

L'outil atomique bientôt au point:

300 EXPLOSIONS NUCLEAIRES

POUR OUVRIR



UN SECOND CANAL DE PANAMA

EN pleine crise de Suez, alors qu'à la suite de la nationalisation du canal et du débarquement des troupes franco-britanniques à Port-Saïd, le maréchal Boulganine, à l'époque chef du gouvernement de l'U.R.S.S., adressait une note comminatoire au gouvernement Guy Mollet menaçant la France de destruction par les fusées à ogives nucléaires soviétiques, un petit groupe de savants, dont le Dr Edward Teller, le « père » de la bombe H américaine, lançait pour la première fois l'idée d'utiliser des explosifs nucléaires pour creuser un canal à travers Israël. Le canal de Suez avait été rendu impraticable par les navires que Nasser y avait fait couler et son doublement par une autre voie d'eau n'empruntant pas le territoire arabe était évoqué.

La crise de Suez passa, mais l'idée resta... En février 1957, une réunion secrète se tint à Los Alamos, au cours de laquelle

furent examinées les diverses possibilités d'utilisation des explosifs nucléaires, notamment à des travaux d'excavation. C'est ainsi que naquit le programme « Plowshare » ou « soc de charrue ». L'expression était heureuse. Elle évoquait, en même temps, la formule biblique de la transformation des glaives en charrues, de l'arme en outil pacifique, et ce nouveau moyen capable de tracer des sillons géants...

En fait, il faut bien le dire, les raisons militaires prédominèrent dans la décision prise alors aux Etats-Unis de procéder à une explosion nucléaire souterraine. Les essais nucléaires aériens demandaient, en effet, de longs délais, à cause des impératifs météorologiques, coûtaient fort cher, provoquaient, en même temps que les retombées radioactives, des réactions défavorables de l'opinion publique mondiale.

La première explosion nucléaire souterraine eut lieu, en



L'expérience Gnome fut l'une des premières et des plus encourageantes. Faite à quatre cents mètres de profondeur elle créa une cavité hémisphérique de 60 mètres de diamètre et de 30 mètres de hauteur. Sous le bombardement des neutrons les parois de la cavité s'étaient colorées en bleu, vert et violet et les premiers visiteurs constatèrent que de nombreux produits nouveaux avaient été fabriqués en assez grande quantité, du tritium par exemple. Par contre cette expérience devait faire perdre tout espoir d'utiliser des explosions souterraines pour la production de courant électrique à partir de la vapeur dégagée.

(Photo Lawrence Radiation Laboratory)

septembre 1957, dans le Nevada. Ce fut l'expérience Rainier. Elle constitua un succès total démontrant les possibilités de cette nouvelle technique. Elle fut suivie, un an plus tard, par l'explosion souterraine d'une charge de 20 kilotonnes. Les résultats paraîtront tellement prometteurs qu'au mois de mai 1959, le premier symposium public sur le programme Plowshare pouvait être tenu à San Francisco.

La bombe atomique n'était plus seulement présentée sous ses aspects terrifiants d'arme absolue. On redécouvrit, en quelque sorte, que l'explosion nucléaire, comme toute explosion, constituait une source d'énergie. Le malheur est qu'elle fut d'abord utilisée à des fins militaires, pour tuer, mais n'en fut-il pas de même de la poudre à canon — l'ancêtre des explosifs — qui, utilisée dès le XIII^e siècle pour lancer des boulets, ne fut employée, pour la première fois, à des fins d'explosions pacifiques (exploitation de carrières) qu'en 1627, c'est-à-dire quatre siècles après !

Pour l'explosif nucléaire, utilisé pour la première et unique fois à des fins militaires en 1945, l'idée de cette « reconversion » partielle n'a demandé que quelques années... N'étaient le caractère particulier de sa fabrication et le danger de radioactivité, il aurait déjà pris place dans la panoplie des explosifs industriels, à côté de la poudre noire, de la nitroglycérine, de la dynamite, etc., associés autant, dans l'esprit des gens, aux travaux du génie civil, au creusement des tunnels, à l'exploitation des mines et des carrières, à la soudure des métaux, à l'assèchement des marais, aux recherches géophysiques, géologiques et océanographiques, qu'aux engins de guerre et de destruction.

