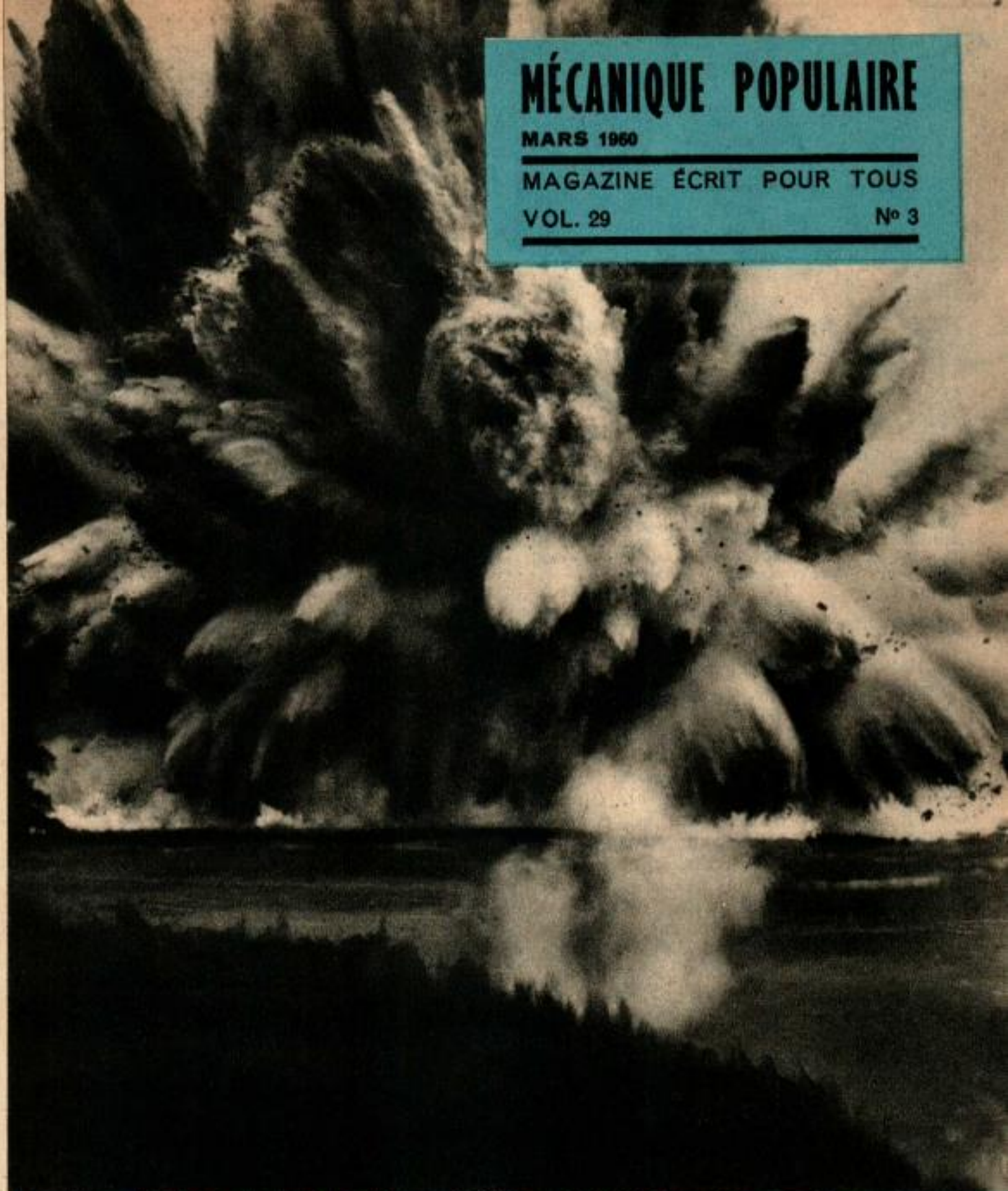




Voici un portrait de 1 400 t d'explosifs déplaçant 700 000 t d'eau et de rochers...
un véritable chef-d'œuvre de démolition.

Les maîtres des explosifs

Par Ted Dutton

« Le meilleur moyen pour démolir : les explosifs. » Telle est la devise des spécialistes des explosifs.



Dans les profondeurs intérieures de Ripple Rock, les ingénieurs de la compagnie Du Pont pincent le cordeau détonnant sur les boîtes métalliques d'agent explosif Nitramex. Le cordeau détonne à la stupéfiante vitesse de 6 000 m à la seconde, permettant de faire exploser instantanément des charges largement séparées.



Zéro plus un quart de seconde à Ripple Rock. Bickel, dit « Règle à calculer », déclencha l'énorme explosion à partir d'un blockhaus en sacs de sable aménagé à 750 m du foyer, mettant ainsi le point final à un travail de trois ans qui coûta 15 millions de nouveaux francs au gouvernement canadien, mais élimina ainsi une vieille menace qui avait déjà coulé 125 navires.

