



Roger E. HILL *

Des projets d'aménagement à grande échelle nécessitent naturellement des dépenses d'énergie considérables.

Pour entamer ou bouleverser le sol, l'énergie nécessaire peut être obtenue de manière sûre et efficace par des réactions nucléaires plutôt que par des réactions chimiques plus communément utilisées.

L'énergie nucléaire est la forme d'énergie la plus dense et la moins coûteuse que l'homme connaisse, et son utilisation dans ce type d'aménagement peut faire réaliser d'importantes économies d'argent et de temps ou peut permettre des réalisations qui n'auraient pas été concevables par d'autres méthodes.

Une énergie peu coûteuse

Afin d'apprécier les économies que pourrait permettre l'emploi de l'énergie nucléaire, on peut considérer l'exemple suivant : un explosif nucléaire créé pour l'excavation pacifique (« extrêmement propre »), de puissance moyenne adapté à ce type de travaux (environ 2.10^{14} calories), peut être obtenu de la Commission à l'Energie Atomique des Etats-Unis (USAEC) à un prix fixé de 2,46 millions de francs (\$ 495 000). L'engin complet, qui occupe un volume d'environ 1,7 m³, emmagasine une énergie équivalente à 220 millions de litres de diesel. (Le prix de gros à l'exportation pour cette quantité de carburant est d'environ 31,2 millions de francs - \$ 6 250 000.) Pour que l'excavation se réalise dans les meilleures conditions, l'explosif doit être enterré à une profondeur d'à peu près 210 m sous la surface du sol. (Un puits d'environ 1 m de diamètre est nécessaire pour ce type d'explosif.) Au moment de la détonation, l'explosion va former en quelques secondes un cratère circulaire parabolique en coupe transversale d'environ 450 m de diamètre à la surface du sol et d'une profondeur d'environ 135 m au centre. Le volume utilisable total excavé sera d'environ 8,15 millions de m³. Le prix unitaire de l'explosif lui-même est donc d'environ 0,30 F/m³, et les prix unitaires du projet tout entier pourraient atteindre 1,35 F/m³. A titre de comparaison, un prix unitaire traditionnel pour une excavation à grande échelle serait d'environ 7 F/m³.

Depuis la découverte de l'énergie nucléaire, voici 33 ans, la perspective

d'utiliser cette nouvelle forme d'énergie pour le service et le bénéfice de l'humanité a été le but des efforts de nombreux chercheurs dans toutes les régions du globe. En 1957, l'USAEC (Commission des Etats-Unis pour l'Energie Atomique) a mis au point le programme Plowshare (programme SOC) avec l'intention de tirer de « l'épée nucléaire » un outil utile et constructif. Le gouvernement des Etats-Unis a consacré dans ce but plus de 500 millions de francs au développement des explosifs à usage industriel et de la technologie nécessaire pour une mise en pratique sûre et efficace.

Un grand nombre d'applications prometteuses pour cette nouvelle technologie ont été proposées ces 15 dernières années (voir page 22). Certaines d'entre elles ont été le sujet de recherches et de programmes de développement qui comprenaient des explosions expérimentales et, dans certains cas, des démonstrations industrielles. Ces travaux ont été effectués à la fois par les Etats-Unis et l'U.R.S.S. En France, le CEA a également contribué au développement de cette technologie en publiant des données sur les effets des explosions souterraines obtenus lors d'essais militaires au Sahara.

L'excavation nucléaire pour le stockage des produits naturels (gaz - eau)

Dans le programme américain, les applications les plus poussées ont été l'excavation nucléaire et la stimulation de réservoirs de gaz naturel. Le programme russe a des buts plus ambitieux. Y sont inclus notamment la stimulation de réservoirs d'huile et de gaz et le stockage de gaz naturel et de gaz à condensat. Les Russes ont également utilisé les explosifs nucléaires à au moins deux reprises afin d'éteindre de manière efficace et définitive de coûteux incendies de puits de gaz qu'il était impossible de maîtriser par d'autres méthodes.

Comme application pratique d'une excavation nucléaire, les Russes ont utilisé un cratère nucléaire pour former un

* Directeur du Groupe Technique Geonuclear Nobel Paso.

Propositions d'emplois constructifs de l'explosif nucléaire à des fins industrielles et d'aménagement du territoire

TRANSPORT

Canaux/Ports/Tranchées de voies ferrées et de routes/Déblaiement de canaux (en vue d'écartier les risques encourus par les navires).

