

Le développement hydroélectrique de la Chine populaire

The hydro-electric development in People's China

PAR J. CHENAIS

INGÉNIEUR AUX ÉTABLISSEMENTS NEYRPIG

Dans cet immense pays où la vie est en grande partie conditionnée par l'eau, il est difficile de séparer les problèmes de correction des fleuves, d'irrigation, de navigation et d'hydroélectricité. Le Fleuve Bleu, et surtout le Fleuve Jaune, dominent les préoccupations des ingénieurs chinois : éviter les inondations catastrophiques, irriguer les rizières, produire des kWh pour une industrie en pleine croissance. Quelques indications sur l'organisation du ministère de la Conservation des Eaux et de l'Energie électrique, ses services techniques, ses laboratoires, ses projets, ses réalisations. Visite de quelques grands chantiers de barrage, que d'innombrables coolies construisent à coups de « petits paniers ».

In such a large country where life is mainly conditioned by water, it is difficult to separate the problems of river training, irrigation, navigation and hydro-electric power. The Blue River and, above all, the Yellow River are the main preoccupations of Chinese engineers as they struggle to prevent catastrophic floods, irrigate the rice fields and provide hydro-electric power for an industry which is now in full expansion.

Details are given of the organisation of the Ministry of Water Conservation and Electric Power, his engineering departments, his laboratories, his plans and his achievements. A description is given of visits to various large dam construction sites where coolies work with small baskets.

Les renseignements que nous possédons sur le développement hydroélectrique de la Chine Populaire sont assez succincts et, de plus, il convient de passer au crible le plus serré les rares informations que nous en recevons. En effet, d'une part les intermédiaires par lesquels elles nous parviennent ne connaissent le plus souvent pas la portée des chiffres qu'ils transmettent, d'autre part, j'ai pu constater, au cours du séjour que j'ai fait à Pékin en septembre 1957, au sein d'une mission de techniciens français, en compagnie de M. le Contrôleur général Caillez, que les Chinois ont quelque peine, dans leurs publications, à distinguer les buts prévus au Plan quinquennal, des objectifs effectivement atteints; ceci avec la meilleure foi du monde, si l'on fait la part de la fierté légitime que leur inspirent les grands travaux qu'ils réalisent et de l'enthousiasme avec lequel ils montrent à leurs visiteurs l'allant de leurs organisations nouvelles.

*
**

Pour comprendre les idées directrices des deux ministères chinois chargés des questions hydrau-

liques et électriques (le ministère de la Conservation des Eaux et celui de l'Energie), maintenant fondus en un ministère unique, il convient de se rappeler que la production d'énergie électrique se présente très souvent en Chine comme un corollaire — pour ne pas dire un sous-produit — de problèmes encore plus vitaux pour ce pays, dont l'agriculture est étroitement asservie à l'eau.

On peut, en première analyse, par ordre d'urgence, effectuer le classement suivant :

1. Lutte contre les crues des fleuves.
2. Irrigation des champs, en particulier des rizières, et, en troisième lieu seulement :
Production d'énergie électrique.

Pour citer un exemple, sur le grand barrage du San Men, sur le Fleuve Jaune, à la sortie des montagnes de loess, une retenue utilisable de 36 milliards de m³ aura pour premier effet d'atténuer les inondations des basses plaines et d'en contrôler la sédimentation. L'installation de 8 turbines de 135 000 kW sous 65 m de chute ne

