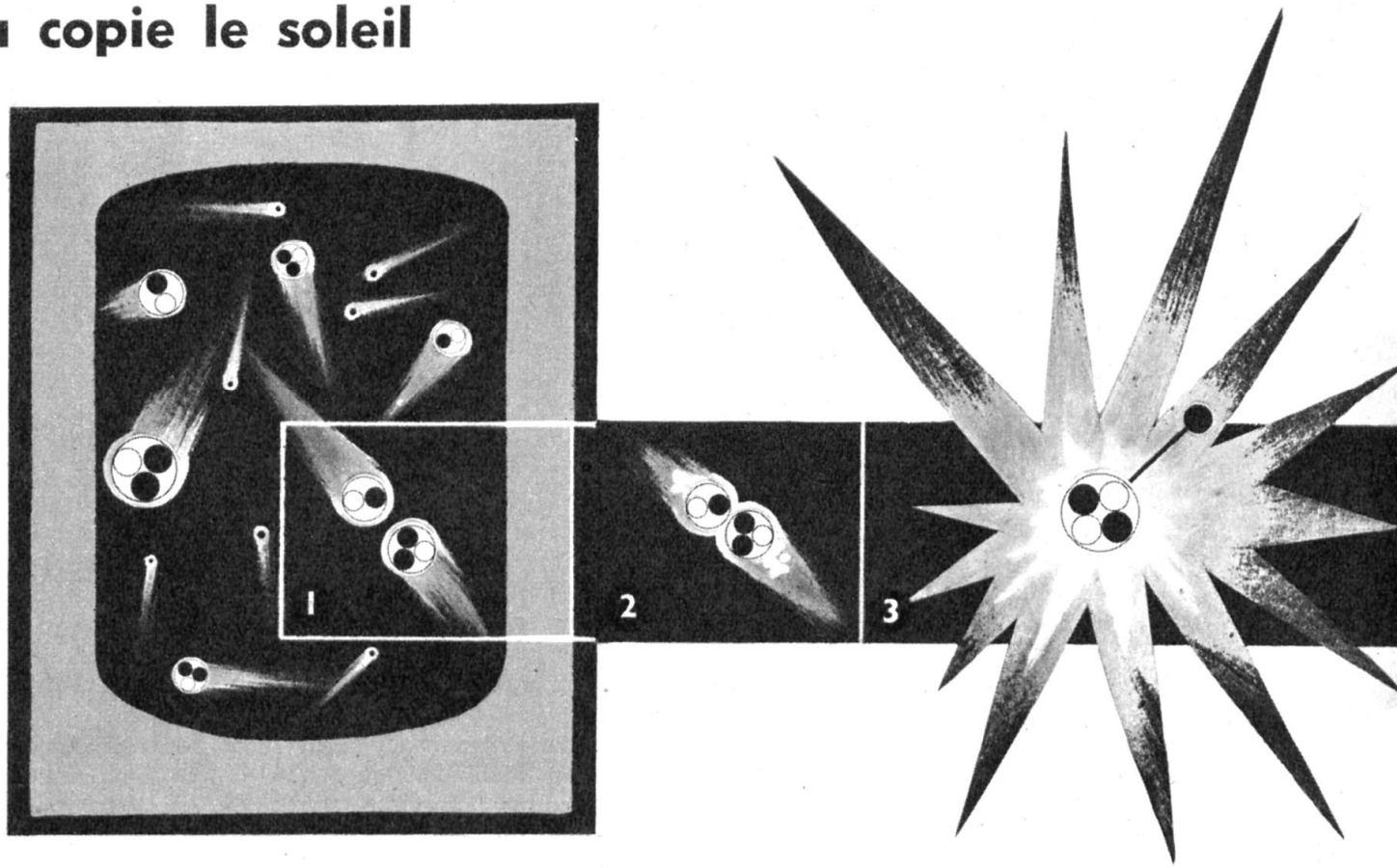
C'est cela qu'on veut obtenir. Les difficultés paraissent à peu près insurmontables. Comment faire monter le gaz à des températures solaires ? Où le mettre ? Les matériaux les plus résistants disparaissent en fumée dès que le plasma atteint quelques dizaines de milliers de degrés, et que les particules, animées de vitesses fantastiques, viennent heurter les parois du récipient. Comment le contenir dans un espace réduit, pour que les noyaux en furie puissent se rencontrer sans cesse, et qu'ils n'aillent pas se disperser et gaspiller leur énergie thermique contre les parois ? Car alors, la réaction s'éteint. Le problème : comment suspendre ce plasma ardent dans l'espace ? Il semblait bien qu'aucune solution naturelle à un tel problème n'existât dans notre monde physique. Cela touche au domaine de la lévitation — comme le truc de la corde raide des fakirs.

On a fini par trouver l'idée : un récipient invisible, immatériel. On enferme le gaz dans des lignes de force plus ou moins imaginaires !

On l'entoure d'un champ magnétique qui détourne les particules de leur course, comme une clôture électrique rejette un troupeau de taureaux furieux vers l'intérieur du pré. Et on a poussé le raffinement jusqu'à faire que le plasma produise lui-même son champ magnétique, qu'il fabrique sa propre prison : en envoyant une formidable décharge électrique à travers le gaz raréfié. Elle fait d'une pierre deux coups : elle porte le gaz à une température prodigieuse, et crée le champ magnétique qui maintient la flamme loin des parois.

Une mèche de tissu solaire se forme pendant une infime fraction de seconde, et l'homme approche les conditions internes du Soleil. Malheureusement, la « bouteille magnétique » n'est pas étanche. Le serpent incandescent s'enfle par

Zeta copie le soleil



***100 000 DEGRES** : Les noyaux (atomes privés de leurs électrons) atteignent des vitesses prodigieuses, qui leur permettent de se heurter. Alors se produit la fusion : un noyau de tritium et un noyau de deutérium (1) se rencontrent (2), forment un noyau d'hélium (3) en libérant un neutron et une énergie de 17 600 000 électron-volts.*

endroits, s'amincit par d'autres avec une fureur grandissante, et les lignes magnétiques se comportent comme des bandes élastiques qui étranglent son corps et font éclater les boursouflures. Le plasma gicle vers les parois. Le récipient vole en éclats. La réaction s'éteint. Beaucoup de savants croient qu'on n'arrivera jamais à stabiliser ce filament de matière stellaire. Et c'est bien là, en effet, une gageure surhumaine.