Il n'est pas toujours facile de parler des explosifs nucléaires, puisque beaucoup de leurs caractéristiques sont encore gardées jalousement par les cinq pays au monde qui en pro-

duisent. Néanmoins, pas mal de chiffres ont été publiés dans la littérature américaine.

Rappelons que l'explosif nucléaire fournit de l'énergie selon deux processus, soit par la fission de l'uranium ou du plutonium, soit par la fusion de deux isotopes de l'hydrogène, le deutérium et le tritium. L'unité de mesure de la puissance explosive d'une charge nucléaire est la kilotonne. Elle est équivalente à celle qui serait dégagée par l'explosion de mille tonnes de trinitrotoluène (TNT), le plus puissant des explosifs chimiques. Une kilotonne est encore équivalente à 1 000 milliards (10^{12}) de calories ou 1,2 million de kWh. Un kilo d'uranium a une énergie potentielle de fission de quelque 15 kilotonnes et un kilo de combustible thermonucléaire une énergie de fusion trois fois plus élevée.

25 FOIS MOINS CHER

L'habitude a été prise en parlant d'explosions nucléaires d'y adjoindre l'adjectif d'« incontrôlé ». En fait, aujourd'hui, on peut exactement calculer l'énergie qui sera produite par une charge déterminée, la faire exploser au moment et à l'endroit voulus, et on en connaît de façon de plus en plus précise les divers effets. Les diamètres des enveloppes des engins (autrement dit le diamètre des forages qu'il faudra effectuer dans le cas d'explosions souterraines) sont connus : 85 cm pour des charges de 10 à 100 kt ; 1,20 m pour la mégatonne ; mais il est possible, également, au cas où les charges auraient à être enterrées très profondément, dans le but de réduire le diamètre des forages,

LES 4 TRACÉS DU SECOND CANAL



1) Greytown-baie de Salinas, dans la région frontalière Nicaragua-Costa Rica. Utilisant à la fois le lac Nicaragua, le rio San Juan, le canal aurait une longueur totale de 225 km. Partant du golfe de San Juan del Norte, sur la mer des Caraïbes, il aboutirait à San Juan del Sur dans la baie de Salinas, sur le Pacifique. Les experts ne sont pas, généralement, favorables à ce choix.

2) Le tracé de San Blas, au Panama. Partant de la baie de San Blas, sur la mer des Caraïbes, le canal aboutirait dans le golfe de Panama. Ce serait le canal le plus court : 60 km, et selon les évaluations provisoires, le moins cher.

3) Sasardi-Morti, au Panama également : légèrement plus long, 74 km, il s'étendrait de la baie de Calédonie sur la mer des Caraïbes, à la baie de San Miguel, sur le Pacifique.

4) Atrato-Truando, en Colombie : le canal aurait 164 km de long. Il emprunterait la vallée du fleuve Atrato, ou San Juan (appelé autrefois Darien, à l'embouchure duquel les Espagnols situèrent leur premier établissement en terre continentale). L'excavation nucléaire ne serait pratiquée que sur environ la moitié du tracé, le dragage hydraulique étant pratiqué sur 90 km entre la rivière Salaqui et la côte atlantique. Ce tronçon passerait, en effet, à travers une région dont le relief ne dépasse jamais 17 mètres et où les terrains sont formés d'épais dépôts alluvionnaires.

Rappelons, pour mémoire, que le canal à travers l'isthme de Tehuantepec, au Mexique (choix qui était d'ailleurs préconisé par le sénateur du Montana, M. Mike Mansfield), d'une longueur d'environ 175 km, devait relier la région de Minatitlan, sur la côte atlantique, à celle d'Ixtepec au fond du golfe de Tehuantepec sur la côte Pacifique. La stabilité politique du Mexique représentait dans ce choix un facteur quasi déterminant, car au point de vue longueur du canal et travaux du génie civil à travers une région très accidentée, sa construction aurait été des plus onéreuses et, de surcroît, même avec l'utilisation de l'explosif nucléaire, il n'aurait été possible d'aménager un canal à écluses, avec tout ce que cela représente comme inconvénients tant au point de vue exploitation que vitesse de transit, etc...

de fabriquer des charges de 10 kt n'ayant qu'un diamètre de 30 cm ou de 60 cm pour la mégatonne.