AU printemps de 1954, sur le chantier de construction du colossal nouveau pont routier enjambant le froid et mouvementé détroit de Mackinac, dans le haut de l'Etat du Michigan, un drame intense était en préparation.

A Alpena, les équipes de construction métallique avaient monté les sections inférieures de deux énormes caissons circulaires de plus de 35 m de largeur, avec deux réservoirs étanches de 4,50 m entre les parois d'acier intérieures et extérieures. Des remorqueurs avaient tiré les massifs assemblages au centre du détroit et les avaient mis en place entre des piles d'ancrage temporaires. Le béton coulant dans les réservoirs faisait lentement couler les monstres tandis que les ouvriers luttèrent contre le temps et contre de vicieuses tempêtes de printemps pour arriver à compléter dans les délais les sections intérieures.

Finalement, à plus de 60 m de fond, les caissons touchèrent le lit du détroit, mais la partie la plus difficile du travail ne faisait que commencer. Des explosifs abaissés à travers des puits étaient supposés creuser des tranchées circulaires dans le fond du lac, installant les caissons à fond en forme de coin dans exactement 2,45 m de granit massif, ceci sans les incliner ou les disloquer d'une fraction de pouce.

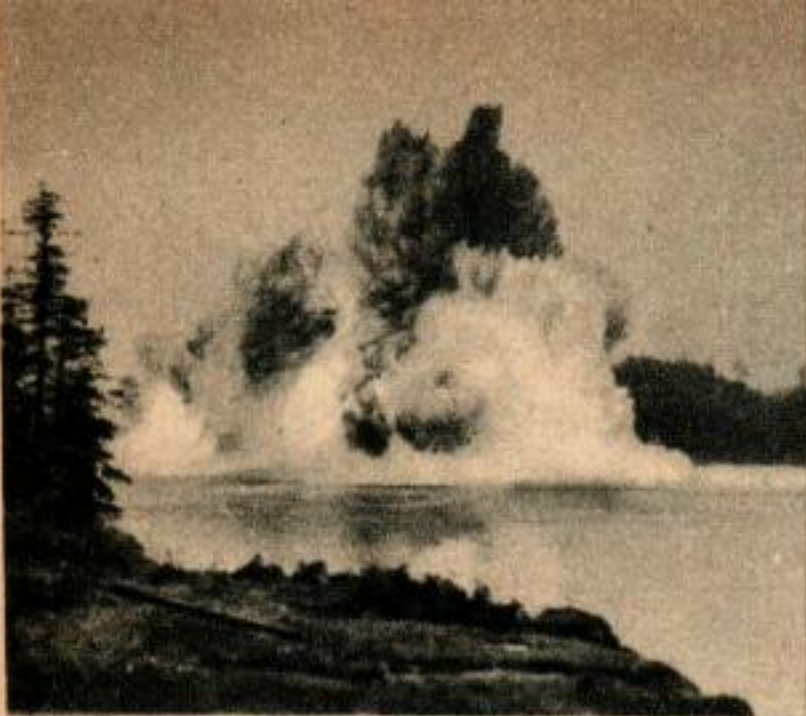
Le grand jour arriva. Les charges furent descendues et des scaphandriers plongèrent dans les eaux glaciales et boueuses pour en vérifier la mise en place. Des connexions électriques furent établies et la zone dangereuse fut dégagée. Puis l'explosion retentit et des geysers d'eau blanche jaillirent dans le ciel. Les spectateurs restèrent bouche bée tandis que les énormes caissons tressautaient. Mais ceux-ci s'enfoncèrent docilement à l'emplacement calculé pour devenir les fon-

dations des hautes tours de suspension de « Big Mack » (surnom familial du pont de Mackinac).

La réussite de cette sensationnelle gageure ne causa cependant aucune réelle surprise, car les exploits quasi miraculeux se répètent chaque jour chez les experts ès explosifs modernes. Les artificiers du bon vieux temps avaient l'habitude de faire leur instruction eux-mêmes, mais la promotion américaine actuelle de quelque vingt « commis-voyageurs en poudre » spécialisés, pour d'aussi importants fabricants d'explosifs que Du Pont, Atlas et Hercules, est composée d'ingénieurs des mines ou ingénieurs géologues qui sont tous de véritables magiciens de la « construction destructive ». Naturellement rien de ce qui concerne l'explosion des mines n'est réellement « coupé sur mesures », et les ingénieurs artificiers sont parfois chargés de missions qui mettent même leur remarquable ingéniosité à dure épreuve.