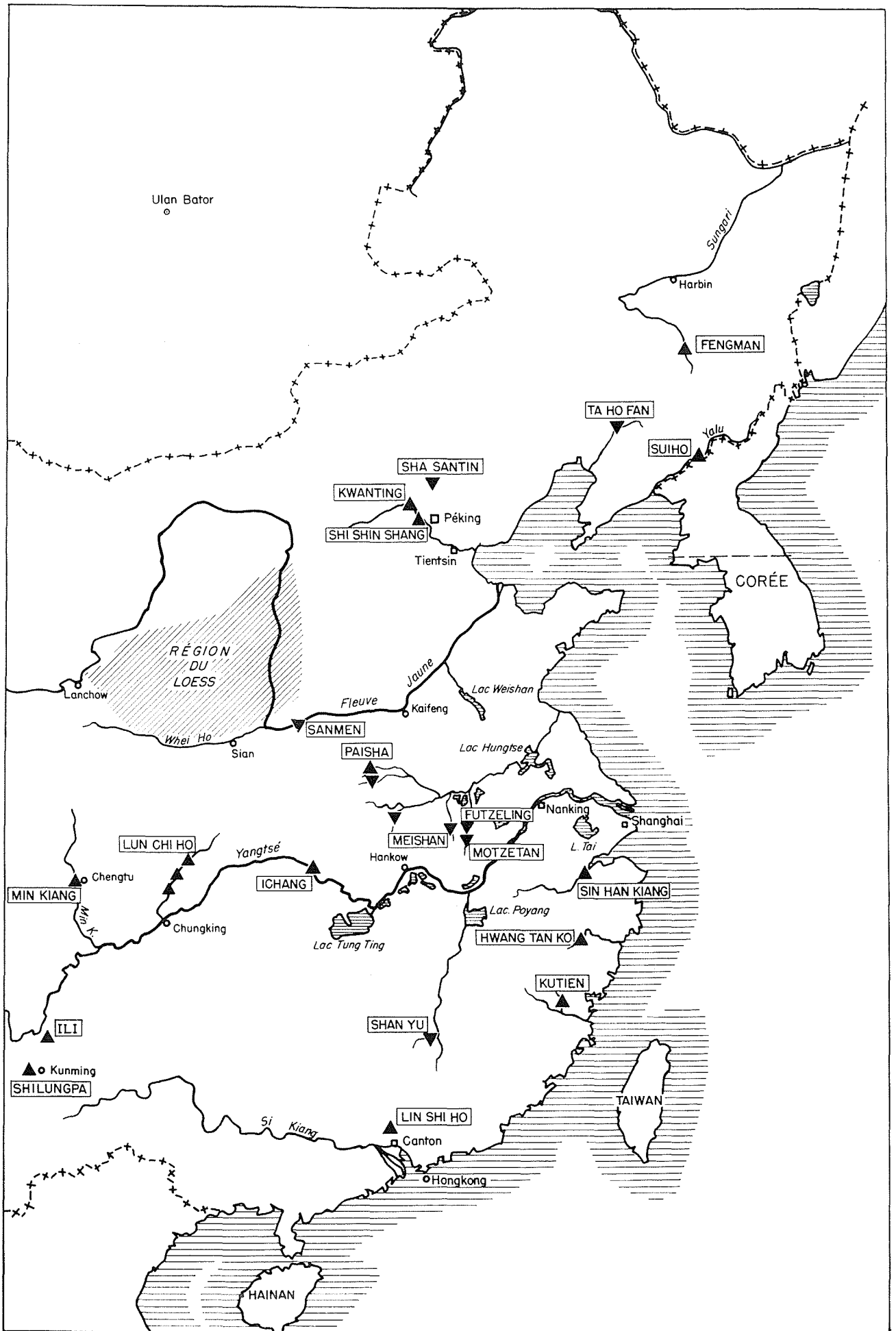
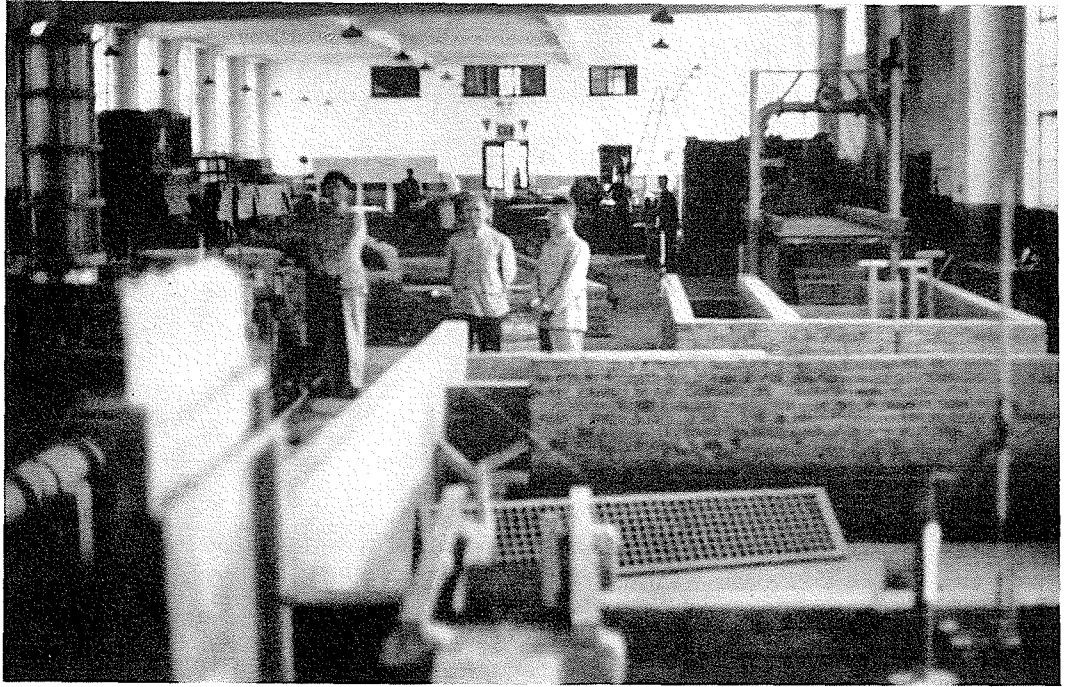


