



Le barrage de Glen Canyon, représenté sur l'esquisse artistique ci-dessus, sera le troisième plus haut barrage du monde lorsqu'il sera terminé en 1964. Il créera la quatrième plus grande retenue d'eau du monde, et il ouvrira à la mise en valeur de vastes régions nouvelles et virtuellement inconnues.

# LE BARRAGE

## qui enjambe le canyon

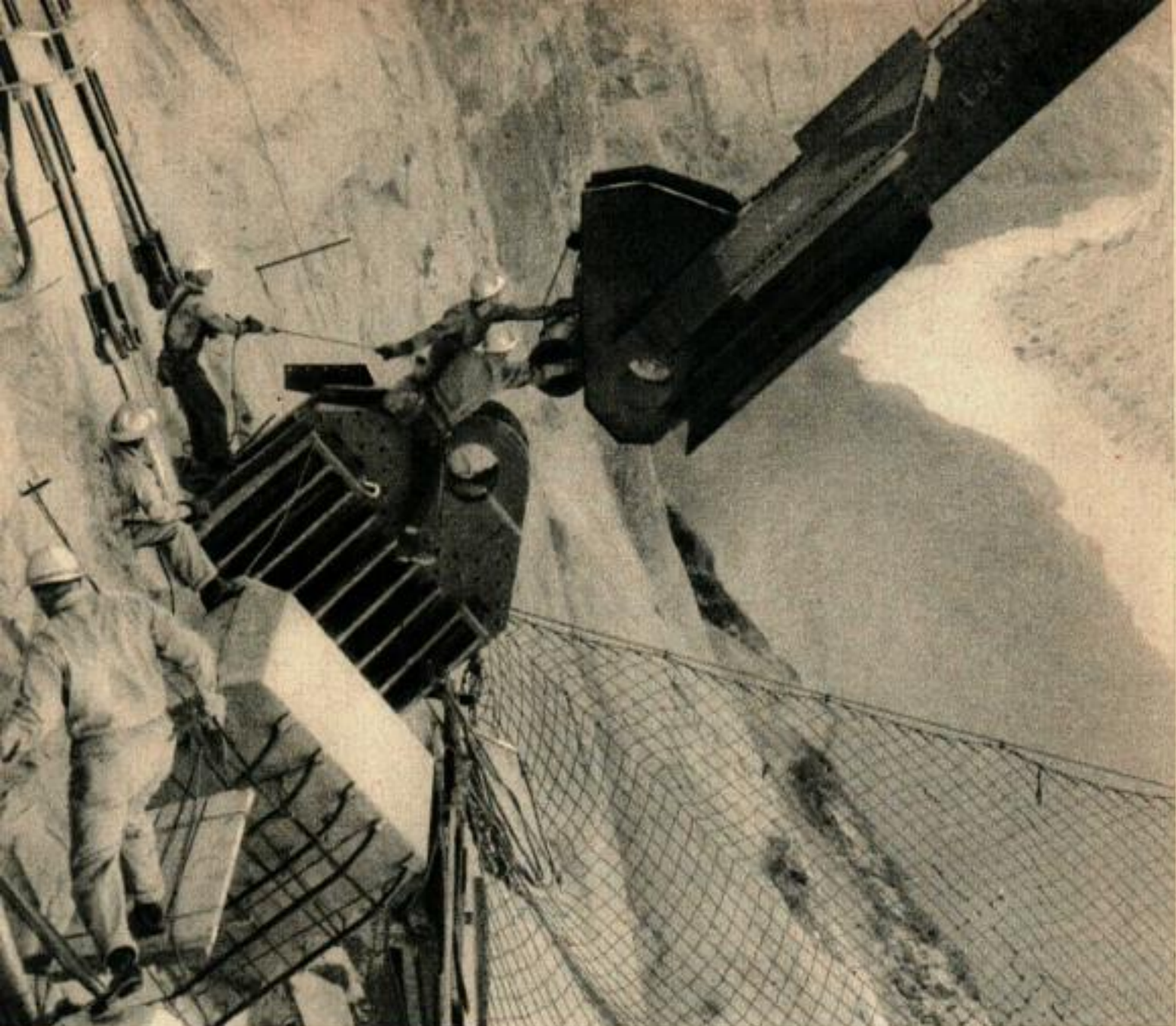
par Thomas E. Stimson Junior

L'UN des plus importants barrages du monde est en construction dans une région presque inconnue du nord de l'Arizona. Le nouveau barrage de Glen Canyon fait partie d'une vaste entreprise d'extraction de toute la puissance qu'il est possible de tirer du puissant fleuve Colorado.

Le Glen Canyon est une spectaculaire gorge à parois verticales de 300 m de largeur et 210 m de profondeur tranchant de vastes plateaux par le travers. Au début de la construction, il était nécessaire de faire un détour de plus de 320 km pour faire passer une voiture ou un camion d'un côté du canyon à l'autre. Il n'y avait pas de routes dans la région, pas d'habitants à l'exception de quelques familles indiennes.

Les parois verticales du canyon furent l'un des obstacles que les équipes de construction eurent à escalader.





Pendant un certain temps, les entrepreneurs utilisèrent de petits avions pour faire la navette par le travers du canyon.

La région est si reculée et le projet de barrage est si important qu'il a fallu quatre ans rien que pour préparer l'érection de la digue. Ce n'est que l'été dernier que le béton a commencé à couler dans les coffrages.

Pour commencer, il était nécessaire de construire de solides routes aboutissant au chantier, puis d'ériger une petite cité en partant « à zéro » sur un petit plateau voisin. Aujourd'hui, la cité de Page a des rues pavées et éclairées, un centre commercial, des écoles et des églises. Elle a un hôpital, un terrain de golf et un aéroport. Au point maximum de la construction, sa population montera jusqu'à 8 000 habitants, et aura une population permanente d'environ 4 000 personnes.