Les spécialistes ès explosifs d'aujourd'hui ne pourraient d'ailleurs pas se permettre beaucoup d'opérations vraiment magiques s'ils ne disposaient pas des modernes explosifs à haute puissance. Ce fut un Tyrolien du nom de Kaspar Weindl qui tira le premier « coup de mine » industriel, il y a près de trois cents ans, dans une mine de charbon de Hongrie. Mais la primitive poudre noire était le seul explosif commercial praticable jusqu'à ce que l'inventeur suédois Alfred Nobel exerce son génie inventif dans ce domaine, vers la fin du XIX^e siècle.

En 1846, Ascanio Sobrero, un professeur de chimie de l'Université de Turin, Italie, avait découvert les propriétés explosives de la nitroglycérine. Mais, pendant des années, celle-ci resta plutôt une curiosité qu'un explosif pratique parce qu'elle était trop sensible pour être manipulée, expédiée ou utilisée



Zéro plus 0,8 seconde. L'explosion de droite, la plus importante, est celle de North Rock ; l'explosion la plus petite provient des charges de South Rock, lesquelles furent tirées quelques millièmes de seconde plus tard. L'explosion de Ripple Rock fut la plus grande explosion non atomique intentionnelle de l'histoire des explosifs.



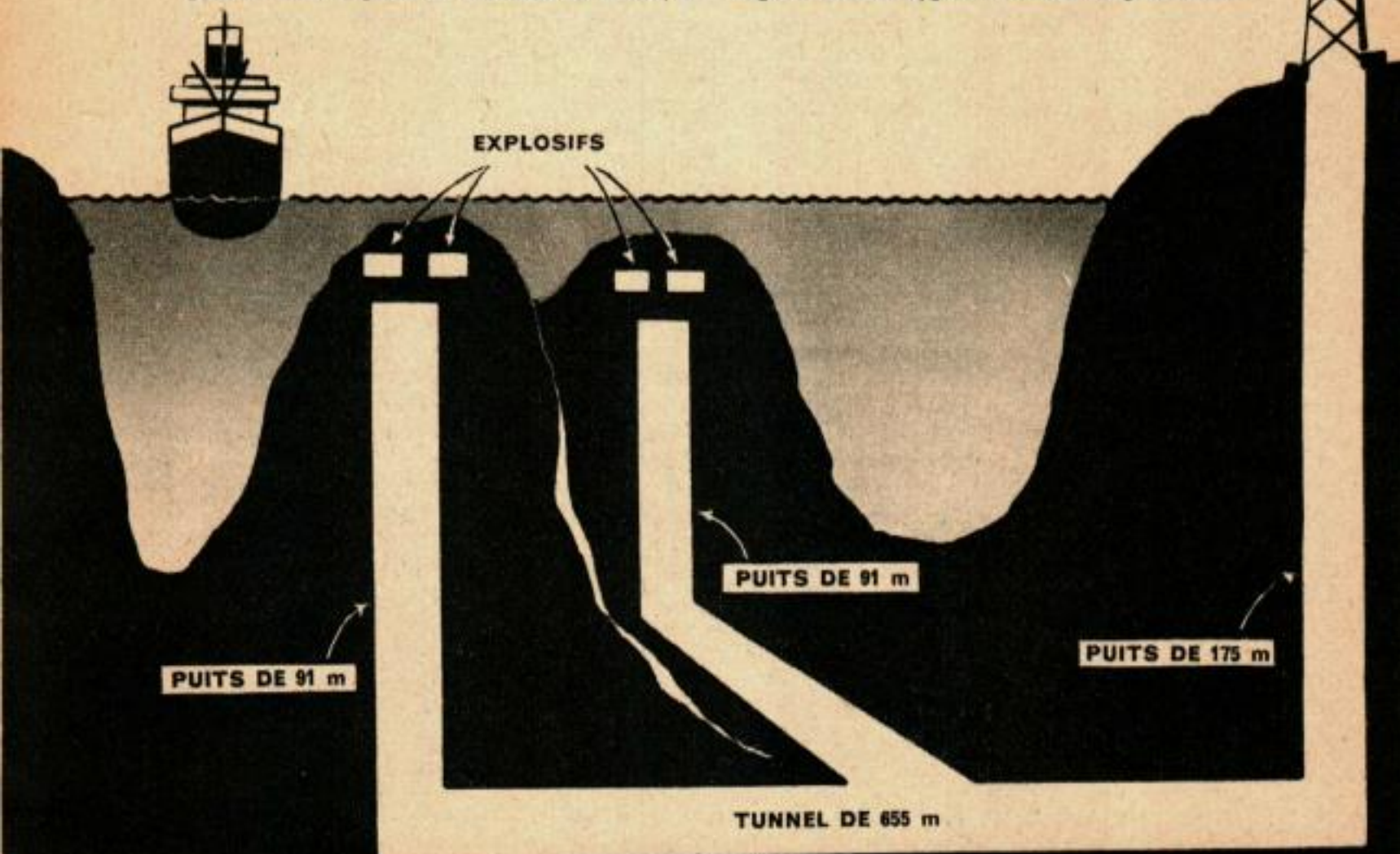
Zéro plus 4,7 secondes. De gros blocs de rochers apparaissent dans le geyser d'eau et de fumée de 300 m au moment où Ripple Rock est projeté dans les airs. La photo de la page 17 montre l'explosion à son maximum, 8,4 secondes après la mise de feu des charges.

sans danger. Son seul usage pratique était, chose curieuse, dans la médecine, en qualité de stimulant du cœur.