FIG. 1

Nous visitons le laboratoire d'Hydraulique du Ministère de la Conservation des Eaux à Péking.



suivra très probablement la construction du barrage qu'avec un retard de quelques années.

De même, lorsque nous avons visité les barrages de la rivière Huai (9 barrages totalisant environ 3 milliards de m³ de retenue utile), nous avons constaté que l'équipement hydroélectrique actuel se limitait à la seule centrale de Futzeling, avec un total de 11 000 kW. Au barrage de Meishan, pourtant entièrement terminé, la vanne du fond n'était pas encore fabriquée, si bien que le milliard et demi de m³ de la retenue n'avait pas encore été constitué; néanmoins, les crues de printemps ont mis le tunnel de vidange en charge, limitant à quelques centaines de m³/s une crue

dont le pic atteignait quelque 5 000 m³/s : résultat inestimable pour les millions de paysans qu'arrose la rivière Tsze. Bien entendu, la centrale, qui donnera 40 000 kW sous 40 m de chute, ne sera pas terminée avant quelques années.

Un autre facteur explique et accentue ce décalage entre le génie civil des installations hydrauliques et leur achèvement mécanique et électrique : les Chinois sont, de tradition ancestrale, des hydrauliciens et des maçons. Soigner, irriguer, assécher des rizières pendant des générations cela confère une expérience, un « sens de l'eau ». D'autre part, nous avons pu voir la rapidité avec laquelle s'édifient, en Chine, les maisons, les

FIG. 2

Centrale de Shi-Chin-Shan, dans les environs de Péking. Tout le matériel a été construit en Chine.

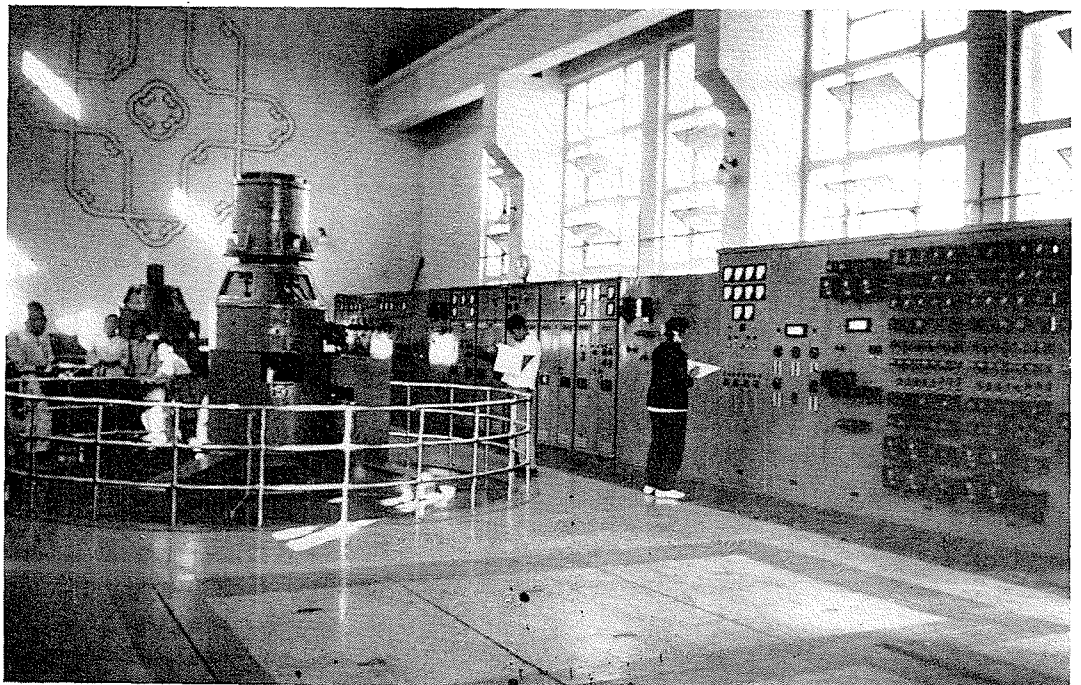




FIG. 3

Barrage de Kwan Ting.
Le tiers du barrage
de Serre-Ponçon,
L'étanchéité
des fondations pose,
là aussi,
un problème très délicat.