Une autre adjonction a été la construction du pont à arche d'acier le plus haut du monde, une structure de 22 500 000 NF qui enjambe le sommet de la gorge à quelques centaines de pieds en aval du site du barrage. Il était impraticable de monter des échafaudages à partir du fond du profond canyon pour supporter le pont pendant sa construction. Les constructeurs commen-

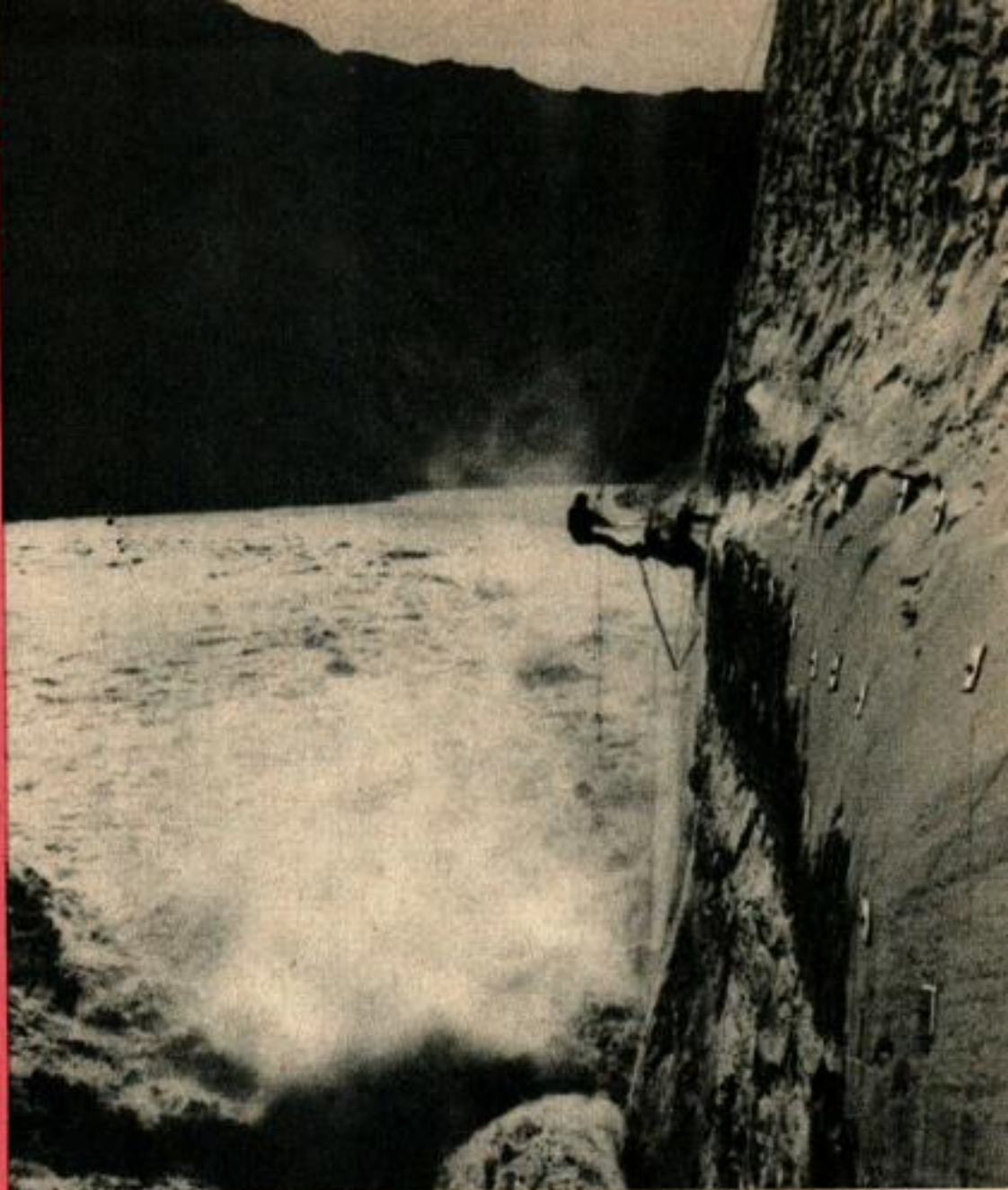
cèrent donc à partir de chaque paroi de la gorge, utilisant des câbles de retenue pour tenir les poutrelles d'acier en place et deux téléphériques pour amener les nouvelles pièces d'acier en position. Les arcs finirent par se rejoindre au centre, et une chaussée plate de 12 m de largeur fut montée sur le dessus de l'arche.

Avec la nouvelle grand-route qui a été construite à partir du Sud et la nouvelle grand-route qui part vers l'Ouest jusqu'à Kanab, dans l'Utah, le pont fait maintenant partie de la route principale de Flagstaff à Kanab.