Mais l'émotion, depuis quelques mois, est devenue intense. Dans le monde savant, d'abord ; dans le monde politique, aussi, puisque la science aujourd'hui y fait la pluie et le beau temps. Des rumeurs sourdent de partout : l'année 1958 sera peut-être le début de l'Ere thermonucléaire. Et pourtant, nulle part, on n'a obtenu de température assez élevée pendant assez longtemps pour allumer un Soleil sur la Terre. On a injecté d'un coup de formidables énergies qui ont porté le gaz à quelques millions de degrés, mais on n'a pas su les prolonger. C'est compréhensible : le flash du photographe développe la puissance d'une grosse locomotive électrique, mais seulement pendant 10/1 000 de seconde. Dans les expériences de fusion russes, des intensités de courant de 2 000 000 d'ampères ont été produites, et pour certaines, la puissance instantanée à été dix fois supérieure à celle de la centrale de Kuibychev, d'une capacité de 2 100 000 kWh ! La puissance a été énorme, mais la décharge trop courte.

Entre les Trois Grands de l'Atome — Russie, Etats-Unis, Grande-Bretagne — la course à l'énergie H est aujourd'hui une lutte serrée et sourde. La fusion est devenue l'enjeu n° 1 de la compétition scientifique, où les avantages du succès sont, pour un pays moderne, bien plus importants que les avantages qu'il peut tirer de ses succès diplomatiques. L'homme de la rue, étourdi par les spoutniks, distrait par les promesses de voyages interstellaires, n'a pas prêté beaucoup d'attention à l'avènement de la deuxième révolution atomique, qui oblitérera dans quelques années les effets de la première. D'ailleurs, la chronologie des faits, à notre époque, a quelque chose d'insensé. La fission de l'atome, qu'on lui avait présenté comme l'énergie de l'avenir, n'est pas encore, en France,

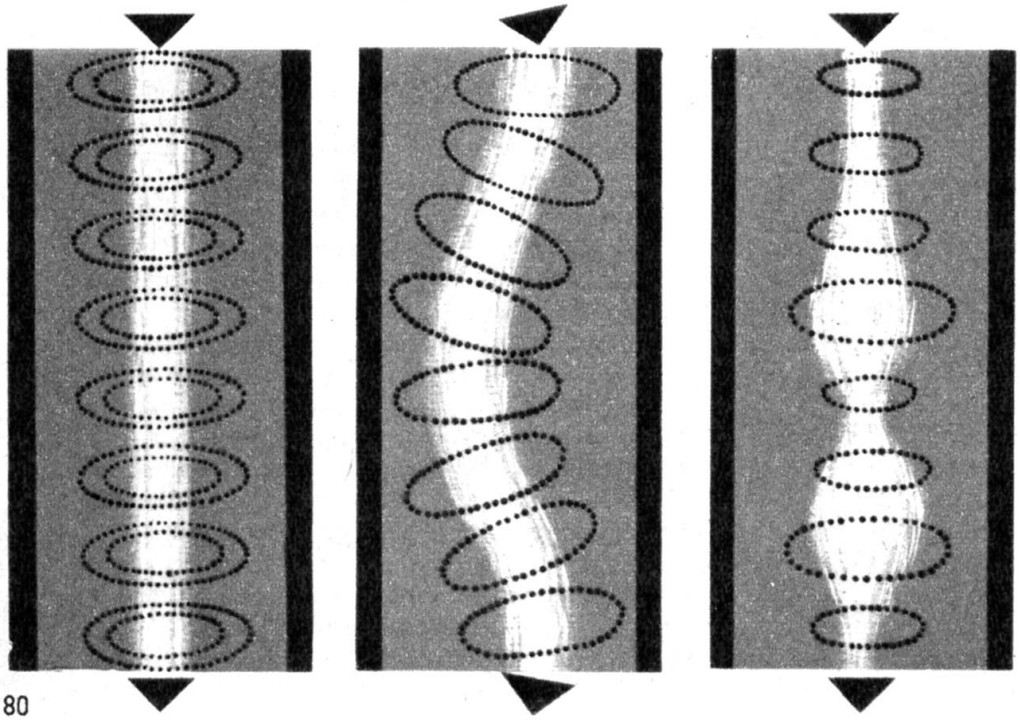
devenue l'énergie du présent, qu'on lui demande de l'accepter déjà comme une chose dépassée. Et ce pétrole, énergie anachronique, dès qu'il commence à jaillir du Sahara, devient l'énergie de l'avenir ! Il ne s'y retrouve plus, on veut lui faire assimiler trop d'idées nouvelles et apparemment contradictoires, qui se placent à trop d'échelles différentes du temps, alors que lui juge surtout du point de vue de sa petite vie d'homme. Cette fusion, après tout, n'est encore qu'une affaire de laboratoire, de recherche pure, dont le secret l'a découragé. Pourquoi tant de secret ? Parce que tous les concurrents de cette course extraordinaire espéraient encore, récemment, trouver un « raccourci ». Ils attendaient cette illumination qui vient quelquefois, dans les travaux scientifiques, transformer complètement l'aspect d'un problème où l'on s'enlise, ouvrir une voie insoupçonnée qui mène le chercheur droit au but. Mais à mesure que l'on comprend mieux le problème, il apparaît que le chemin devra être suivi laborieusement, étape par étape. Il n'y a pas de raccourci.

« Nous n'avons pas trouvé la solution, disait il n'y a pas longtemps Edward Teller, mais nous avons appris à très, très bien connaître les difficultés. »

Où en est-on dans les trois grands pays de l'atome ? Les Russes arriveront-ils les premiers ?

A la veille du Nouvel An, Radio Moscou, passant en revue les hauts faits de la science soviétique pendant l'année écoulée, annonçait qu'une réaction thermonucléaire avait été obtenue en laboratoire. Mais ce devait être « une manière de parler ». La température citée était toujours 1 000 000° C (à quoi les Anglais firent remarquer qu'ils avaient entre temps réalisé, eux, des températures plusieurs fois plus élevées).