Et les prix, dira-t-on ? La Commission américaine de l'énergie atomique en a publiés, l'année dernière, à la veille de la Conférence internationale sur les applications pacifiques de l'énergie atomique. Pour les explosifs thermonucléaires : 350 000 dollars pour 10 kt et 600 000 dollars pour 2 mégatonnes. Cette assez faible différence en fonction de la puissance tient au fait que la quantité de matière fissile varie peu avec la puissance. Au cours actuel américain de l'uranium très enrichi en U-235, qui est de 12 dollars par gramme d'U-235, un engin pouvant comporter une quinzaine de kg d'U-235 équipé d'un réflecteur en une matière non fissile, fertile ou fusible, coûterait ainsi dans les 200 000 dollars. Pour une charge de 10 kt, cela représenterait donc les 2/3 du prix total et le tiers seulement pour une charge de 2 mégatonnes. Par rapport au TNT, dont la tonne vaut 5 000 F, l'explosif nucléaire apparaît comme étant 25 fois moins cher. Mais, comme l'a fait remarquer M. Jacques Gausens, chargé des études économiques générales au Commissariat à l'énergie atomique, au cours d'une récente conférence, une telle comparaison n'a que peu de sens. Ce qu'il faudrait comparer, « ce ne sont pas des énergies, mais des excavations, et une unité telle que la tonne-équivalent-basalte ou la tonne-équivalent-granit serait sans doute mieux choisie ».

Cela dit, quels sont le mécanisme et les effets des explosions nucléaires souterraines ? On peut classer ces dernières en deux grandes catégories : celles d'abord qui restent confinées dans le milieu dans lequel elles se sont produites. Elles créent une cavité intérieure, avec ou sans cheminée. Parfois, selon la nature de la roche et la profondeur à laquelle a été placé l'explosif, toute la partie au-dessus de la roche s'effondre,

donnant ainsi naissance à un cratère de subsidence ou d'effondrement.

La première explosion entièrement confinée a été celle réalisée lors de l'expérience Rainier, en septembre 1957, avec la détonation d'une charge de 1,7 kt enfouie à 300 m dans le tuff. Après la fin du moratoire sur les essais nucléaires, en septembre 1961, les Américains ont procédé à de très nombreuses expériences de ce type dans les roches les plus variées, granit, sel, alluvions, en utilisant des charges allant jusqu'à 200 kt.