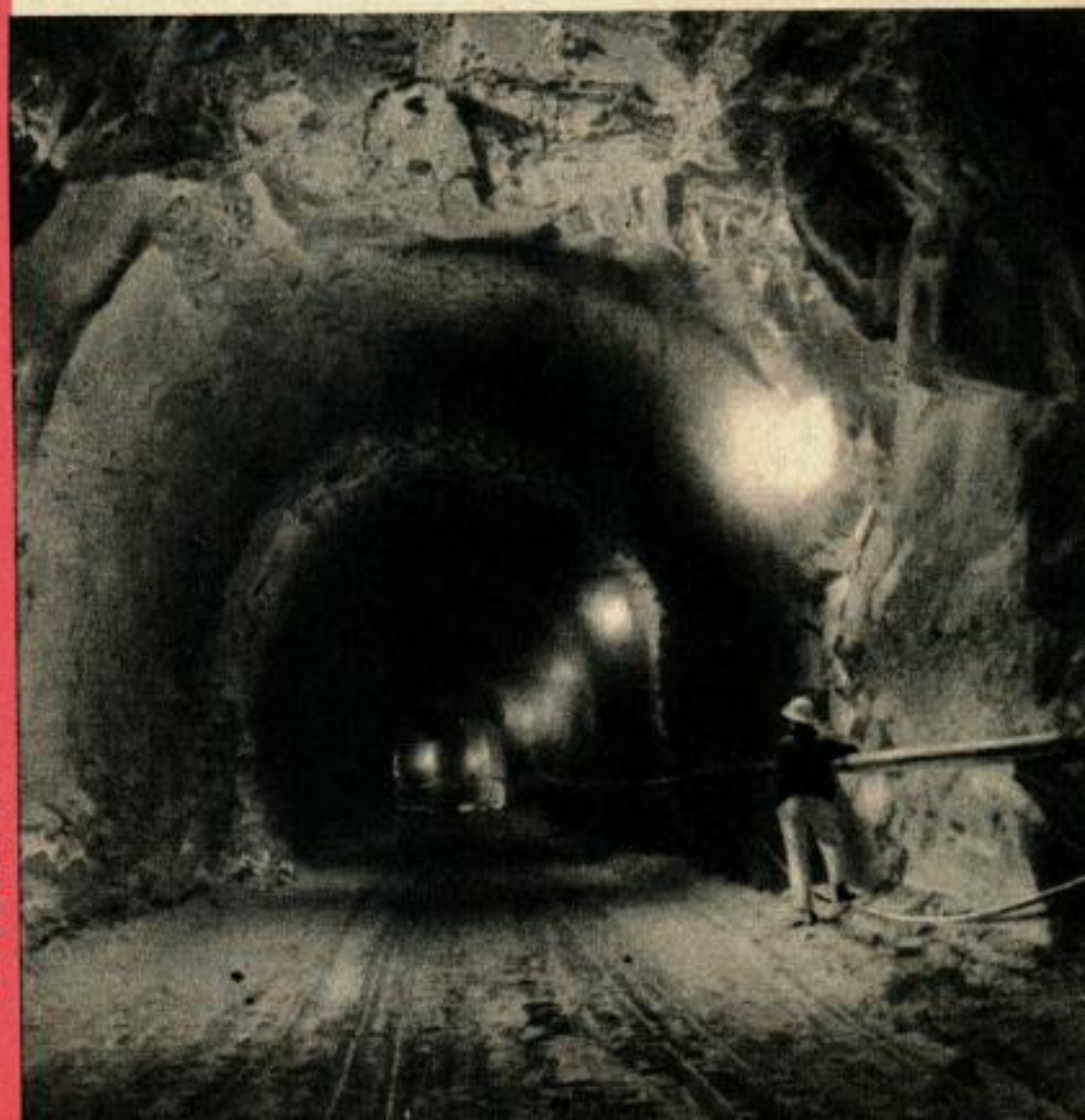
Au début de la construction, il était non seulement impossible de traverser le canyon, mais il n'existait encore aucun moyen de descendre jusqu'au lit de celui-ci. Ce problème fut résolu en tendant une paire de câbles d'un bord à l'autre. Avec ceux-ci, des camions et du matériel lourd purent être suspendus au-dessus du canyon, puis délicatement descendus jusqu'au fond de la gorge. Les hommes descendaient dans des cages attachées aux téléphériques, et aussi dans un ascenseur du type « toboggan à singes » qui disparaissait par-dessus l'un des bords.

Par la suite fut construite une route aboutissant au fond du canyon, une route souter-

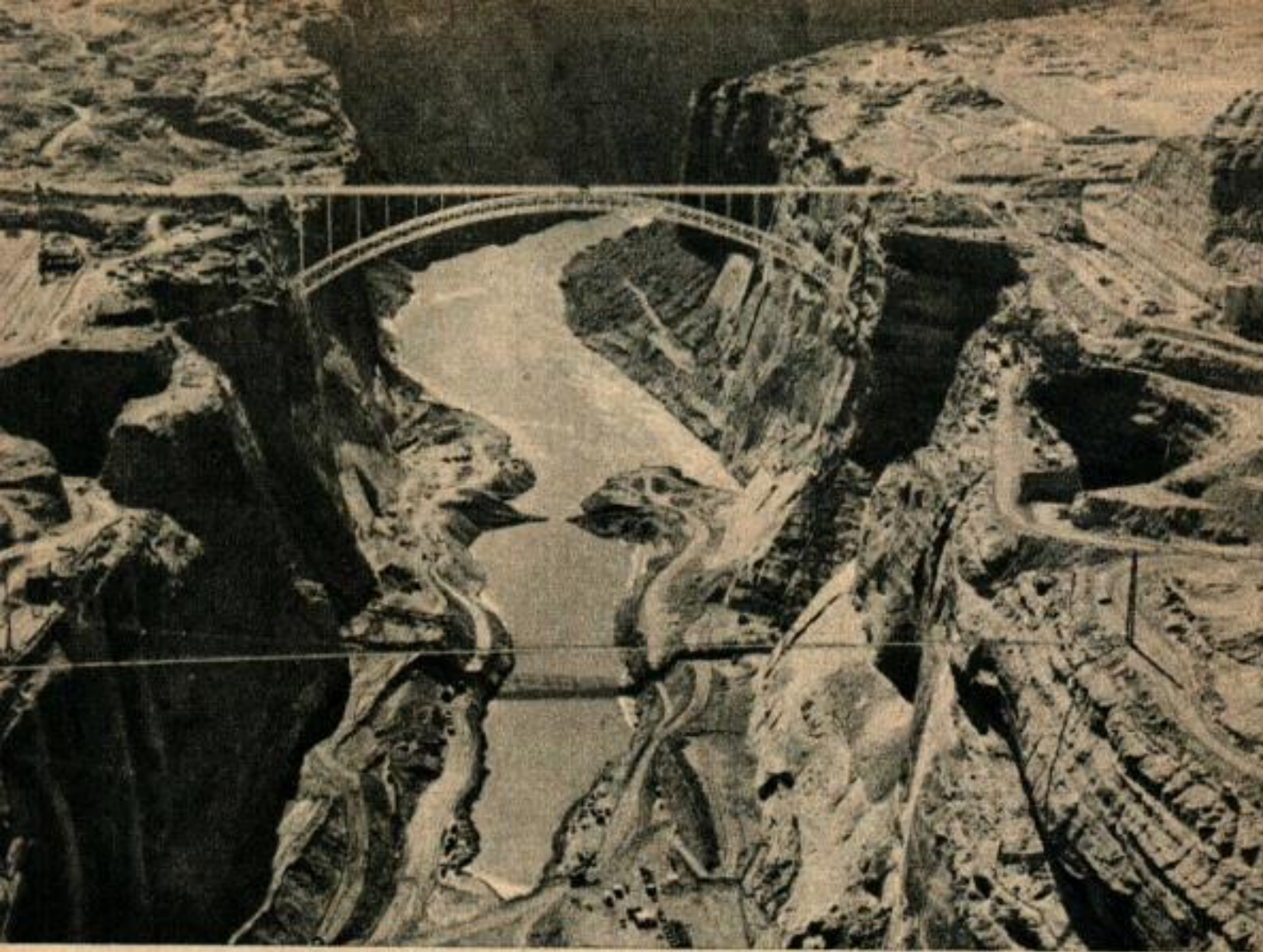
Les ouvriers rampent sur le flanc du canyon pour installer le premier élément de l'arche métallique du pont de Glen Canyon. Trop haut pour pouvoir être supporté à partir du sol, le pont a été entièrement construit par le dessus à l'aide de câbles de suspension.