Derrière l'effort gigantesque des Russes pour dompter l'énergie H, se tient un personnage curieux, qui intéresse beaucoup les dirigeants du monde libre : Igor Kourtchatov, grand maître de l'atome russe. Un homme grand, svelte, dynamique, à la parole facile et colorée, un épicurien, amateur de bonne vie, de bonne chère, de bons vins, de beaux vêtements de coupe occidentale ; mais aussi un savant de premier plan, qui, fait unique en U.R.S.S., prend une place de plus en plus importante dans le Parti. Il a la réputation d'un remarquable organisateur du travail scientifique collectif. Il a derrière lui de brillants travaux scientifiques, et son nom est officieusement lié à la création de la première bombe H russe, d'un type très en avance sur la bombe américaine. En 1948, il est devenu membre du Parti, et son ascension politique a été météorique, puisqu'en 1950 il était élu au Soviet Suprême. Quand le Kremlin a voulu « discipliner » les physiciens russes qui résistaient à l'intervention du Parti dans leurs travaux, une action directe du régime n'ayant pas été jugée opportune, c'est Kourtchatov qui fut appelé pour mettre au pas les physiciens trop indépendants. Aujourd'hui membre influent du Présidium, il participe à toutes les consultations secrètes sur les armes



Le serpent de feu ne tient pas en cage

Pour essayer de provoquer une fusion, les savants créent une « bouteille magnétique » (dont le type le plus simple est montré ici) en envoyant un fort courant à travers le gaz, ce qui le force à se retirer des parois et se concentrer en une colonne ardente au centre du récipient (pinch effect, pincement). Mais on n'a pas encore réussi à obtenir une « bouteille » étanche : la colonne de feu se tortille, se boursoufle, s'étrangle, et finalement s'échappe vers les parois.

super-modernes ; on dit qu'il a partie étroitement liée avec la jeune génération des chefs militaires soviétiques. Il succédera certainement à Nesmayanov comme président de l'Académie des Sciences, et on s'attendait déjà à cela au cours de 1957. Son grand projet, dans lequel il a engagé le meilleur de la force scientifique russe, est la fusion.

Son concurrent le plus sérieux : Sir John Cockroft, le chef de Harwell. Depuis quelques mois, les Anglais promettent au monde, pour le début de 1958, des révélations sensationnelles. Le Premier Ministre devait les faire solennellement devant le Parlement rassemblé. Elles ont finalement pris la forme de rapports techniques, couvrant à la fois les travaux américains et anglais, publiés simultanément le 24 janvier dans deux revues scientifiques des deux côtés de l'Atlantique.

Pourquoi tant de précautions ?
Parce qu'à notre époque, la science n'est plus une chose ingénue, c'est une affaire d'Etat, et elle fait l'objet des mêmes dissimulations, des mêmes aménagements tactiques que les grandes questions politiques.

En octobre, déjà, à la suite de rumeurs persistantes, le « Daily Express » de Londres affichait en première page : « L'Angleterre gagne la course à l'hydrogène. » Le bruit courait que les physiciens de Harwell avaient, avec une machine appelée Zéta, atteint les températures les plus élevées jamais créées par l'homme, en dehors de la bombe H. Les journaux britanniques accusèrent les Etats-Unis d'avoir étouffé la publication de cet événement. Après les spoutniks, disait-on, ç'aurait été le coup de grâce au moral des Américains et au prestige de l'Amérique dans le monde. L'accusation était certainement fausse. La vérité, c'est que les deux pays anglo-saxons négociaient entre eux la première levée de l'embargo sur une grande partie des informations thermonucléaires et une annonce de succès unilatérale aurait risqué de déséquilibrer ce projet.

Quant aux Américains, leurs travaux ont été jusqu'à présent tout entiers recouverts par l'ultra-secret Projet Sherwood. Les Etats-Unis ont dépensé, en 1957, 20 fois plus pour la recherche thermonucléaire qu'en 1953. Il n'y avait que 20 savants qui s'occupaient alors du problème ; il y en a maintenant 250. Dernièrement, l'industrie privée a fait irruption dans ce monde merveilleux des atomes en fusion.

Les U.S.A. ont mené la lutte sur plusieurs fronts à la fois : celui des « bouteilles magnétiques » d'abord, mais la fusion contrôlée pose un tel nombre de questions qu'on s'est dit qu'il fallait en chercher la solution par différentes voies. On a abouti ainsi à des succès, toujours partiels, mais toujours passionnants, par des moyens très divers. Il y a par exemple l'incroyable expérience du docteur Bostick, qui occupe la première chaire de « thermonucléonique » du monde, au Stevens Institute of Technology, à Hoboken (New Jersey) : il a fait naître de véritables galaxies miniatures, en faisant feu dans une bouteille avec une batterie de huit « canons à plasma », pas plus gros que des bouts-filtrants de cigarette. Ces extraordinaires pièces d'artillerie thermonucléaire étaient composées de deux filaments de titane imprégnés de deutérium — le titane est un métal très avide de gaz, il arrive à en absorber d'énormes volumes. Bostick a fait passer un gigantesque court-circuit, volatilisant le métal et portant le deutérium à 4 000 000° !

Les canons ont tiré leurs obus de plasma brûlant dans une bouteille entourée d'un champ magnétique intense, et là sont nées de minuscules étoiles, imitant peut-être sur une petite échelle quelque création cosmique à l'échelle de centaines de milliers d'années-lumière.

Et pendant ce temps, de l'autre côté de l'Amérique, dans le Laboratoire des Radiations de l'Université de Californie, le professeur Alvarez ouvrait une porte sur des possibilités inespérées : un type entièrement nouveau de fusion nucléaire... à froid ! Dans ses expériences, les noyaux s'étaient combinés à la vitesse ordinaire sans avoir eu besoin de ces formidables énergies qu'on avait toujours imaginées nécessaires à la fusion. Les noyaux d'hydrogène et de deutérium s'accostaient gentiment, se mariaient avec sang-froid pour former de l'hélium, et de cette union pacifique naissait la quantité d'énergie propre à une réaction de fusion. Le docteur Alvarez ne voulait pas y croire. Il finit par comprendre : ce miracle était dû à une particule de matière subnucléaire, le *méson mu* négatif, véritable bon génie qui réconciliait les noyaux entre eux. Ce *méson mu* annulait la répulsion électrique qui empêche les noyaux (tous chargés positivement) de s'approcher les uns des autres. Il réussissait à faire dans le calme ce que les physiciens n'arrivaient pas à faire par la violence, en chauffant les noyaux pour les forcer à se frapper.

Cette découverte pouvait avoir des conséquences qui firent frémir le docteur Alvarez : c'était peut-être le « raccourci » dont on rêvait, qui permettait d'aller tout droit à la fusion contrôlée, en abandonnant les désespérantes recherches de hautes températures, désormais inutiles.

Malheureusement, la catalyse à froid de la fusion ne semble pas avoir d'avenir pratique, car les *mésons mu* coûtent trop cher à fabriquer en quantité, et ont une durée trop éphé-

mère pour entretenir la réaction. Pour que cette méthode soit rentable pour l'industrie, il faudrait trouver des particules semblables aux *mésons*, mais d'une vie beaucoup plus longue.