EXPLOITATION DES EAUX

Canaux de dérivation/Réservoirs/Barrages par projection directe/Carrières pour construction conventionnelle.
Points d'injection pour réalimentation des sources d'eau souterraines (aquifères).

RECUPERATION DES RESSOURCES

Stimulation de réservoirs de gaz naturel à faible perméabilité/Stimulation de réservoirs d'huile (récupération secondaire).
Extraction minière par lixiviation in situ/Fracturation du gisement pour exploitation minière souterraine.
Enlèvement des stériles pour exploitation à ciel ouvert/Récupération d'huile par la distillation in situ du schiste bitumeux.
Récupération d'huile dans des gisements de pétrole à forte viscosité (sables bitumeux).
Obturation des éruptions (« blow-out ») dans les puits de gaz ou de pétrole/Gazéification de charbon in situ.

PRODUCTION D'ENERGIE

Extraction d'énergie géothermique/Régulation de la consommation de la puissance électrique :
stockage d'eau chaude/stockage par pompage (eau froide)/stockage d'air comprimé.
Hydro-électrique (voir Exploitation des Eaux).

STOCKAGE DE MATERIAUX ESSENTIELS

Stockage souterrain : huile, gaz naturel, gaz à condensat, gaz naturel liquéfié.

CONTROLE DE LA POLLUTION

Couches de filtration pour l'élimination des nitrates et la réinjection des eaux agricoles.
Points de stockage souterrains pour les effluents usés.
Cavités pour l'élimination permanente des déchets dangereux (chimiques, radioactifs) hors de l'environnement biologique.

Exemples de projets d'excavation suggérés comme applications possibles ^(a) des explosifs nucléaires ^(b)

CANAUX

Atlantique-Pacifique - Panama, Colombie/Isthme de Kra - Thaïlande/Ile de Luzon - Iles Philippines.
Détroit de Simpson (passage nord-ouest) - Canada/Pointe sud de l'Inde.

PORTS

Alaska (plusieurs emplacements)/Côte ouest de l'Australie (plusieurs emplacements).
Arica - Chili/Salaverry - Pérou/Côte sud-est de la République Malgache.

DEBLAIEMENT D'OBSTACLES MARITIMES

Détroit de Torrès - Australie, Nouvelle-Guinée.

CANAUX DE DERIVATION

Le fleuve Petchora dans la Volga - U.R.S.S./La Méditerranée dans la dépression de Qattara - Egypte.
La Méditerranée dans les Chotts - Tunisie, Algérie/Le lac Nasser dans la Nouvelle Vallée - Egypte.
Le Nil Blanc dans les régions désertiques près de Jonglei - Souan/La Cordillère des Andes (d'est en ouest) - Amérique du Sud.

PROJETS D'EXPLOITATION DES EAUX

Républiques d'Asie Centrale - U.R.S.S./Bassin de l'Amazonie - Amérique du Sud.
Les plateaux centraux de l'Arizona - U.S.A./Le fleuve Ord - Australie.
Capture des écoulements causés par les moussons - Inde.

a) Pour la plupart de ces suggestions, la possibilité de l'emploi des explosifs nucléaires n'a pas encore été prouvée. Les techniques conventionnelles pourront se révéler préférables pour plusieurs de ces projets.

b) Parmi les projets figurant sur cette liste, quelques-uns ont été tirés d'un recueil de L.-J. Vortman (« Excavation Nucléaire », rapport SC-DC-69-1716, Sandia Laboratories Albuquerque 1969).

réservoir de stockage des ruissellements saisonniers d'une rivière dans une région semi-désertique du pays. Ce réservoir qui contient 18 millions de m³ d'eau, est utilisé depuis déjà plusieurs années et semble avoir largement contribué au développement économique de la région. On annonce la construction d'un semblable réservoir situé dans l'une des Républiques d'Asie Centrale de l'U.R.S.S. et qui pourra contenir 30 millions de m³ d'eau.

Un nouveau canal de Panama

Un grand nombre de projets où les volumes de terrassement étaient particulièrement importants ont été proposés comme applications possibles de la technologie de l'excavation nucléaire. Une liste partielle de ces suggestions est donnée en page ci-contre.