Ces grimpeurs de haute altitude suspendus au-dessus du tunnel de dérivation percent des trous pour les longs boulons qui fixent la surface du roc et l'empêchent de s'écrouler. Quelques-uns des boulons sont visibles au premier plan.



Le problème d'un accès facile au lit du fleuve fut résolu par le percement d'un tunnel de 3 000 m de longueur à l'intérieur de l'une des parois du canyon. Le tunnel est assez large pour la circulation des camions et sert pour la livraison des matériaux au chantier de construction.



Les batardeaux, ou caissons hydrauliques, qui aident à détourner le fleuve dans les chenaux de dérivation et permettent aux ouvriers de travailler sur un chantier sec, sont élevés à partir du lit du fleuve et jusqu'au dessus du site d'implantation du barrage. Le batardeau amont (au premier plan) est terminé ; le batardeau aval (au centre) est près de l'être. Le pont sur arche d'acier, le plus haut du monde, est en service à ce stade du travail.

raïne sous la forme d'un tunnel de 3 200 m de longueur passant à 15 m à l'intérieur de l'une des parois du canyon. Bien qu'il ait été très coûteux de creuser le tunnel à la mine, ceci revenait quand même moins cher que d'essayer « d'épingler » une route sur la paroi verticale comme une falaise.

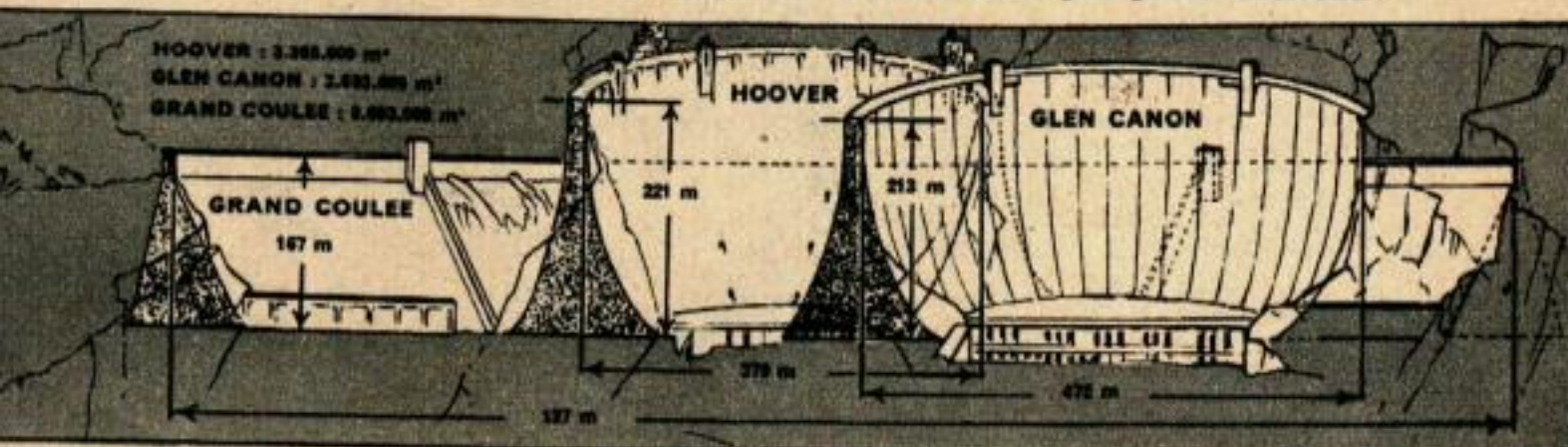
De nouvelles industries ont dû être créées dans la région avant que la construction du barrage puisse commencer, et certaines de ces industries resteront des parties permanentes de l'économie régionale. C'est ainsi qu'une fabrique de ciment géante a été construite à Clarkdale, Arizona, à

225 km de distance, pour fournir les 500 000 m<sup>3</sup> de ciment qui seront utilisés.

Près de Flagstaff, un quart de million de tonnes de pierre ponce sont pulvérisées pour fournir la pouzzolane utilisée comme additif au béton. La pouzzolane réduit la quantité de ciment nécessaire ; elle coûte moins cher que le ciment et réduit la chaleur dégagée par le béton frais.

Le barrage de Glen Canyon est un projet du Bureau de la Mise en Valeur, et il est construit par l'entreprise Merritt-Chapman and Scott aux termes d'un contrat de départ de 540 millions de nouveaux francs. Ceci

Ces dessins à l'échelle montrent les dimensions comparatives de Glen Canyon et de deux autres importants barrages américains. Seuls le barrage de Hoover et le barrage de Mauvoisin en Suisse (238 m) sont plus élevés ; trois autres barrages seulement dans le monde ont de plus grands réservoirs.



ne représente qu'une portion du prix total. Si l'on compte le nouveau pont, la cité de Page, les grandes routes et les nouvelles usines, le coût total du projet est estimé à 1 625 millions de nouveaux francs.