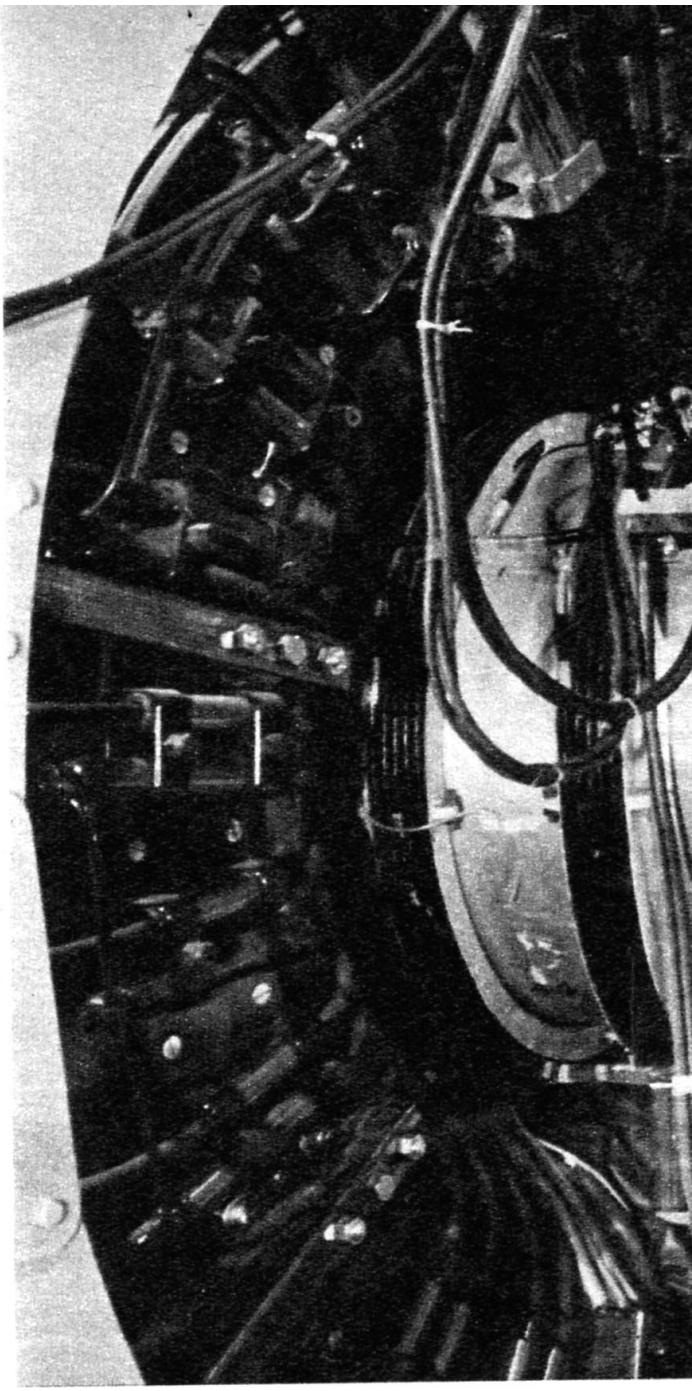
Les Américains misent aujourd'hui tous leurs espoirs sur une machine géante de 20 000 000 de dollars, le Stellerator C, qui essaiera d'enflammer le combustible thermonucléaire par un procédé strictement secret. On dit que ses condensateurs occuperont une salle entière. On prévoyait son entrée en fonctionnement pour 1960, mais la course internationale est devenue tellement serrée, que la date en a été avancée d'une année. Dans cette cuve infernale pourraient être créées des températures de 100 000 000°, ce qui serait probablement suffisant pour déclencher une réaction thermonucléaire continue. « Pas étonnant, écrit un hebdomadaire américain, si nos savants ont bâillé d'ennui à l'annonce que les Anglais auraient provoqué une réaction de fusion pendant quelques millièmes de seconde. »

Le secret imposé par l'Atomic Energy Commission a pesé lourdement sur tous les efforts du Projet Sherwood. Pour le justifier, l'amiral Strauss a invoqué la sécurité militaire : un réacteur produirait une abondance de neutrons telle, que d'immenses quantités d'uranium et de thorium pourraient être immédiatement transformées en combustible de bombe atomique. Cette raison ne satisfait pas les savants américains. Les meilleurs physiciens du Massachusetts Institute of Technology, la plus célèbre école polytechnique des Etats-Unis, ont refusé un contrat de recherche que l'A.C.E. leur proposait, pour des sommes considérables, disant que secret et recherche scientifique sont incompatibles. Un physicien du Projet Sherwood déclarait récemment : « Le secret a fait perdre, non pas quelques mois, mais des années. »