PAS D'ÉLECTRICITÉ MAIS DU TRITIUM

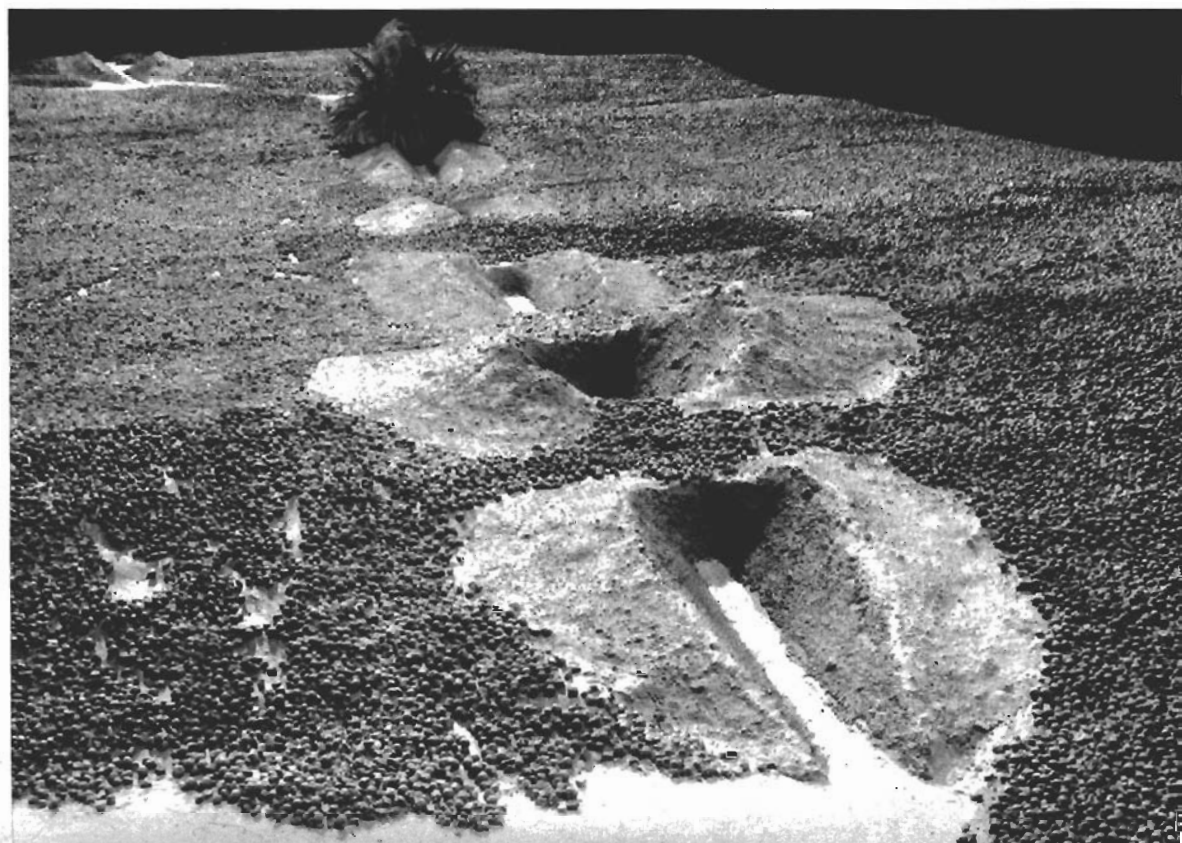
La première de la série du programme Plowshare fut l'expérience Gnome, effectuée le 10 décembre 1961 dans une ancienne mine de sel, près de Carlsbad, dans le Nouveau-Mexique, en présence de nombreux observateurs étrangers. Une charge de 3,1 kt explosa au bout d'un tunnel, à 400 m de profondeur, créant une belle cavité hémisphérique de 50 à 60 m de diamètre et de 20 à 28 m de haut. Le 17 mai suivant, lorsque les premiers physiciens pénétrèrent dans la cavité, la température y était encore de 140° F, mais la radioactivité y était très faible. Les parois, sous l'intense flux de neutrons, avaient été colorées en bleu, vert et violet. L'une des plus intéressantes constatations fut de déceler la présence d'un certain nombre d'isotopes de l'uranium et du plutonium et d'éléments transplutoniens comme l'américium et le curium. Deux conclusions purent être tirées de cette expérience : d'une part, que des explosions confinées dans une couche de sel ne semblent pas intéressantes pour la production d'énergie électrique à partir de la vapeur dégagée de la cavité, en raison de sa nature très corrosive, mais que, par contre, elles pourraient permettre, dans certaines conditions, la production du tritium.

Grâce aux centaines d'explosions souterraines faites à des fins militaires et aux dizaines à des fins civiles, les techniciens américains sont arrivés à établir des formules qui leur donnent automatiquement, avec un assez faible pourcentage d'erreurs, les dimensions des cavités et des cheminées qu'ils peuvent réaliser en fonction d'une charge déterminée, de la profondeur à laquelle elle explose, de la nature des roches et de leur structure géologique. Lorsqu'une cheminée se forme, son diamètre est le même sensiblement que celui de la cavité, mais sa hauteur peut varier considérablement selon la roche. L'expérience montre qu'il est possible dès maintenant de prévoir à plus ou moins 20% près les dimensions de la cavité, indépendamment de la nature de la roche, et à plus ou moins 7% lorsqu'on connaît cette dernière. De même, d'autres formules permettent de connaître l'extension de la zone de roches fracturées autour de la cavité et la puis-