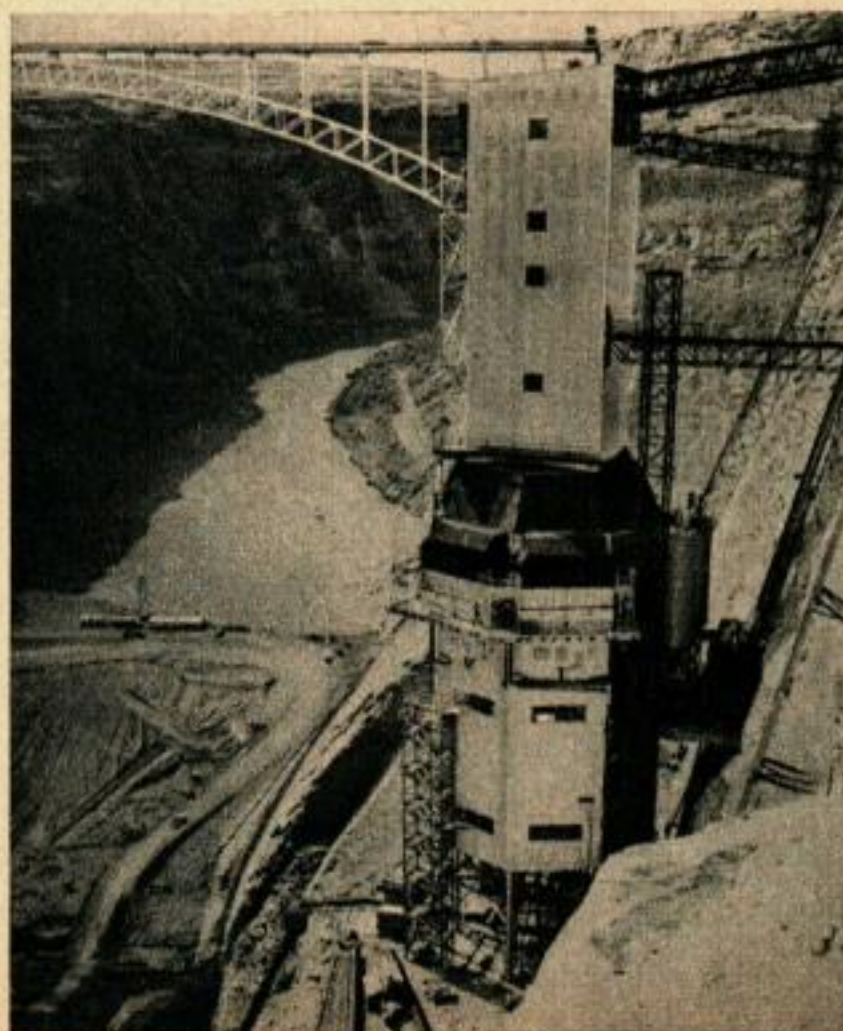
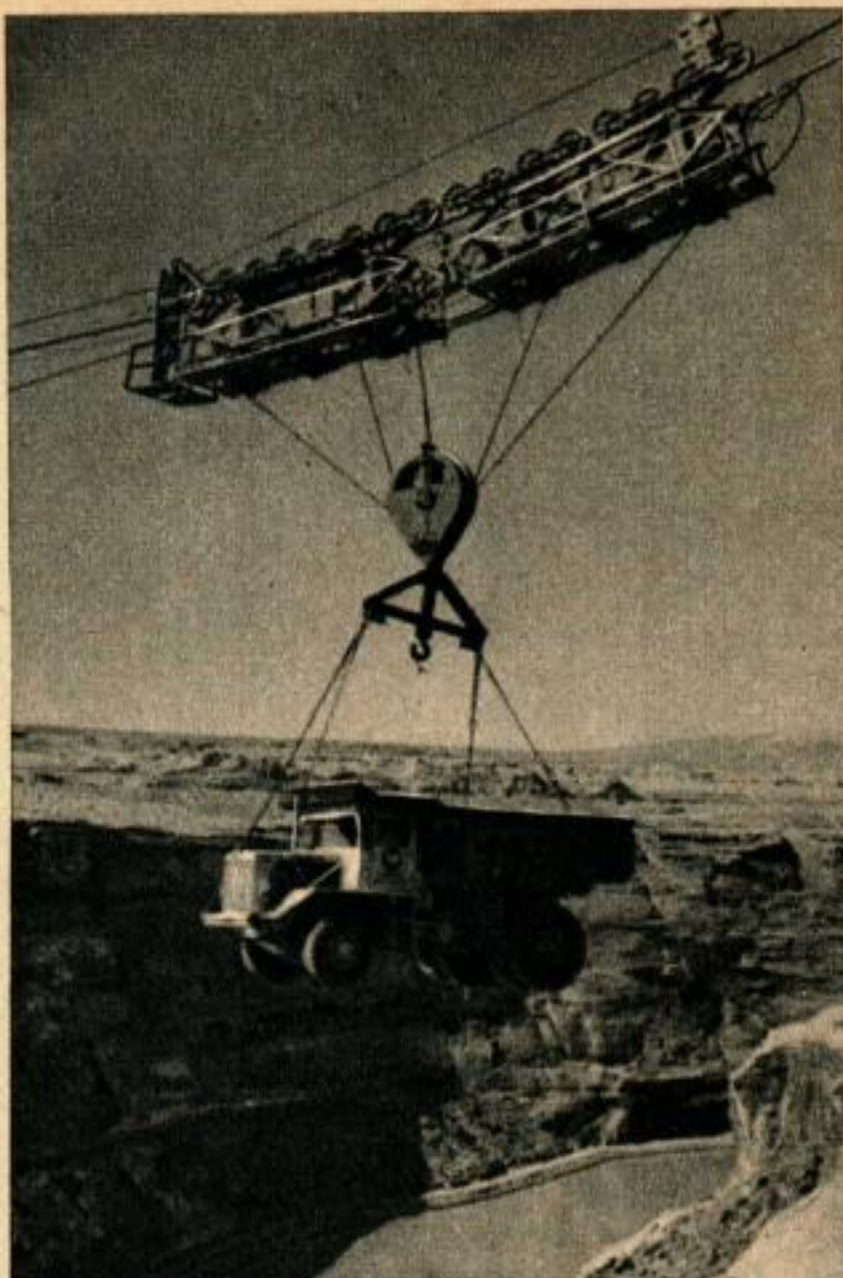
La digue sera une structure de 4 millions de mètres cubes de béton s'élevant presque jusqu'au sommet du canyon, à quelque 210 m au-dessus du lit rocheux. Sa masse de béton représentera à peu près la moitié de celle du barrage de Grand Coulee sur le fleuve Columbia et sera plus importante que celle du barrage de Hoover, à 595 km en aval sur le Colorado.