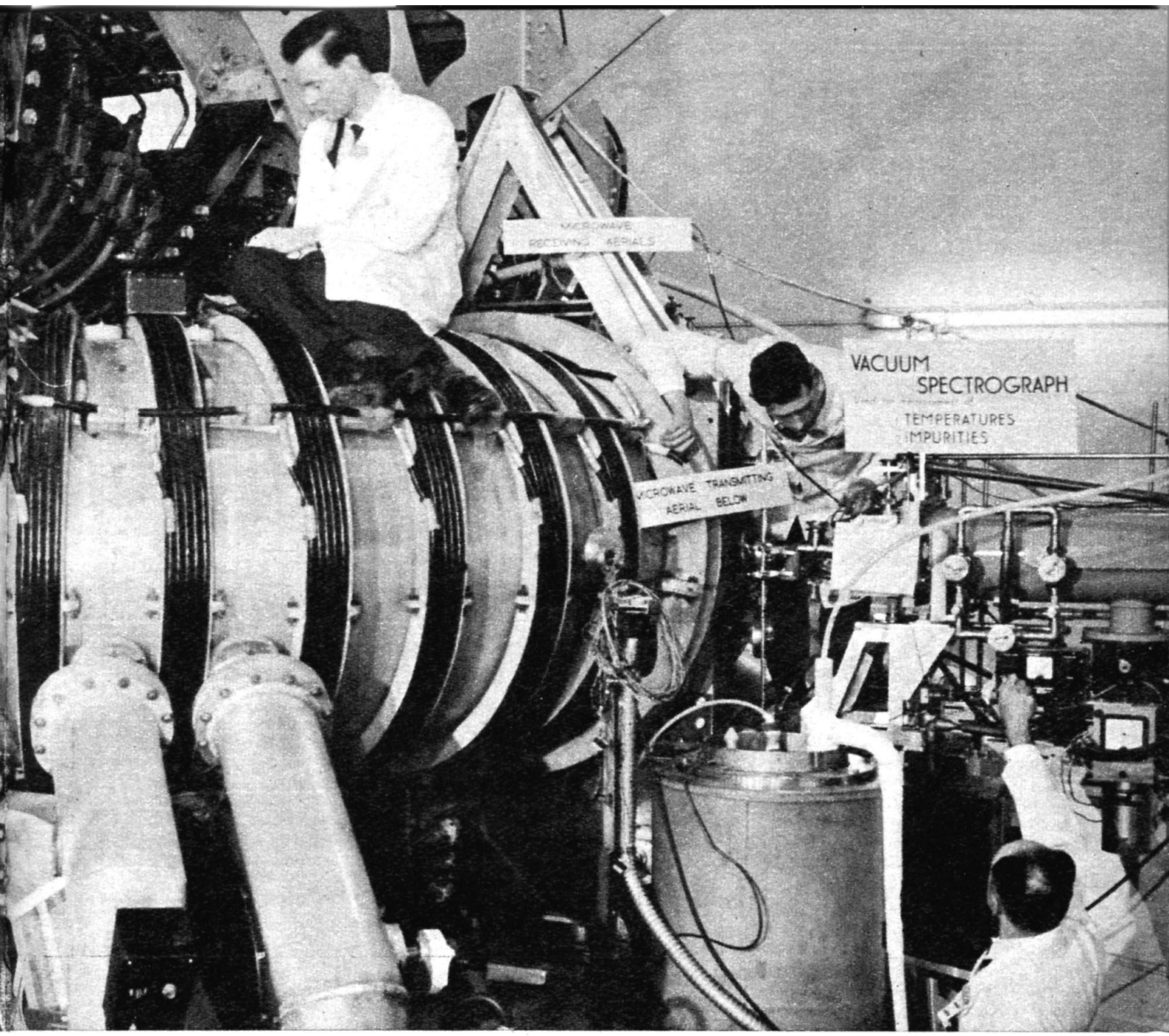
Mais finalement, le secret de la fusion thermonucléaire, c'est la nature qui le détient. Et c'est à elle qu'il faudra l'arracher.

Pour quand la première centrale thermonucléaire ? « Dans 15 ans », dit Sir George Thomson, Prix Nobel. Son pays sera peut-être le premier à domestiquer l'énergie de la bombe H. C'est pourtant le même pays qui s'est engagé résolument dans la construction des usines à fission et dont le programme atomique est aujourd'hui le plus avancé au monde, sans qu'il soit question de le ralentir. Envisage-t-on, en Angleterre, d'abandonner ces installations gigantesques dans quelques années ? Car enfin, représentons-nous cette énergie atomique qui, une fois passé le choc initial de Hiroshima, apparut soudain au monde comme l'énergie de l'avenir ! On a dépensé des milliards et des milliards pour briser l'atome, pour trouver le minerai atomique, pour l'extraire et le traiter, pour mettre sur pied des usines pilotes, pour construire des réacteurs. On a fondé encore sur la fission des espoirs fous, puisque les prévisions, pour 1975, vont jusqu'à 50 millions de kW pour les Etats-Unis, jusqu'à 35 % de la production d'électricité en France, et que la fission doit couvrir à cette date à peu près tous les besoins de l'Angleterre ! Ne restera-t-il rien de tous ces rêves et de toutes ces richesses ?

C'est un problème angoissant pour les pays atomiques (dont la France, qui étudie la fusion dans les laboratoires de Fontenay-aux-Roses) : comment définir une politique d'avenir ? On



Zéta : une décharge foudroyante toutes les 10 s



Deux transformateurs géants (dont un visible à gauche) envoient d'énormes courants dans le tube d'aluminium, produisant un champ qui contracte le gaz et le chauffe à 5 000 000° C. Les bobines de fils autour du tube créent un champ supplémentaire, pour retarder la désintégration de l'anneau incandescent.

s'est engagé très loin avec l'atome fissile, bien qu'il ne rende pas encore ; et déjà la science nous promet une énergie miracle. Voici comment l'amiral Strauss met les choses d'accord :

> **« La fusion contrôlée est une perspective très lointaine et bien avant qu'on ne réussisse à la faire, tous les dollars investis dans la fission auront été depuis longtemps amortis. »**

La position du Haut Commissaire américain est délicate. Si l'énergie thermonucléaire devenait « officiellement » une réalité prochaine, tout le marché d'exportation des centrales à fission, que les U.S.A. se disputent avec l'Angleterre, s'effondrerait.