Ci-dessus : Le canal de Panama actuel n'est plus à l'échelle du trafic. En particulier les Américains lui reprochent d'être impraticable pour les grosses unités de la flotte de guerre, les porte-avions par exemple.
(Photo Holmes-Label)

A droite : voici en maquette l'un des projets de percement d'un deuxième canal de Panama. Il s'agit du parcours Sasardi-Morti. L'explosion de 300 charges nucléaires formant un total de 170 mégatonnes sera nécessaire pour le mener à bien. La tranchée obtenue atteindra parfois une profondeur de plus de 400 m.
(Photo Lawrence Radiation Laboratory)



sance de l'onde de choc qui risque d'ébranler les constructions en surface.

L'étude de la cheminée créée par la détonation Hardhat de février 1962, effectuée dans la granodiorite, a permis de constater que l'espace vide qui se forme à la partie supérieure de la cheminée, au-dessus de la roche broyée qui recouvre elle-même la roche vitrifiée qui se forme à la base, peut atteindre les dimensions relativement importantes. Un autre phénomène extrêmement important est celui du comportement de certains gaz qui se forment lors de l'explosion et qui agissent sur la croissance de la cavité. Dans l'expérience Handcar (10 kt explosés le 5 novembre 1964, à 440 m de profondeur, dans de la dolomie presque pure), d'importantes quantités de gaz carbonique et d'oxyde de carbone ont été libérées qui ont renforcé de façon notable les effets de l'explosion.

Quant aux excavations souterraines suivies de la formation d'un cratère artificiel, la phase de creusement de la cheminée n'est plus limitée par la résistance du toit et la cheminée s'étend alors jusqu'à la surface du sol en s'évasant de plus en plus pour former finalement le cratère. Là aussi, des formules ont pu être établies sur la base de nombreuses expérimentations qui permettent de prévoir le rayon du cratère, la profondeur du cratère apparent, les dimensions du cratère réel et l'importance du rejet des terres à son pourtour.

UN SECOND CANAL DE PANAMA

Une explosion nucléaire produit un flux intense de neutrons en une fraction de microseconde. Il peut être supérieur à celui produit par les accélérateurs en ce qui concerne la section efficace. Dans ce domaine, l'expérience la plus intéressante effectuée dans le cadre du programme Plowshare a été l'explosion souterraine Par qui a eu lieu le 9 octobre 1964. Un dispositif nucléaire convenant à la production d'isotopes d'éléments lourds a été mis au point, constitué par une cible d'uranium 238. L'analyse d'échantillons de verre fondu a montré que, dans l'expérience, le flux des neutrons produits avait été deux fois plus important que lors de toutes les expériences souterraines Plowshare. La concentration de californium 254 dans ces échantillons, mille fois plus forte que dans ceux provenant des explosions précédentes, montre qu'une nouvelle technique, extrêmement intéressante, est en train d'être mise au point pour la production d'éléments lourds. On présume que les Américains produisent désormais, par cette méthode, des quantités de californium relativement importantes.

Ces applications du programme Plowshare ont été trouvées en quelque sorte après coup. Mais celles envisagées dès le début, à savoir les applications industrielles et l'excavation demeurent au premier plan des préoccupations et, avant tout, celle concernant le creusement de grandes et profondes tranchées. Il y a un an exactement, les Américains ont procédé, dans le cadre du programme Plowshare, à la réalisation du projet Dugout qui a consisté à faire exploser cinq charges d'explosifs chimiques de 20 tonnes chacune, disposées en ligne à une distance l'une de l'autre à peu près égale au rayon du cratère créé par l'explosion d'une seule charge. L'expérience a permis de creuser dans le basalte une tranchée d'environ 87,50 m de long sur 41,50 m de large et 10,70 m de profondeur. C'est là la première préfiguration de la technique qui pourra être utilisée pour le creusement, à l'aide d'explosifs nucléaires, d'un second canal de Panama.