Glen Canyon sera le troisième plus haut barrage du monde et créera la plus grande retenue d'eau des Etats-Unis, son lac remontant jusqu'à 300 km en amont. Sa centrale hydro-électrique sera la septième plus importante des U.S.A. et, à pleine capacité, elle produira 900 000 kW de force électrique.

Le but du barrage est de fournir une capacité de réserve permettant de subvenir aux besoins de l'aval. Il collectera aussi une grande partie du limon qui réduit actuellement la capacité du réservoir de Hoover Dam. Parmi les autres intérêts du barrage figurent la production de force électrique et l'ouverture de vastes nouvelles zones de tourisme et vacances.

Les ingénieurs ont mis au point une procédure presque routinière pour la construction d'un important barrage tel que celui-ci. Tout d'abord, des tunnels de dérivation doivent être creusés à travers les parois du canyon pour détourner le fleuve autour du chantier de la digue, et des excavations d'ancrage doivent être taillées dans les parois du canyon pour recevoir les extrémités du barrage. Le matériau extrait des tunnels et des excavations est alors utilisé pour construire un haut bâtardeau barrant le fleuve et forçant l'eau à passer par les tunnels de dérivation. Un bâtardeau plus petit est construit en aval pour arrêter l'eau de refoulement éventuelle. Le site d'implantation de la digue est alors asséché par des pompes et les matériaux meubles sont enlevés jusqu'à ce que le lit rocheux soit mis à découvert. Pour renforcer la fondation, de profonds trous sont forés dans

(Suite page 119)



## Le barrage qui enjambe le canyon

(Suite de la page 43)

la couche rocheuse et du mortier liquide est injecté sous haute pression dans les trous. Ce mortier liquide pénètre dans toutes les fissures ou cavités du roc. Finalement, les coffrages sont érigés et le travail de coulée du béton proprement dit commence à former le barrage.

Cette simple explication ne résume même pas le commencement de toute l'histoire. Elle ne parle pas des ingénieuses méthodes qu'inventent les ingénieurs pour résoudre leurs problèmes au jour le jour. Elle ne décrit pas les aventures des « grimpeurs de haute altitude », les hommes qui percent des trous ou fixent des pièces d'acier dans le roc vertical, à des centaines de mètres au-dessus du fleuve, suspendus dans des chaises de riveteur ou debout sur des échafaudages.

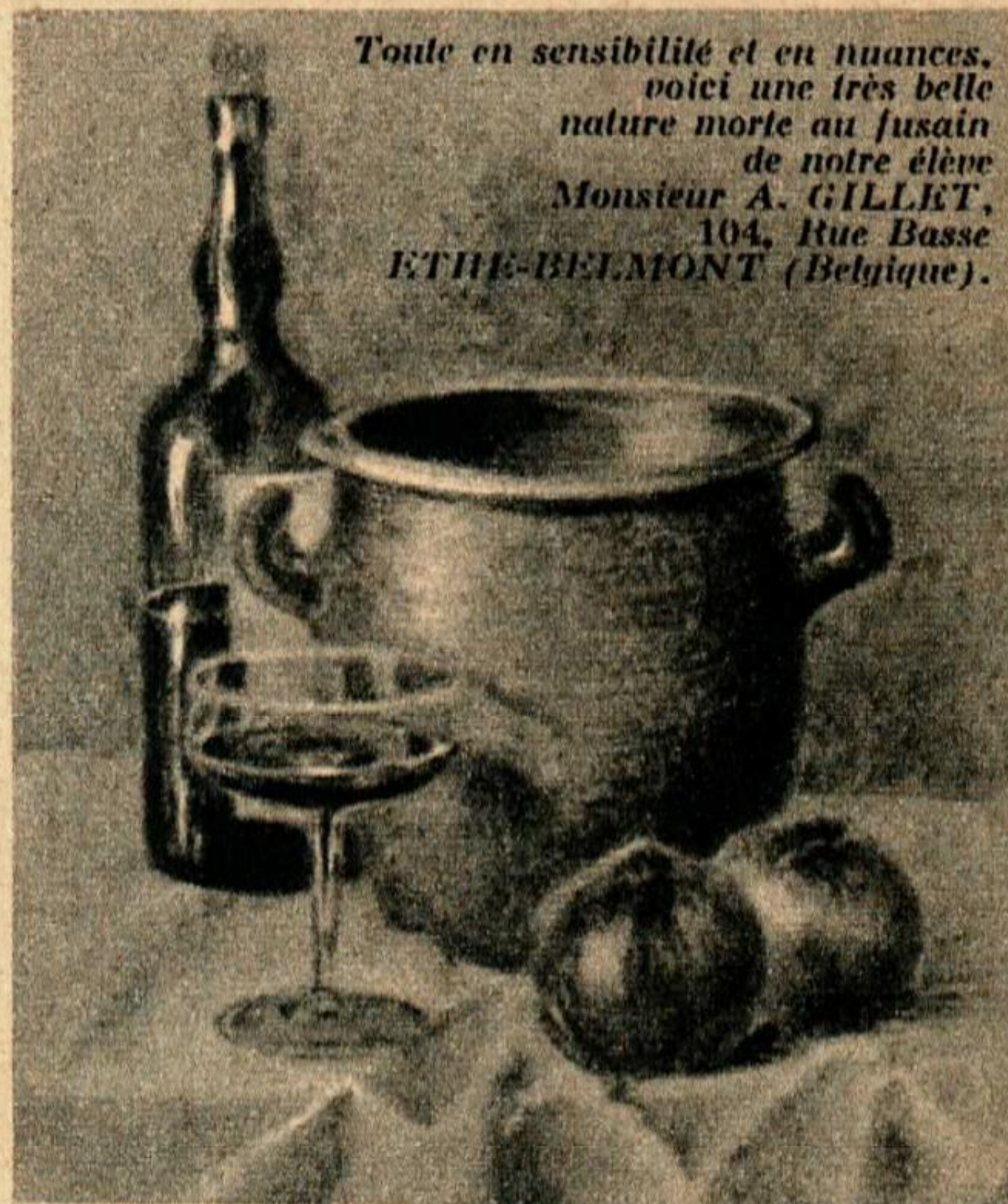
Et cette explication ne donne aucune idée de l'ampleur du projet. A Glen Canyon, par exemple, chaque tunnel de dérivation mesure 12,50 m de diamètre et représente un important chantier de construction par lui-même.