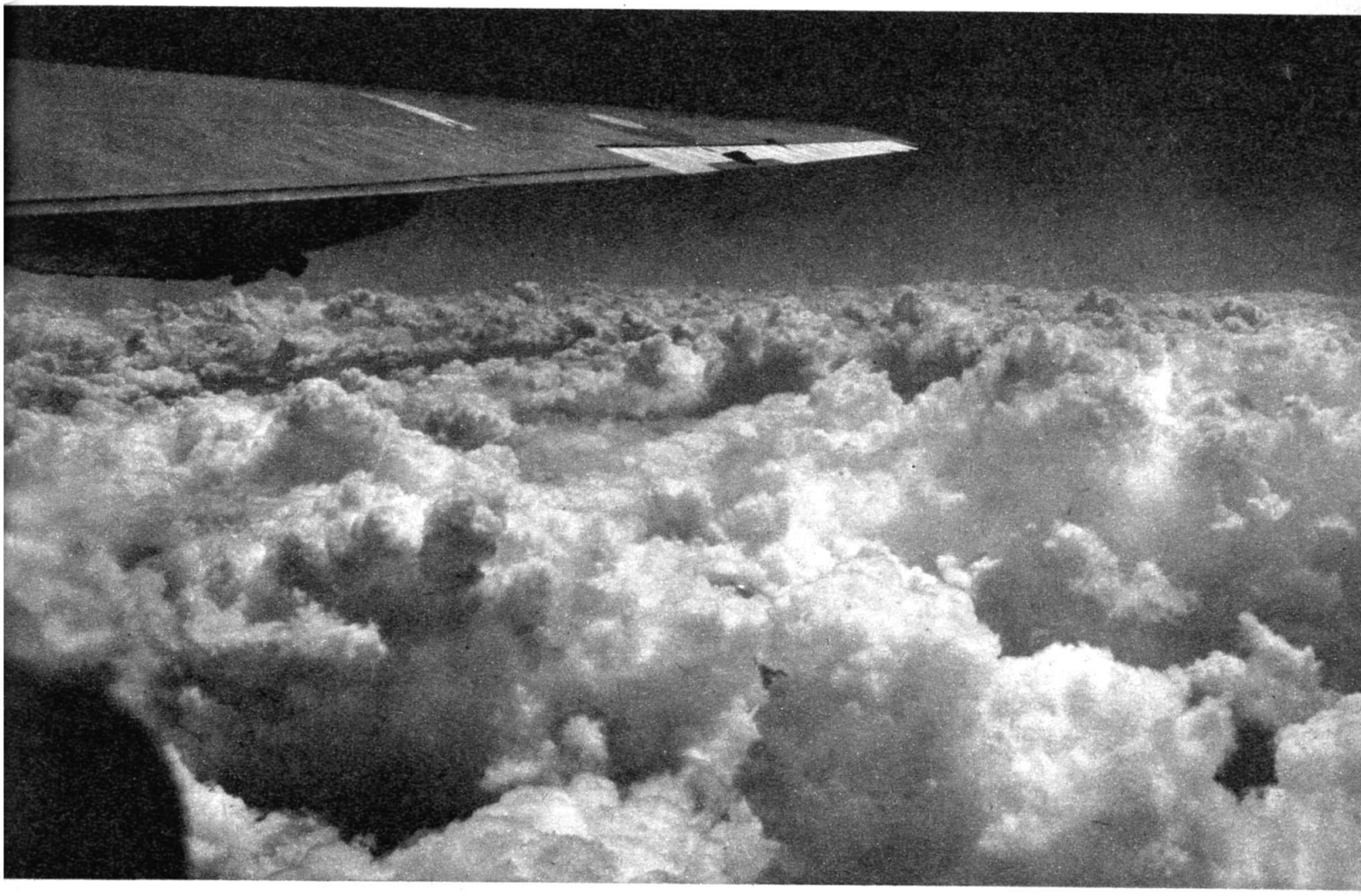
En voyant les efforts déployés pour réaliser la fusion, on pense à ce que les expériences de Hahn et Strassman, en 1938, signifièrent pour la fission. Quatre ans plus tard, Fermi démontrait la possibilité d'une réaction en chaîne. Et quinze ans après, l'électricité jaillissait pour la première fois d'une centrale atomique. Les choses vont vite au XXe siècle.

L' « énergie ultime » sera bientôt domptée, et cette victoire de l'homme comptera comme la plus grande réalisation scientifique du XXe siècle : elle aura ouvert à l'humanité un âge d'or où la puissance mécanique ne connaîtra plus de limite.

G. D.

A l'étude aux U.S.A. et en U.R.S.S. :

La guerre des climats



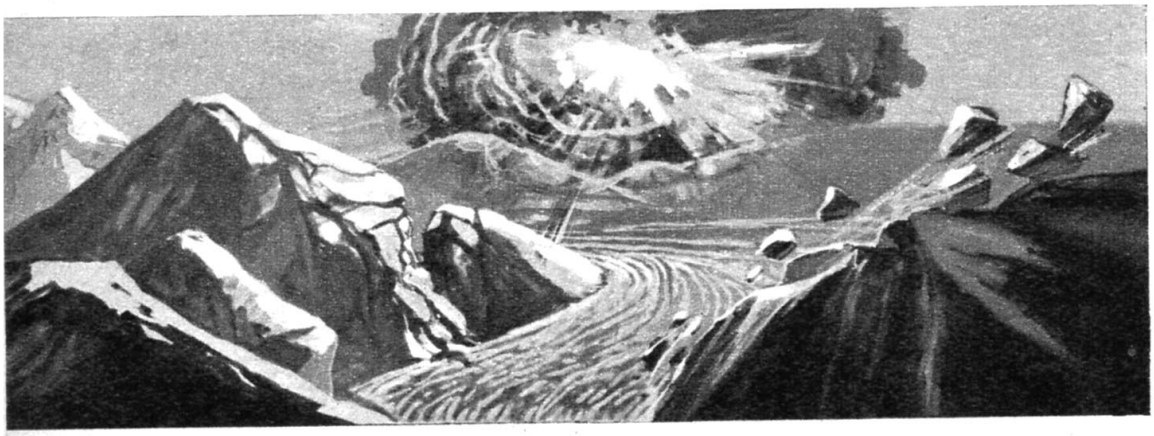
COUP sur coup, les grands empires de la nature capitulent devant la science de l'homme. Cette année pourrait être l'année critique où les forces de l'atmosphère elles-mêmes devront se soumettre. Que fera l'homme de cette nouvelle conquête ?

Il y a quelques années, notre collaborateur, Camille Rougeron, révélait dans son ouvrage, *La prochaine guerre,* les conditions de ce qu'il appelait déjà *la guerre des climats.* « Il suffirait, écrivait-il alors, que le Soudan décide l'irrigation intensive de son territoire au moyen de l'eau emmagasinée dans les barrages du Nil, pour que le régime de l'Egypte, avec ses 34 mm d'eau annuels au Caire, devienne celui de la plupart des territoires du Sud. L'ensemencement systématique en neige carbonique ou en iodure d'argent des formations nuageuses entre l'Islande et les Açores permettrait de transformer

SUITE PAGE 98

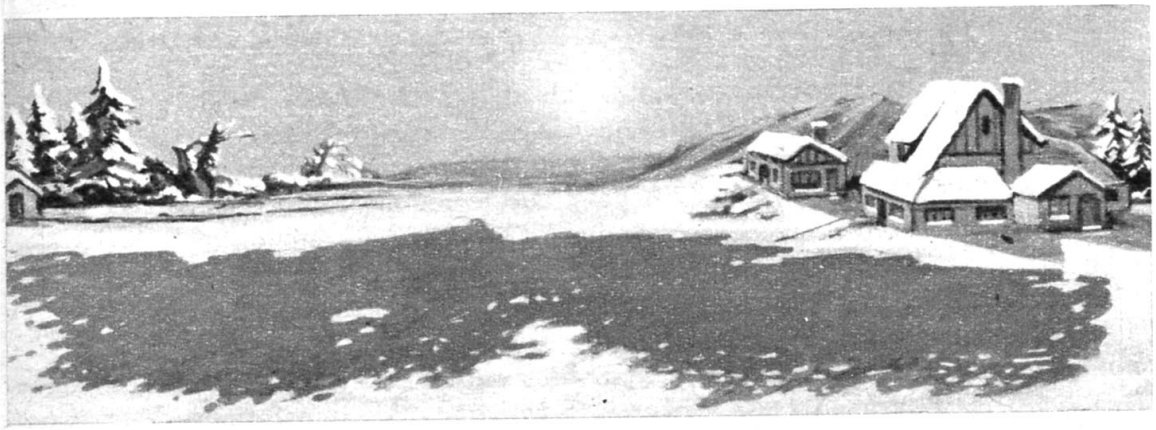
D'énormes courants d'air chaud s'élèveront des nappes incendiaires allumées ici et

Pour la météo, cinq



Monts décapités

Avec la bombe H « propre », des cimes seront rasées, des calottes glaciaires décapitées, des chaînes de montagnes bouleversées, pour livrer passage aux vents.