Si le programme Plowshare est bien né à la suite de la crise de Suez, il faut préciser que l'idée d'un doublement du Canal de Panama est bien antérieure. Ce qui est nouveau c'est l'éventuelle utilisation de l'explosif nucléaire pour le creusement d'un second canal à travers l'Amérique Centrale. Dès la deuxième guerre mondiale, les Etats-Unis commencèrent à penser à un second canal reliant l'Atlantique au Pacifique, le canal de Panama s'avérant impraticable pour le passage de certaines grosses unités de leur flotte de guerre, en particulier les porte-avions.

En 1947, une vaste étude préliminaire aboutit à la sélection d'une trentaine d'itinéraires entre l'isthme de Tehuantepec au Mexique et les vallées d'Atrato et de San Juan en Colombie. Cependant, la transformation de l'actuel canal de Panama, à écluses, en un canal à niveau, par les moyens conventionnels, fut jugée alors la moins onéreuse des solutions.

En 1959-1960, à la suite des progrès réalisés dans le domaine des explosions nucléaires souterraines, tous ces projets furent réexaminés et cinq tracés furent retenus.

Il faudra attendre, toutefois, la grave crise qui interviendra

dans les relations entre les Etats-Unis et le Panama, en janvier 1964, liée au fait que plus de 300 navires, civils ou militaires, construits ou en construction à l'époque, ne pourront plus, étant données leurs dimensions, emprunter le canal de Panama, pour que la question du doublement du canal soit reprise avec vigueur. Le 4 mars 1964, devant le Congrès américain, le Dr Glenn Seaborg, président de la Commission américaine de l'Energie atomique, soutient que les Etats-Unis seront en mesure de disposer vers 1969 des moyens nécessaires pour le creusement d'un canal à l'aide d'explosifs nucléaires. Le 16 avril suivant, tant pour des raisons politiques (pression sur Panama) que géographiques, un accord est signé entre les Etats-Unis et la Colombie pour l'étude d'un projet de canal à travers ce dernier pays.

Le 24 septembre 1964, le président Johnson approuve la loi prévoyant l'étude d'un nouveau canal à travers l'Amérique Centrale et nomme une commission de cinq membres chargée d'examiner le problème de plus près. Mais c'est véritablement le 18 décembre 1964 que le président de l'exécutif américain annonce la décision officielle des Etats-Unis de s'engager dans la construction d'un nouveau canal au niveau de la mer en Amérique Centrale, en même temps qu'il offre au gouvernement panamien de négocier un traité entièrement nouveau relatif au canal de Panama lui-même, traité qui deviendrait automatiquement caduc à la mise en fonctionnement du nouveau canal.

Fin janvier 1965, une délégation officielle américaine effectue une mission exploratrice dans les pays latino-américains intéressés et des accords de principe sont signés avec un certain nombre d'entre eux, comme le Nicaragua et le Costa Rica.

LA RADIOACTIVITÉ PAS ENCORE TOTALEMENT ÉLIMINÉE

Comment se présente la question actuellement ? Seulement quatre tracés sont encore retenus, l'un à travers le Nicaragua et le Costa Rica, deux à travers le Panama et un à travers la Colombie, la solution de la transformation du canal de Panama actuel en canal à niveau gardant de nombreux partisans.

De toute façon, semble-t-il, le choix du site n'interviendra pas avant 1969 et aucune décision, à ce jour, n'a été prise quant à savoir si les travaux seront effectués par les moyens conventionnels ou à l'aide d'explosifs nucléaires.

L'utilisation de l'« outil atomique » exigera, pense-t-on, — c'est l'avis, en particulier, du Dr Glenn Seaborg — un amendement au traité de Moscou sur l'arrêt partiel des explosions nucléaires, ce qui signifie que, même d'ici cinq ans, les Américains n'espèrent pas pouvoir éviter totalement le dégagement de nuages radioactifs lors des explosions.