En 1867, Nobel fit absorber la sauvagement puissante, mais dangereusement sensible nitroglycérine par une terre sablonneuse

appelée « kieselguhr ». Le nouveau composé stable et sûr ainsi obtenu — la dynamite — fut immédiatement adopté dans les mines et carrières du monde entier. Peu après, les poudres Hercules et Giant firent leur apparition en Californie. Celles-ci étaient des

Cette coupe de Ripple Rock montre le plan de la démolition des massifs pics sous-marins. Près de 1 070 m de tunnels de 2,15 m furent creusés entre la proche île de Maud (à droite) et les pics, en passant sous le chenal. Dans le sommet des pics, plusieurs douzaines de « terriers de coyote » furent forés pour contenir les explosifs. Des variations de la charge des divers tunnels assurèrent une explosion uniforme en dépit des irrégularités de contour des couches rocheuses. C'est l'ingénieur des mines Victor Dolmage qui dessina le plan de mise en place du Nitromex de Bickel, dit « Règle à calculer », pour l'énorme coup de mine.





Le dernier train de voyageurs à destination de l'Est passe à travers un tunnel de 30 m sur le chemin de fer de Denver et Rio Grande, dans le Gore Canyon du fleuve Colorado. Les plans de démolition du tunnel devaient permettre de le supprimer sans interrompre les services ferroviaires sur la ligne.



Immédiatement après le passage du train, les experts de la compagnie Atlas tirèrent un énorme et unique coup de mine calculé pour faire sauter tout l'affleurement granitique dans le canyon. 25 000 t de roc devaient être déplacées sans endommager l'importante voie ferrée au-delà de réparations temporaires immédiates.

dynamites « à excipient actif », dans lesquelles la nitroglycérine était absorbée, non dans du sable, mais dans d'autres explosifs granulés. En 1875, Nobel fit dissoudre du coton colloïdal dans de la nitroglycérine, produisant ainsi le premier explosif gélatineux de l'histoire.

Les explosifs à grande puissance d'aujourd'hui sont toujours fabriqués d'après les mêmes principes de base, mais sont devenus plus puissants, moins sensitifs et beaucoup plus variés dans leurs applications. Il en existe environ deux cents types et qualités, représentant toutes les combinaisons de force, densité, résistance à l'eau et inflammabilité possibles. Il existe des dynamites ordinaires, à la gélatine et en comprimés « à écoulement libre ». Toute une série d'explosifs « acceptables » à faible puissance a été approuvée par le gouvernement américain pour utilisation dans les mines de charbon à atmosphère poussiéreuse ou gazeuse.

A ce vaste assortiment ont récemment été ajoutés de nouveaux agents explosifs à haute vélocité... des composés au nitrate d'ammonium ne contenant pas de nitroglycérine mais combinant une énorme puissance avec une rassurante insensibilité. Ces explosifs peuvent être brûlés, percés, hachés, frappés par des balles ou tomber sur de grandes hau-

teurs sans détoner. Mais des charges d'amorçage adéquates activées par du cordeau Primacord et des capsules électriques leur font remplir leur mission sans aucun raté.

Armés de tels outils, les maîtres-artificiers d'aujourd'hui peuvent écraser, fissurer, percer, fracturer ou faire disparaître à peu près n'importe quoi. Très routinièrement, ils creusent des fossés, des trous de poteaux, des canaux, des fondations, des tunnels et des carrières. Ils ameublissent le sous-sol pour les plantations d'arbres, font éclater les rochers, extraient les souches d'arbres. Ils démolissent des navires coulés, abattent des murs, déblaient les encombrements de bois flottés et de glaces flottantes, abattent des arbres, prospectent le pétrole, mettent les hauts fourneaux en perce et perforent les tubages de puits de pétrole. Faites votre choix... ils se chargent du reste, avec efficacité et sécurité, car le temps a prouvé la valeur de la maxime des artificiers, d'après la quelle « la meilleure façon de démolir quoi que ce soit est avec des explosifs ».

Mais il y a cependant des difficultés à surmonter, des difficultés qui se présentent sous de nombreuses formes.