L'explication ne mentionne même pas l'énorme problème de la mise au point des agrégats, de la recherche d'une source de millions de tonnes de sable, de gravier et de pierre, du criblage de ces matériaux et de leur livraison aux bétonnières.

Les agrégats pour Glen Canyon proviennent d'une source qui n'est qu'à 10 km de

# Quel plaisir de pouvoir DESSINER

Tout en sensibilité et en nuances,  
voici une très belle  
nature morte au fusain  
de notre élève  
Monsieur A. GILLET,  
104, Rue Basse  
ETHE-BELMONT (Belgique).



Quand vous saurez dessiner (et c'est l'affaire de quelques mois en suivant la Méthode A.B.C.), chaque instant de loisirs sera pour vous une merveilleuse détente, une joie sans cesse renouvelée, plus forte que tout ce que vous pouvez imaginer. En devenant un artiste, vous pouvez en même temps vous assurer une vie facile.

## Apprenez chez vous à dessiner et à peindre par la Méthode A.B.C.

Même ceux qui ne sont pas doués pour le dessin font des progrès rapides et constants sans jamais éprouver la moindre difficulté. Vous lisez chaque leçon, vous regardez les photos et les illustrations qui sont là pour bien vous faire comprendre, puis vous vous mettez à dessiner et vous êtes tout étonné que ce soit si facile ; vous envoyez vos travaux à corriger à un artiste qui vous les renvoie accompagnés d'une longue lettre riche de précieux conseils personnels. C'est en apprenant de cette façon que des quantités d'étudiants A.B.C. sont devenus en quelques mois de bons artistes. N'attendez pas une minute de plus pour vous renseigner.

### Nouvelle Brochure Gratuite

Envoyez ce Bon ci-dessous pour recevoir sans engagement et sans frais une luxueuse brochure illustrée de 36 pages sur la Méthode A.B.C., avec reproductions en couleurs du Cours Peinture.



Veuillez m'envoyer gratuitement sans engagement, votre nouvel album illustré.

Nom \_\_\_\_\_

Prénom \_\_\_\_\_

N° \_\_\_\_\_ rue \_\_\_\_\_

Localité \_\_\_\_\_ Dép. \_\_\_\_\_

Je m'intéresse au Cours pour Adultes  
— Cours pour Enfants de 8 à 13 ans  
(rayer la mention inutile)

BON K 73

# JEUNES GENS

**Préparez-vous  
une belle carrière dans la  
MÉCANIQUE et l'ÉLEC-  
TRICITÉ AUTOMOBILE  
en suivant nos cours par  
correspondance.**

MÉCANIQUE, ÉLECTRI-  
CITÉ, AUTO, MOTO,  
DIESEL (fonctionnement,  
entretien, dépannage, répa-  
ration).

Devenez aide-mécanicien  
autos et motos, mécanicien  
et électricien de garage,  
employé, magasinier, ven-  
deur de voitures, contre-  
maitre, chef de garage, etc.

Préparez-vous au C.A.P. et  
au brevet d'automobiliste  
militaire, aux concours de  
mécanicien-dépanneur des  
P.T.T. et à l'examen profes-  
sionnel pour les autorails.  
Cours suivant temps dispo-  
nible; diplôme de fin d'étu-  
des. Facilités de paiement.



**COURS  
TECHNIQUES  
AUTOS  
SAINT-QUENTIN  
AISNE-FRANCE**

Ces cours sont patronnés  
par des constructeurs  
Français et Anglais



Ce bon à retourner rempli vous donne droit  
à une **documentation gratuite n°6**

NOM : .....

PRÉNOMS : .....

ADRESSE : .....

N°

VILLE : ..... DEP' : .....

distance. Une partie du matériau n'est cependant pas satisfaisante parce qu'elle est d'un poids si léger qu'elle pourrait provoquer des « éclatements » de la surface de la digue après avoir été gelée et dégelée. Pour se débarrasser de ce matériau léger, les ingénieurs utilisent un procédé de flottation similaire à celui qui sert à extraire certains métaux précieux de leur minerai. Le procédé s'appelle la « flottation en milieu lourd » et consiste à déverser le matériau dans un bassin rempli d'eau dans laquelle une grande proportion de ferrosilice et de magnétite finement broyées se trouvent en suspension. Les matériaux légers flottent vers le dessus de cette solution lourde et sont éliminés par lavage, tandis que les matériaux lourds qui coulent au fond sont entraînés par un transporteur à courroie qui les emmène jusqu'aux parcs de stockage.

Tous les matériaux composant le béton sont transportés par camion aux parcs de stockage du chantier du barrage, puis amenés jusqu'à l'usine de préparation du béton par des tubulures ou des transporteurs à courroie (tapis roulants). L'usine à béton, située sur un entablement miné dans le flanc du canyon, se compose de six bétonnières de 3 m<sup>3</sup> qui peuvent mélanger jusqu'à 6 900 m<sup>3</sup> de béton par jour.

Après toute une série de transferts, le béton est délivré dans des bennes suspendues à un téléphérique, et celui-ci transporte les bennes jusqu'à la section de barrage en cours de coulée. Chaque benne contient un peu plus de 9 m<sup>3</sup> de béton, et chacun des câbles qui traversent le canyon mesure 10 cm de diamètre.

Pour faciliter la construction, le barrage est créé comme une série de colonnes, ou blocs enclenchés les uns dans les autres, avec des joints de dilatation entre les éléments. Lorsque le barrage sera terminé, du mortier liquide sera injecté dans ces joints sous haute pression, convertissant toute la structure en une unique masse monolithique.