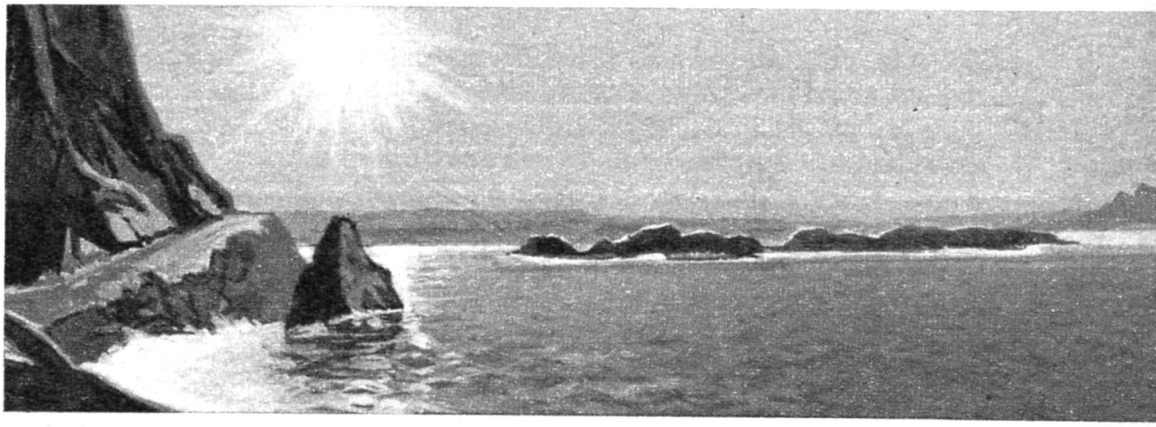


Dégel artificiel

On saupoudrera l'immensité enneigée de la toundra avec du noir de fumée, de la suie ou quelque autre substance absorbant la chaleur du Soleil, et ce sera le dégel.

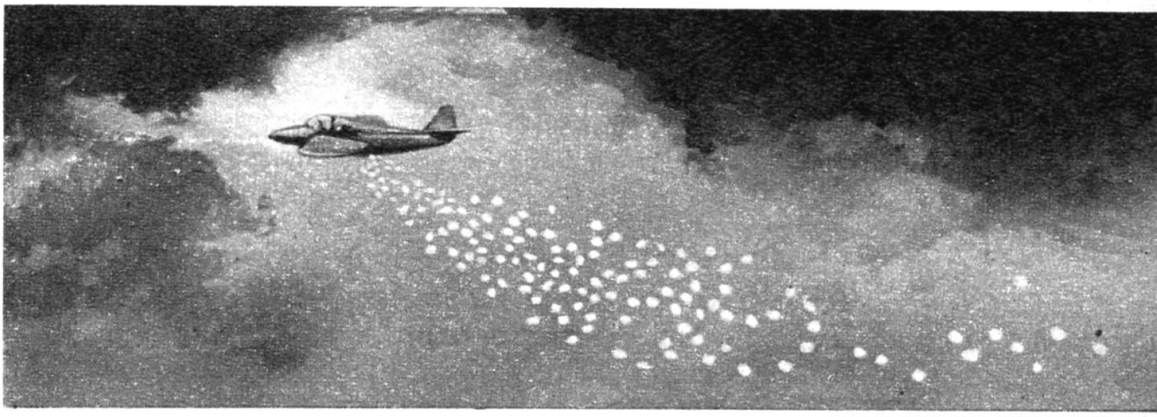
à la surface des océans, calmeront la furie des vents et les détourneront de la côte.

victoires sur la nature



Evaporation nulle

La surface des mers sera enduite d'une couche chimique, inoffensive et sans goût, qui empêchera l'évaporation de vastes quantités d'eau ; il n'y aura pas de pluie sur la côte.



Le Soleil oblitéré

L'homme sait déjà faire la pluie en ensemençant les nuages ; des techniques analogues serviront au camouflage des avions et à l'obscurcissement du ciel ennemi.

l'Ukraine en steppe semi-désertique, en ramenant ses précipitations de 500 mm à 250 ou 162 mm qui sont les « taux » habituels de Stalingrad et d'Astrakan. Le même contrôle océanique, étendu à décembre et janvier, réduirait à presque rien l'enneigement de l'Europe orientale et, renforçant ainsi l'action du gel dans les régions continentales, interdirait toute possibilité de culture hivernale au-delà du rideau de fer. Seules, les îles et presqu'îles étroites de la zone tropicale échapperaient aux risques d'une guerre météorologique... » Les dangers d'un tel conflit sont donc bien pensés. Formons le vœu que rien n'y conduise dans les années à venir et donnons aujourd'hui la parole aux techniciens américains qui, selon notre confrère *Newsweek*, se sont penchés sur ces problèmes.

Avec des Si et des Mais...

Si l'Espagne avait réussi à calmer la tempête qui décima l'Invincible Armada dans la Manche en 1588, les deux Amériques ne parleraient-elles pas espagnol ?

Si les fières Légions napoléoniennes avaient su paralyser l'Allié secret de la Russie, le « Général Hiver », comment se présenterait la carte de l'Europe ?

Si les Allemands avaient pu commander à l'ouragan de démembrer les forces alliées d'invasion au large de la Normandie, le 6 juin 1945, quelle aurait été l'issue de la deuxième guerre mondiale ?

C'est un genre de spéculations qui a toujours agité les stratèges du « Café du Commerce ». Avec des *si* et des *mais*, on dispose du sort des batailles et on refait l'histoire.

Jusqu'ici, l'homme était à la merci de la Nature. Les caprices du temps commandaient. Il semble que cela va changer. Les techniciens américains et russes ont engagé un « sprint » effréné pour la conquête de la météorologie presse-bouton. Qui arrivera le premier dans cette course périlleuse à la domestication des climats ?

— Une nation ennemie des U.S.A. ? Ce serait une catastrophe, a déclaré l'autre semaine le capitaine Orville qui préside le comité consultatif sur le contrôle climatique à la Maison Blanche. La guerre atmosphérique serait plus redoutable qu'un conflit atomique !