Le futur canal sera-t-il d'ailleurs exploité par les Américains seuls et le pays qu'il traversera, ou par un consortium international ? La question est ouverte. Le percement d'un canal à niveau à travers l'Amérique Centrale constituera l'entreprise de génie civil la plus gigantesque jamais entreprise par l'homme. Il est normal, peut-être, que pour cette raison elle se fasse dans le cadre d'un accord international.

Selon les calculs faits par le « groupe d'excavation nucléaire » du génie de l'armée américaine, le creusement du canal panamien Sasardi-Morti nécessiterait l'explosion de 300 charges nucléaires, de puissance unitaire variant entre 100 kt et 10 mégatonnes, formant un total de 170 mégatonnes. Ces estimations sont basées sur l'expérience acquise avec le cratère de Danny Boy creusé dans le basalte à l'aide d'une charge de 420 tonnes. Pour placer les 300 charges, il faudrait creuser 300 trous d'un diamètre utile intérieur de 90 cm pour les petits explosifs et de 1,35 m pour les plus puissants. Quant aux profondeurs auxquelles les charges devraient être enterrées, elles varieraient entre 200 et 700 mètres.

Il y aurait en tout 14 séries d'explosions, chacune d'elles creusant un tronçon de canal d'une longueur variant entre 1,5 à 10 km, selon la profondeur de la tranchée, et faisant intervenir, selon les cas, de 4 à 50 charges. La puissance moyenne de chaque détonation serait de 10 mégatonnes, mais celle effectuée dans la partie la plus élevée du canal aurait 35 mégatonnes. Dans cet endroit, en effet, l'altitude au-dessus du niveau de la mer est de près de 400 mètres. C'est à cet exemple précis que l'on peut juger du gigantisme du projet et de la valeur extraordinaire que l'on viendrait à attribuer au « soc nucléaire ». Une seule série d'explosions simultanées creuserait une tranchée d'une profondeur supérieure de 100 mètres à la

hauteur de la Tour Eiffel, et d'une longueur la dépassant de plusieurs fois.

Dans cette partie du canal, 4 charges nucléaires, 3 de 10 mégatonnes et une de 5 mégatonnes, seraient mises à feu en même temps. Le fond du cratère apparent serait dans cette région situé à une soixantaine de mètres au-dessous du niveau de la mer. L'épaisseur de la roche broyée atteindrait 500 à 700 mètres et les lèvres du cratère, c'est-à-dire les bords du canal, s'élèveraient jusqu'à 500-700 mètres de haut au-dessus du niveau de la mer, soit de 150 à 300 mètres au-dessus du relief de la région.

La largeur de la tranchée à cette altitude dépasserait 1,300 km.

Les spécialistes américains sont conscients que le creusement de cette partie du canal constituerait la partie la plus difficile et qui, à l'heure actuelle, présente le plus d'inconnues. Il faudrait savoir, par exemple, s'il est possible d'extrapoler, à partir des explosions déjà réalisées, les effets d'explosions de l'ordre de 35 mégatonnes ; savoir si la profondeur du cratère serait vraiment en proportion de la puissance de l'explosion, s'assurer qu'un tel cratère serait stable et, enfin, qu'une telle explosion ne serait pas dangereuse au point de vue du choc sismique et de la radioactivité aérienne.

Il est évident qu'il ne faudrait employer que des explosifs thermonucléaires et non pas à fission et que, de toute façon, il serait nécessaire de procéder à l'évacuation de la population d'une zone assez étendue. Le régime des vents est régulier dans cette région. Les vents soufflent vers le sud-ouest. On pense qu'une trentaine de milliers d'habitants devraient être déplacés temporairement.

Pour le canal Atrato-Truando, les spécialistes évaluent le total de l'explosif nucléaire nécessaire à 270 mégatonnes que l'on ferait détonner en 21 séries d'explosions.

Dans les deux cas, le canal terminé aurait 330 mètres de large, 20 mètres de profondeur et exigerait l'enlèvement par des méthodes conventionnelles de millions de mètres cubes de déblais.