Le béton dégage de la chaleur en « vieillissant », et une énorme masse telle qu'un barrage demanderait normalement plusieurs années pour se refroidir. Au cours de ce refroidissement, elle se rétrécirait et pourrait éventuellement se fissurer. Les ingénieurs ont aujourd'hui des moyens de prévenir ceci, et ont, en fait, appris à mettre le thermomètre au travail pour les aider à créer un barrage plus solide.

Sur le chantier de Glen Canyon, le Bureau de la Mise en Valeur spécifie que tout le béton coulé dans le barrage doit avoir une température de 5,5 à 10 °C au moment de la mise en place, même en tenant compte du fait que les températures de l'été montent jusqu'à 45 °C sur le site du chantier.

Pour rafraîchir leurs matériaux, les entrepreneurs utilisent une énorme installation de réfrigération qui débite de l'air froid qui est soufflé à travers les trémies de dosage des matériaux. De plus, l'usine frigorifique débite de l'eau froide qui est pulvérisée sur les

agréats pour les rafraîchir tandis qu'ils voyagent dans les tunnels isolés aboutissant aux bétonnières, et, finalement, l'installation de réfrigération produit de la glace broyée qui est déversée dans les bétonnières elles-mêmes.

1 600 km de tubulure d'aluminium de 25 mm sont noyés dans le barrage pour purger la chaleur qui se dégagera pendant la prise du béton. De l'eau froide circulera dans les tubes jusqu'à ce que la température de la masse de béton soit descendue jusqu'à 5 °C, après quoi du mortier liquide sera injecté sous pression dans les tubes afin de les sceller. Il sera alors permis au barrage de remonter à sa température moyenne permanente d'environ 15 °C. Le béton se dilatera légèrement en se réchauffant, et cette expansion serrera les extrémités du barrage contre le roc du canyon, bloquant ainsi solidement la digue en place de façon qu'elle agisse à la façon d'une véritable arche.

La fin de la construction du barrage est prévue pour mars 1964.

Le barrage de Glen Canyon est l'élément-clé de ce qui est connu sous le nom de Projet de Retenue du fleuve Colorado, un plan de rétention des eaux de rivière en surplus dans le bassin supérieur du Colorado; ces eaux devant rester ainsi emmagasinées jusqu'à ce qu'elles soient nécessaires en aval dans les années de sécheresse. Dans le même temps, une partie de l'eau retenue en amont sera mise à la disposition de l'industrie et de l'agriculture locales. Le bassin supérieur comprend principalement des parties de l'Utah, du Wyoming, et du Colorado, et représente une région qui est restée virtuellement inexploitée par suite du manque d'eau et d'électricité dans le passé.

En addition à l'aménagement de Glen Canyon, sur le Colorado lui-même, trois grandes autres digues de retenue d'eau sont prévues pour des affluents du Colorado: le barrage de Flaming Gorge, sur la rivière Verte dans le nord de l'Utah; le barrage de Curecanti, sur la rivière Gunnison dans l'ouest du Colorado; et le barrage Navajo, sur la rivière de San Juan dans le nord du Nouveau Mexique. Ces barrages fourniront de l'eau à onze nouveaux districts d'irrigation représentant 52 600 ha de nouvelles terres arables, tout en fournissant un supplément d'eau aux 93 000 ha d'exploitations agricoles déjà existantes.

Un des bienfaits du barrage de Glen Canyon à ne pas minimiser sera la vaste zone de tourisme et vacances qui sera ouverte par le réservoir de 300 km.

Le Service des Parcs Nationaux américains prévoit au moins dix importantes stations de vacances sur les rives du lac de barrage, lesquelles pourront toutes être atteintes en automobile ou en bateau, certaines d'entre elles pouvant aussi l'être par avion léger. Des ports de plaisance, des parcs de camping, des motels et des aménagements pour la pêche et la natation seront mis à la disposition du public à chacune des stations.

# Essai gratuit!

J'AI COMPRIS  
la RADIO et la TÉLÉVISION grâce à  
l'ÉCOLE PRATIQUE D'ÉLECTRONIQUE

Sans quitter votre occupation actuelle, et en y consacrant 1 ou 2 heures par jour, apprenez la radio qui vous conduira rapidement à une brillante situation.

Vous apprendrez montage, construction et dépannage de tous les postes.

Vous recevrez un matériel ultra-moderne: transistors, circuits imprimés et appareils de mesures les plus perfectionnés qui resteront votre propriété.

Sans aucun engagement, sans rien payer d'avance, demandez la

première  
leçon gratuite!

Si vous êtes satisfait, vous ferez plus tard des versements minimaux de 12,50 NF à la cadence que vous choisirez vous-même. A tout moment vous pourrez arrêter vos études sans aucune formalité.

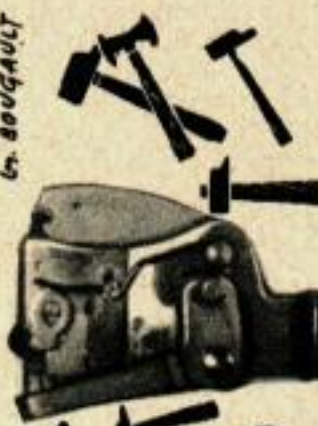
Notre enseignement est à la portée de tous et notre méthode vous émerveillera!



ÉCOLE PRATIQUE D'ÉLECTRONIQUE  
RADIO - TÉLÉVISION

11, RUE DU 4-SEPTEMBRE - PARIS (2<sup>e</sup>)

Gr. BOUGAULT



Pub. DELAGE

la  
puissance  
et la  
rapidité...

de  
10  
marteaux

avec le BOSTITCH H 2 B

qui exécute AUTOMATIQUEMENT, à une cadence record tous les travaux de clouage et d'agrafage sur TOUS LES MATÉRIAUX et à des endroits inaccessibles au marteau.

Charges de 160 agraphes.  
Documentation sur demande

**SOFREMBAL**  
55, rue de la Voûte, PARIS 12<sup>e</sup> DID. 70-87