Et, de son côté, le professeur Houghton de l'Institut de Technologie du Massachusetts, a affirmé :

« Je frémis à la pensée que les Russes pourraient découvrir avant nous un moyen efficace de contrôler le temps. Même pacifique, une tentative de leur part d'améliorer le climat de la Russie se traduirait par des modifications désastreuses de notre propre « régime » et déséquilibrerait notre économie. »

Propos en l'air ? Pas du tout

Le temps qu'il fait sur la planète est fonction de ce qui se passe dans une couche relativement mince de notre basse atmosphère, épaisse de 14 km seulement, et est déterminé par l'équilibre extrêmement délicat qui existe entre certaines forces terrestres et cosmiques... On sait que les rayonnements solaires ont pour effet d'entretenir la vie à la surface du globe ; certains réchauffent le sol ; d'autres, réfléchis, réchauffent l'air ; d'autres encore provoquent l'évaporation de l'eau des océans, des lacs et des rivières. Au-dessus de nos têtes, tel le toit de verre d'une gigantesque serre chaude, l'atmosphère retient la chaleur du jour et empêche le rayonnement diurne de se dissiper pendant la nuit. Cet équilibre calorifique s'alliant à la rotation terrestre, anime les puissants courants marins et les formidables mouvements d'air qui décident du temps présent.

Or voilà que l'heure est venue pour l'homme de mettre à profit ces phénomènes en utilisant des techniques de plus en plus perfectionnées.

Première tentative. Les Américains envisagent d'améliorer les méthodes actuellement connues d'ensemencement des nuages (pour obtenir artificiellement de la pluie) afin de camoufler leurs voies aériennes, en cas de guerre, et de « masquer » les territoires ennemis sous un voile opaque de précipitations diverses.

Une mer imperméable

Second projet, plus pacifique. De vastes régions enneigées pourraient être récupérées en saupoudrant leur surface de suie ou de noir de fumée. Elles absorberaient ainsi davantage de chaleur solaire, entreraient en fusion et pourraient être rendues aux travaux agricoles.

Autres desseins. Dans un monde où l'eau est en train de devenir une « denrée » de plus en plus précieuse, il est du plus grand intérêt de pouvoir contrôler la balance d'humidité

entre l'air, la terre et la mer. Le laboratoire expérimental d'Etudes géophysiques de Denver (Colorado) a mis au point une substance inoffensive et insipide (l'hexadécanol, qu'on trouve dans le rouge à lèvres) dont l'effet, si on l'étend sur les masses d'eau comme une pellicule, est de réduire leurs évaporations. En imperméabilisant ainsi la surface de la mer, on pourrait priver les régions littorales de toute humidité !

On a également beaucoup parlé d'utiliser la bombe à hydrogène pour briser les ouragans. Mais les experts pensent maintenant que d'autres moyens seraient plus efficaces — et que la bombe H a de meilleurs emplois ! L'été prochain, la météo américaine essaiera pour la première fois de détourner la furie des vents par des courants ascendants d'air chaud ; elle versera de l'huile à certains points stratégiques de la mer, et y mettra le feu, créant de la sorte de vastes brasiers marins qui serviront à créer des courants ascendants formant barrage.

H pourrait « souffler » les monts

Quant à la bombe H, elle pourrait servir à décapiter les montagnes et dévier la route des vents. L'Atomic Energy Commission étudie le moyen de redessiner d'un seul coup des kilomètres carrés de paysage, en utilisant la bombe « propre » qu'on essaie de mettre au point. Les habitants de Los Angeles, qui sont littéralement asphyxiés par les poussières industrielles, prévoient déjà qu'une fois rasées les crêtes des montagnes des alentours, de nouveaux vents apporteraient l'air pur et chasseraient les fumées.

Mais les projets les plus spectaculaires visent l'Arctique et l'Antarctique, les « chambres frigorifiques » du monde, où sont fabriqués les grands froids de la Terre. Les météorologistes n'ignorent pas qu'en modifiant le volume et la forme des calottes glaciaires des pôles, on changerait le reste du monde. Si l'on arrivait à dégeler la région du Pôle nord, le niveau des océans monterait, estime-t-on, de 15 à 30 m, inondant New York, Londres, Le Havre et différents autres ports de l'hémisphère nord.

Deux moyens ont été préconisés pour agir sur les masses polaires : le premier consiste à utiliser l'énorme effet de torche à souder que représenteraient des dizaines et des dizaines d'explosions atomiques, sous lequel les épais glaciers fondraient ; le second est représenté par tout un système de barrages, de canaux, de digues, qui permettraient d'orienter les courants chauds de l'océan vers les champs de glace de l'Arctique.

Ne jouons pas avec la glace !

Les Russes s'intéressent depuis longtemps à la partie septentrionale du monde pour des raisons stratégiques et aussi parce que leur territoire donne largement sur le cercle polaire. Le Dr Harris Wexler, chef de Recherche à la météo américaine, et qui est un hôte fréquent de ces régions, a récemment mis en lumière les effets soviétiques : « Leur point fort est la météorologie polaire. Le nombre d'atterrissages qu'ils ont fait dans l'Arctique est phénoménal. Ils ont littéralement couvert chaque pouce du bassin arctique jusqu'à 160 km du continent nord-américain. Nos efforts sont insignifiants en comparaison. Les Russes ont réalisé également d'excellents travaux en climatologie et en physique des nuages. Ils possèdent de bien meilleures installations que nous pour étudier le temps. »

L'alarme est donnée...

Le capitaine Orville, dans son rapport, demande avec insistance que le gouvernement apporte tout son appui aux recherches météorologiques fondamentales. Il suggère qu'on s'intéresse en priorité aux secteurs particulièrement critiques : études des effets solaires sur le temps, des courants d'air, des mouvements de nuages, de l'origine des orages. Parfaitement convaincu que le temps pourra être contrôlé par l'homme d'ici vingt ans au plus tard, Orville juge qu'une coopération internationale est indispensable dans ce domaine.

Cependant, de nombreux savants paraissent moins décidés à aller de l'avant. Ils estiment qu'en dépit de tous les instruments que la science et la technique ont mis à sa disposition — les fusées, les radars, les cerveaux électroniques — la météorologie est restée une science très imprécise. Avant d'intervenir pour augmenter l'absorption de rayons solaires avec du noir de fumée, ou arrêter l'évapo ration des mers, l'homme devrait être bien sûr des effets qu'il obtiendra.

FRANÇOIS HALLOUET