L'une d'elles est le terrible risque financier encouru dans les « coups de mine » de réelle importance. Normalement, dans l'exploita-



Dès que les débris eurent fini de rouler, deux grosses pelleteuses et plusieurs douzaines d'hommes se mirent au travail pour rejeter des tonnes de granit pulvérisé sur le flanc du canyon, suivis au fur et à mesure de l'avancement du travail par des équipes de poseurs installant la voie provisoire. Dans l'heure qui suivit, le train « California Zephyr, » ci-dessus, passa en toute sécurité sur le lieu où seule une cicatrice fraîche marquait l'emplacement de l'affleurement rocheux sous lequel se trouvait précédemment le vieux tunnel de Gore Canyon.

tion des carrières ou des mines à ciel ouvert, vous creusez des rangées de trous verticaux, vous les chargez, connectez votre réseau de cordon de mise de feu et faites sauter une modeste portion de la face du puits. Mais les structures rocheuses vous forcent parfois à creuser des « terriers de coyote » horizontalement dans une colline. Les gros coups de mine chargés dans ces terriers sont étonnamment efficaces, car dans ce cas toute la force explosive se dépense en travail utile. Mais il existe un risque de raté. Si une partie seulement du dispositif explosif détonne, les entrepreneurs peuvent perdre des millions de nouveaux francs en travaux de déblayage et de rectification.

Le coup de mine le plus hasardeux qui ait jamais été tiré fut peut-être celui qui explosa sur le lieu désolé de la pointe du Promontoire, dans l'Utah, en juin 1957. L'immense chaussée destinée à remplacer le vieux viaduc de chemin de fer en bois de la « Southern Pacific Railroad Co » traversant le Grand Lac Salé exigeait des millions de tonnes de remblai rocheux... suffisamment pour enterrer 25 pâtés de maisons à 9 m de profondeur. Pour obtenir cette masse, les ingénieurs décidèrent de débiter tout un flanc de montagne en une série d'énormes coups de mine.

Pour le plus important de ceux-ci, les conseillers techniques de la Compagnie des Poudres Atlas furent appelés. Ils firent creuser un labyrinthe de 1 500 m de tunnels principaux et transversaux, qu'ils chargèrent avec près de 650 t d'un agent explosif nitrocarbonitraté appelé Amocol et de près de 175 t de dynamite à 60 % en bâtons de 23 kg, cette dernière étant destinée à assurer la propagation complète de la détonation.

Les techniciens établirent un réseau de mise de feu renforcé, puis appuyèrent sur le plongeur. Le sol fut secoué à des kilomètres de distance et la grande falaise fit éruption en un tourbillon de fumée noire et de projections et de glissements de rocs. Lorsque la poussière se fut dissipée, la falaise avait disparu. Trois millions de tonnes de roches avaient été pulvérisées en quelques secondes et la plus importante explosion non atomique déclenchée à cette date aux Etats-Unis avait été un éclatant succès.

Mais la puissance de feu brutale n'impressionne pas tellement les ingénieurs spécialisés dans les explosifs. Ils sont beaucoup plus intrigués par les « tirs de précision » tels que ceux consistant à faire basculer des cheminées d'usine en briques de 60 m de hauteur dans d'étroits passages encastrés entre des bâtiments. Vous tracez quelques



Ces ouvriers sont en train de percer une partie du labyrinthe de 150 m de « terriers de coyotes » utilisé pour la fameuse explosion de la pointe du Promontoire, dans l'Utah, un coup de mine qui produisit 3 millions de tonnes de remblai rocheux pour la chaussée traversant le Grand Lac Salé. Ce coup de mine est appelé par les experts en explosifs « le coup de mine en terriers de coyote » le plus risqué qui ait jamais été tiré.



Les ingénieurs de la Compagnie des Poudres Atlas bourrèrent les tunnels de la pointe du Promontoire avec plus de 680 t d'agent explosif Amocol truffé de près de 175 t de dynamite destinée à assurer une détonation totale. Voyez à droite le spectaculaire résultat.

lignes à la craie, vous travaillez un peu de la règle à calculer, vous drapez des colliers de gélatine autour de la cheminée, puis vous vous reculez et vous appuyez sur le contact. Et la charge soigneusement calculée abat la cheminée exactement sur la ligne, un peu de la même façon qu'un bûcheron expérimenté « place » un gros sapin sur le sol au moyen de coupes en coin savamment disposées.