Parmi celles-ci, la proposition qui a fait l'objet du plus grand nombre de recherches concernait le canal Atlantique-Pacifique au niveau de la mer à travers l'isthme d'Amérique Centrale. En 1964, un acte du Congrès américain a créé la Commission d'Etude du Canal inter-océanique Atlantique - Pacifique afin de poursuivre les recherches entreprises pour la construction d'un tel canal. La Commission devait regrouper dans ses études tous les moyens de construction possibles, y compris l'excavation nucléaire. En décembre 1970, la Commission présenta son rapport final au président Nixon. Parmi les nombreuses constatations et recommandations de ce rapport, on note que :

- l'actuel canal de Panama suffira au trafic maritime jusqu'à la dernière décennie de ce siècle, environ ;
- à peu près 15 années devraient être nécessaires à l'achèvement d'un canal au niveau de la mer ;
- la solution la moins coûteuse (11 milliards de francs) serait un canal situé en Colombie (tracé 25) qui ferait appel à l'excavation nucléaire pour une partie de son tracé ;
- la seconde solution, par ordre de prix (15 milliards de francs), serait un canal situé au Panama, tout à fait au nord du canal actuel (tracé 10), qui pourrait être entièrement réalisé par des méthodes traditionnelles ;
- si la décision de construction immédiate était prise et, en supposant qu'un contrat puisse être conclu avec le Panama, la Commission recommanderait l'utilisation des méthodes traditionnelles pour la construction d'un canal le long de la route 10.

En ce qui concerne la technologie de l'excavation nucléaire, la Commission a estimé qu'il serait nécessaire de conduire plusieurs essais supplémentaires afin de démontrer de façon détaillée la possibilité d'application de cette technologie à un projet de l'envergure du canal inter-océanique. En reconnaissant l'énorme avantage économique de l'excavation nucléaire, la Commission a recommandé que : « ... le Programme Plowshare actuel soit poursuivi, approfondi et continué avec ténacité jusqu'au jour où des réponses définitives seront acquises ».

Construction de ports et contrôle des eaux

Les savants américains sont certains que la technologie est suffisamment avancée à l'heure actuelle pour permettre la réalisation de projets moins ambitieux que le canal inter-océanique ; par exemple, pour la construction de ports, ou pour des projets d'aménagements pour le contrôle des eaux. On peut s'attendre à un effort suivi de l'Amérique dans la technologie des excavations nucléaires, comme une conséquence des obligations qui lui sont imposées par l'Article 5 du Traité de Non-Prolifération qui oblige les nations « nucléaires » signataires (les Etats-Unis, le Royaume-Uni et la Russie) à mettre les explosifs nucléaires et les travaux qui s'y rapportent à la disposition de toute nation signataire, à un bas prix, sous les auspices de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA), une agence des Nations Unies située à Vienne. Bien que n'étant pas signataire du traité, la France a manifesté son intention de rester fidèle à ces dispositions.

La République Malgache a récemment profité de ses droits en vertu de l'Article 5, et a demandé à l'AIEA son aide pour étudier la faisabilité d'utilisation de l'explosif nucléaire pour créer sur la côte Sud-Est de l'île un port afin de transporter la bauxite des gisements situés à l'intérieur. On a rapporté que les Etats-Unis, le Royaume-Uni, la France et l'Union Soviétique sont tous d'accord pour envoyer des experts afin d'étudier le projet.

Dans un avenir proche, une nouvelle impulsion pour le développement et la démonstration de la technologie de l'excavation nucléaire pourrait bien venir des Russes. En plus des réservoirs d'eau mentionnés ci-dessus, les chercheurs soviétiques ont soumis une proposition pour la construction d'un canal de dérivation du fleuve Petchora dans la Volga, puis dans la mer Caspienne qui a baissé de 2,5 cm ces 35 dernières années. Cet état de chose a causé de graves ennuis à la pêche, au transport ainsi qu'à d'autres domaines de la vie économique du voisinage de la mer Caspienne. Des projections montrent que, même avec des conditions climatiques favorables, le niveau de la mer baissera encore de 1,7 m jusqu'à l'an 2000, à moins qu'il n'y soit remédié auparavant. Cette proposition de projet permettra au moins la stabilisation du niveau de la mer Caspienne en dérivant une partie du fleuve Petchora qui coule au nord vers le cours sud de la Volga. Dans ce but, il faudra construire, en plus des installations hydrauliques prévues, un profond canal à travers la ligne de partage des eaux Petchora-Kama. Le canal aura une longueur totale de 112,5 km, et une portion de 65 km qui devra passer en terrain élevé et rocaillieux sera excavée par explosion nucléaire.

C'est par de tels aménagements que l'homme réussira à maîtriser cet outil extrêmement puissant qu'est l'énergie nucléaire, qui l'aidera à contrôler et améliorer son environnement physique.

R. E. H.