DIX A DOUZE ANS POUR UN SECOND CANAL

En utilisant l'explosif nucléaire pour creuser un canal à niveau à travers une région de relief, il faudrait de 10 à 12 ans. C'est ce que nous a dit M. J. S. Kelly, directeur du Département des explosifs nucléaires pacifiques, que nous avons rencontré à Washington, au siège de la Commission américaine de l'Énergie atomique. Sasardi-Morti demanderait, sans doute, deux ans de moins que Atrato-Truando. Les délais, à partir de la décision ferme de creuser, une fois que le site serait prospecté et choisi, seraient, selon M. Kelly, les suivants ; cinq ans pour mettre au point les explosifs, ensuite deux ans pour préparer le terrain, c'est-à-dire aménager les voies d'accès, construire les baraquements, etc. Deux à trois ans seraient nécessaires aux forages et explosions successives et, enfin, l'achèvement complet du canal demanderait encore une à deux années.

La construction du canal Sasardi-Morti à l'aide d'explosifs nucléaires coûterait trois quarts de milliards de dollars (3750 millions de francs), nous a précisé M. Kelly, nous faisant remarquer que le même canal, creusé par les moyens conventionnels, reviendrait à quelque 2.300 millions de dollars (11.500 millions de francs), soit trois fois plus cher... A travers la Colombie, le canal reviendrait encore à 30 % moins cher que s'il était creusé par les moyens classiques.

L'avenir montrera peut-être si ces évaluations sont valables. Il est très possible qu'avant d'aborder cette œuvre gigantesque, les Américains entreprennent sur leur propre territoire la réalisation d'un projet beaucoup plus modeste, à savoir le percement d'une tranchée à travers les montagnes Bristol, en Californie du Sud. Ce projet, connu sous le nom de projet Carryall, est destiné à faire passer dans la même tranchée une voie de chemin de fer et une autoroute, afin de raccourcir la longueur de ces deux voies de communication. La tranchée aurait près de quatre kilomètres de long et une profondeur maximum de 120 m. Sa largeur varierait entre 200 m et 430 m. L'excavation se ferait à l'aide de 20 charges nucléaires de 20 à 200 kt, constituant un total de 1 730 kt. Selon les estimations des experts, l'utilisation de l'explosif nucléaire, non compris le prix de l'explosif lui-même, permettrait de réaliser une économie de 8 millions de dollars. De projet Carryall sera-t-il le banc d'essai qui dé-

Avant de se lancer dans la réalisation d'un canal en Amérique Centrale avec l'outil atomique, les Américains sont décidés à faire un essai chez eux à travers les montagnes Bristol en Californie du Sud. C'est le projet Carryall dont voici la maquette. Ce banc d'essais de l'excavation nucléaire aura quatre kilomètres de long, plus de 200 mètres de large et 100 de profondeur. (Photo The University of California Lawrence Radiation Laboratory, Livermore and the US Atomic Energy Commission)



terminera l'adoption de la solution nucléaire pour le second canal de Panama ?

Le programme Plowshare envisage également l'utilisation de l'explosif nucléaire pour l'exploitation des nappes de naphte et de gaz naturel dans les roches peu perméables. La technique consisterait, en quelque sorte, à stimuler l'écoulement du pétrole ou le passage du gaz naturel vers les puits d'extraction en rendant, par explosion, la roche plus friable.

Une étude en ce sens vient précisément d'être terminée dans le bassin San Juan, dans l'Etat du Nouveau-Mexique. Les experts affirment que la « fracturation » des roches dans lesquelles se trouvent confinés les gisements de gaz naturel permettrait d'en extraire une quantité totale sept fois supérieure à celle qu'il est possible d'en tirer par les techniques classiques.

Ainsi, le programme Plowshare, dont l'idée a été lancée il y a moins de 15 ans et qui, à l'époque, avait paru utopique et inutile à plus d'un savant et d'un technicien, dangereux à cause de la radioactivité artificielle qui risquait, pensait-on, de s'élever de façon inquiétante, a non seulement progressé de façon continue sur le plan expérimental, mais a ouvert de nouvelles perspectives, absolument insoupçonnées à l'origine. En dehors de toute considération sur le plan scientifique, l'explosif nucléaire commence à prendre un sens économique.