Cela peut vous paraître compliqué, mais l'affaire n'est, en fait, pas plus difficile que l'allumage de coups de mine à l'intérieur de bâtiments ou en plein milieu de quartiers commerciaux très peuplés, et ces derniers travaux sont très courants. Les entrepreneurs d'excavation tirent des douzaines et des douzaines de charges de dynamite chaque année dans les souterrains du métro de New York, avec des trains filant à côté du chantier et des piétons vaquant calmement à leurs affaires à 6 m au-dessus. Les ouvriers du

bâtiment tirent souvent des coups de mine dans des immeubles à bureaux occupés... pour retailler par exemple des fondations afin de pouvoir installer du nouveau matériel. Une équipe de démolisseurs fit un jour sauter trois chambres fortes de 30 t en acier et les réduisirent en fragments de métal dans le sous-sol d'une banque de Des Moines. Les spécialistes de l'équipe glissèrent de la gélatine le long des joints, recouvrirent le travail avec une toile d'étouffement, et appuyèrent sur le contact. Les clients et les caissiers qui se trouvaient au-dessus ressentirent un léger tremblement, mais n'entendirent pas le moindre son. En fait, l'intensité du son est un indicateur d'intensité fonctionnant à rebours. Plus le fracas est bruyant, et plus l'air siffle sous les projections de débris, plus la somme d'énergie gaspillée à déplacer de l'air est importante.

Aux anciens jours de 1944, après dix-huit



La taconite, une variété de quartz, est l'une des roches les plus dures du continent américain, mais elle est aussi un très bon minéral de fer. Pour la briser afin qu'elle puisse être manipulée par les pelleteuses à moteur, des trous sont percés avec une « perceuse à réaction » qui utilise l'oxygène et le pétrole pour créer une flamme à près de 2 400 °C qui creuse par fusion un trou de 12 m en deux heures environ. Du nitrate d'ammonium est ensuite versé dans le trou et l'explosion est déclenchée. Cet explosif est si insensible qu'une nouvelle méthode de travail permet d'en remplir automatiquement les trous à partir d'une trémie montée sur un camion ordinaire.

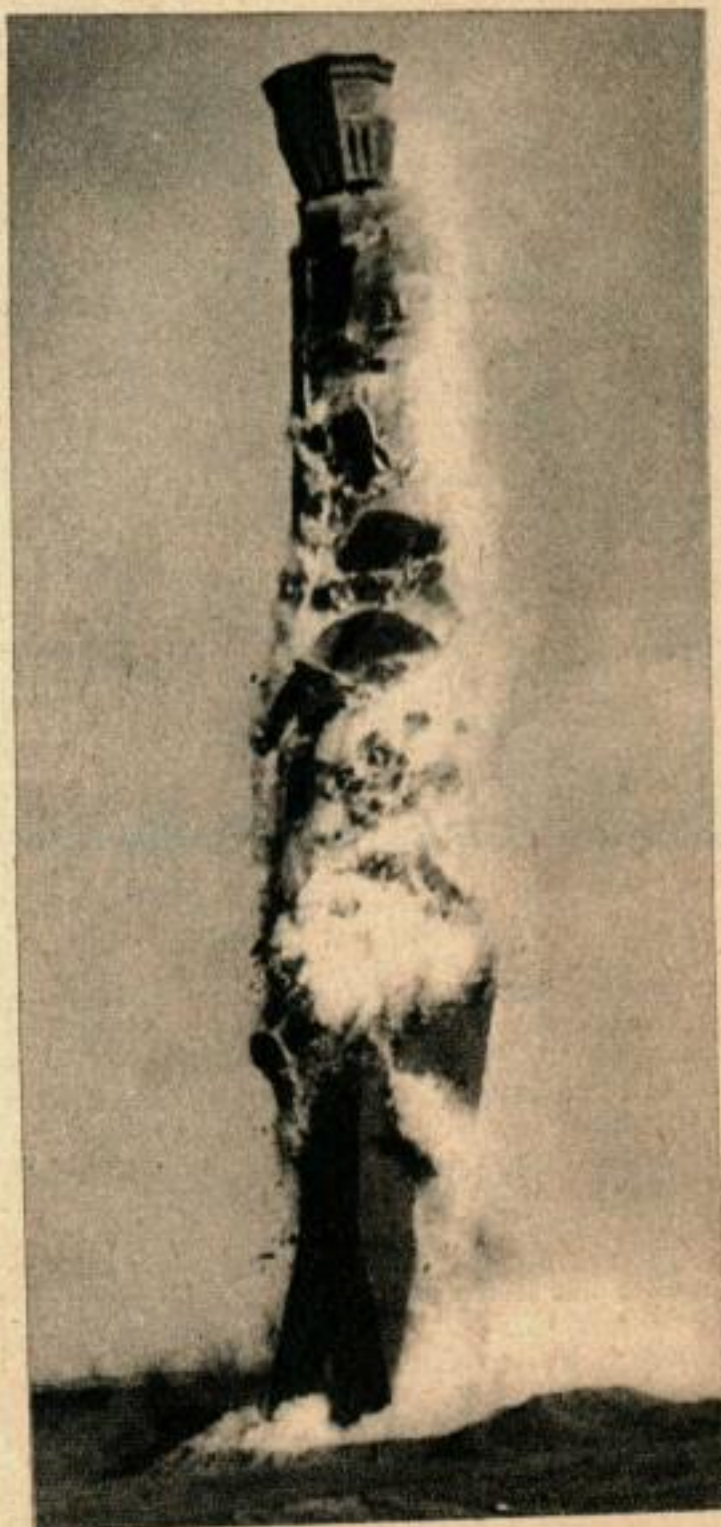


Un flanc de montagne de l'Utah tout entier se transforme en une seconde en remblai rocheux au moment où le coup de mine de la pointe du Promontoire est tiré par l'intermédiaire d'un réseau de cordons détonnants et de dispositifs d'amorçage extrêmement compliqué. La quantité de fumée et de débris volants relativement réduite atteste de l'habileté de la mise en place des explosifs, car le bruit et les projections de débris signifient qu'une partie de la force explosive est gaspillée à déplacer de l'air. Cette explosion fut la dernière d'une série supervisée par les conseillers techniques de la compagnie Atlas, et jusqu'à Ripple Rock, la plus forte explosion non atomique déclenchée intentionnellement.

mois de « tirs de précision » incessants dans le Colorado, les artificiers se rejoignirent au milieu du tunnel de 21 km de l'entreprise de dérivation d'eau de Big Thompson. La trigonométrie et les coups de mine avaient été conduits avec une si grande précision que les ingénieurs ne mesurèrent qu'un écart de 2 cm à la jonction des galeries. Les experts artificiers haussent les épaules devant des exploits de ce genre. Cependant, l'excavation des tunnels présente des dangers spéciaux, dont les vibrations, les ébranlements et la ventilation. Des fissures rocheuses imprévisibles peuvent faire dévier une explosion dans le mauvais sens. Des sources cachées ouvertes par un coup de mine peuvent inonder un tunnel en quelques secondes. Le nouveau tunnel routier de Fort Pitt, près de Pittsburgh, posait un problème particulièrement délicat. D'anciennes galeries de mine épuisées sillonnaient de toutes parts la colline à perforer. Si un effondrement se déclenchait, les propriétaires des maisons construites sur la colline risquaient de se retrouver en train de descendre dans le monde des profondeurs.

Pour éviter ceci, les dynamiteurs disposent leurs charges par rangées et les tirent par séquences à intervalles d'une fraction de seconde, au moyen d'ingénieux nouveaux détonateurs à relais. A l'oreille, ces explosions très rapprochées semblent n'être qu'un unique « boum », mais le bruit et atténué et les vibrations sont très réduites.

Le dynamitage spectaculaire de cette cheminée d'usine en briques de plus de 106 m de haut se trouvant à Denver fut observé par une foule estimée à un demi-million de personnes attirées par une importante publicité. De nombreux techniciens des explosifs affirment que le travail ne fut pas exécuté avec la meilleure des techniques et qu'une quantité d'explosifs bien trop grande fut utilisée, mais la cheminée s'abattit en une fantastique pluie de débris et dans un nuage de poussière qui ravit les spectateurs, mais faillit aussi les étouffer. La cheminée de fonderie vieille de cinquante-huit ans avait résisté à sept jours de dynamitage avant ce coup de mine sensationnel.





« L'impossible » travail d'endiguement de la rivière de Saguenay par Sam Russel est encore inégalé dans l'histoire du dynamitage de précision. À gauche : La digue de coffrage en béton de 11 000 t se dresse en équilibre au-dessus de la rivière.



Mille livres de dynamite firent sauter la jetée de dessous la digue, faisant basculer celle-ci avec précision dans la rivière. Le bloc avait été très exactement formé pour s'adapter aux contours irréguliers du fond de la rivière.



Intacte et en service, la digue de Russel gît en position, avec un décalage de 2 cm seulement par rapport à l'emplacement calculé. Le bloc de béton barra le chenal principal, forçant la rivière à couler dans le chenal de dérivation d'une usine hydro-électrique.

L'historique coup de mine de Sam Russell

Normalement, le dynamitage en surface est beaucoup moins délicat que l'excavation des tunnels. Il n'en fut cependant pas ainsi avec l'explosion historique — et non encore reproduite — qui fut déclenchée par Sam Russell, l'un des plus grands artificiers de l'histoire américaine du dynamitage, en juillet 1930.

Au cours d'une des phases du travail sur le chantier hydroélectrique de la compagnie Alcoa, à la Chute à Caron, province de Québec, les entrepreneurs avaient construit une centrale génératrice et avaient partiellement terminé une digue à coffrage destinée à l'alimenter. Il fallait maintenant construire une autre digue à coffrage pour forcer

la rivière à passer dans un chenal de dérivation afin que l'ouvrage principal puisse être terminé.

Mais les plans furent bouleversés. De fortes pluies mirent la rivière en crue, déjouant tous les efforts exercés pour mettre en place des piles et des remblais. C'est alors que fut appelé Russel, qui travaillait alors pour le compte de la compagnie Du Pont, et Russel arriva avec une idée fantastique dans la tête. Il fit construire un bloc de béton de 11 000 t érigé sur l'une de ses extrémités sur le côté rivière de la digue. Le bloc, mesurant 27,45 m de hauteur et 13,70 m de largeur, était formé aux contours du lit de la rivière. Russel déclara qu'il le projetterait dans le torrent, endiguant ainsi les eaux déchaînées. « Ou bien vous manquerez le but, insistaient

(Suite page 97)

Les maîtres des explosifs

(Suite de la page 24)

les sceptiques, ou bien le bloc se brisera dans la chute. »

Nullement découragé, Russel disposa 1 000 livres de dynamite dans des trous soigneusement calculés et percés dans la digue au-dessous du bloc. Puis, nerveusement, il se recula et pressa sur le bouton de contact.

L'ébranlement se réfléchit contre les parois du canyon, tandis que l'énorme bloc basculait et retombait dans un terrifique éclaboussement. Une joyeuse ovation s'éleva, et Russel rouvrit les yeux. Son barrage préfabriqué gisait — intact et déjà en service — dans le lit de la rivière, avec tout juste un pouce d'écart par rapport à la position calculée.

L'explosion la plus grande de toutes

Le plus sensationnel des travaux de dynamitage de précision de l'histoire plus récente eut lieu au printemps dernier dans les Détroits de Seymour, à 160 km au nord de Vancouver. Cette explosion spectaculaire peut être attribuée au génie d'un autre commis-voyageur en poudre de la compagnie Du Pont : F.D. Bickel, dit « Règle à calculer », généralement reconnu, jusqu'à ce qu'il prenne sa retraite l'an dernier, comme étant d'une habileté technique inégalée dans la profession.

L'objectif était Ripple Rock, un mortel récif gisant en plein milieu du passage maritime vers l'Alaska le plus mouvementé. Les pics jumeaux de Ripple Rock, pointant à 2,75 m environ au-dessous de la surface de l'eau à marée basse, créaient un tourbillon extrêmement dangereux. En 1875, ils attirèrent deux canonnières de la Marine des U.S.A. contre les rochers, les coulant toutes les deux. Depuis lors, 125 navires coulèrent vers les récifs, avec d'effrayantes pertes en vies humaines et en biens matériels. Il y a quelques années, le gouvernement canadien avait essayé de placer des charges de démolition sur les pics, à partir de péniches ancrées au dessus de ceux-ci. Mais le courant de la marée fit rompre des câbles et les péniches coulèrent. Neuf de leurs hommes furent noyés.

En 1955, Bickel et un ingénieur des mines du nom de Victor Dolmage relevèrent le défi. Abandonnant l'attaque directe comme étant trop dangereuse, cette équipe distinguée fit creuser des tunnels de 2,15 m descendant à 175 m environ de profondeur à partir de la voisine île de Maud, puis fit ensuite creuser 655 m de galeries latérales passant sous le lit du détroit, et finalement quelque 91 m de galeries remontant à l'intérieur de Ripple Rock. Le pic fut percé de nombreux « terriers de coyote » et ces terriers furent chargés avec des composés explosifs Nitramex. Le travail coûta 15 millions de nouveaux francs et sa préparation exigea trois années de travail.

Finalement, en avril 1958, les garde-côtes des États-Unis arrêtaient la navigation. Des ingénieurs en casques de fer s'accroupirent anxieusement dans des abris creusés sur le rivage. Des caméras et des appareils photographiques à prise de vue en séquence commencèrent à ronronner ; des fusées furent lancées pour laisser dans les airs des traînées de fumée marquant la propagation des ondes de choc. Bickel, dans l'acte de couronnement de sa carrière, enfonça le plongeur dans sa boîte. Rien ne se passa tout d'abord. Puis une énorme montagne d'eau se gonfla au-dessus du niveau du chenal. A travers son centre s'élança aussitôt un geyser de 300 m de débris, d'eau et de fumée. Des ondes de pression coururent par le travers du détroit ; des morceaux de roches volants vinrent battre le tam-tam sur les toits des abris. Lorsque le tumulte se calma, plus rien n'apparaissait sur les eaux impassibles... le terrible tourbillon s'était évanoui. Des bateaux de sondage furent envoyés sur les lieux afin de reconnaître et de rapporter les résultats. La grande explosion — la plus importante explosion non atomique déclenchée intentionnellement où que ce soit dans le monde — avait déplacé 370 000 t de rochers. Elle avait raccourci le sommet des pics de 11,50 m environ, laissant aux navires un dégagement de 14,30 m.

Une fois de plus, les explosifs modernes et la savante technique du dynamitage avaient rendu leurs habituels services vitaux pour l'humanité, et Ripple Rock avait « sauté » — à bon marché — avec des explosifs.