grands immeubles, les digues, les barrages. Je montrerai tout à l'heure, sur l'exemple du barrage de Mo-Tse-Tan, comment, avec huit moteurs électriques, une cinquantaine de camions, trois bacs diesel et 6 000 petits paniers, on construit un barrage à contreforts de 80 m de haut, coulant le ciment à la cadence de 900 m³ par jour.

Mais, lorsqu'il s'agit de matériel mécanique et électrique, pour lequel l'apport russe est limité, tandis que le blocus américain entrave le recours à l'Occident, les réalisations sont beaucoup moins rapides.

En arrivant en Chine, fin août 1957, nous ne savions absolument pas quels moyens, quelles réalisations nous allions trouver.

Je savais que, jusqu'à la Révolution de 1948, seules de très petites centrales avaient été installées, si l'on excepte toutefois celles de la Mandchourie :

- Sui-Ho sur le Yalu, dont je n'ai pu trouver les caractéristiques exactes, et
- Fuh-Men sur la Sungari, qui, après destruction pendant la guerre de Corée, a été rééquipée avec l'aide des Russes, et doit comporter actuellement 7 groupes Francis de 115 000 ch sous 69 m. de chute.

Les exposés que nous ont faits les Ingénieurs du ministère de la Conservation des Eaux et de l'Energie électrique, puis les visites que nous

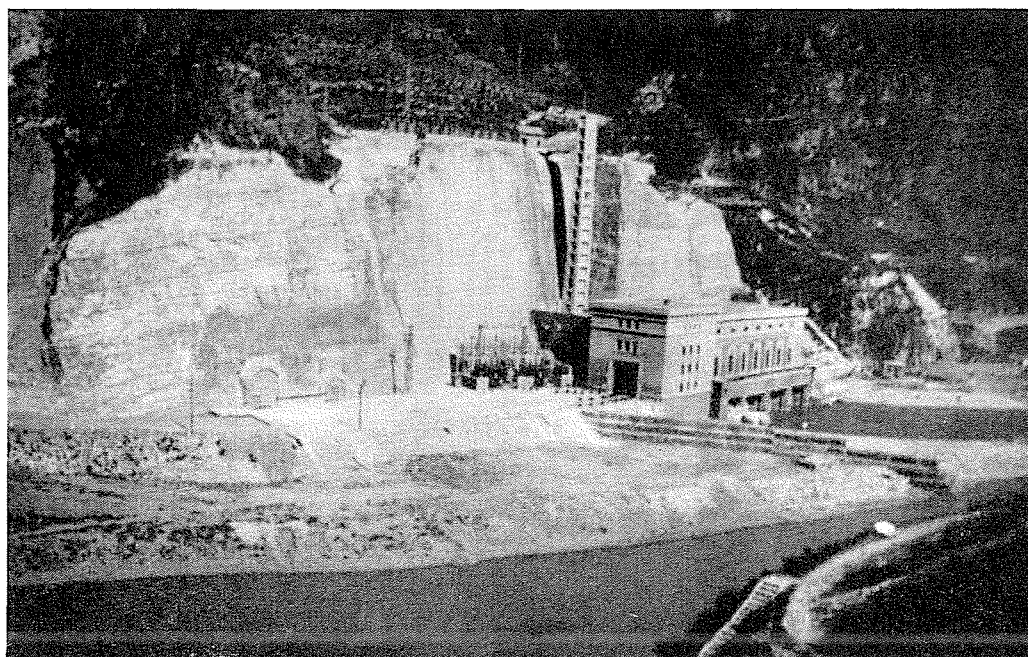


FIG. 4

La centrale
de Kwan Ting.
Ses 30 000 kW
contribuent à
alimenter la Capitale.
Ne nous méprenons
pas : ce n'est pas
une cheminée,
mais l'ascenseur
d'accès au poste HT.

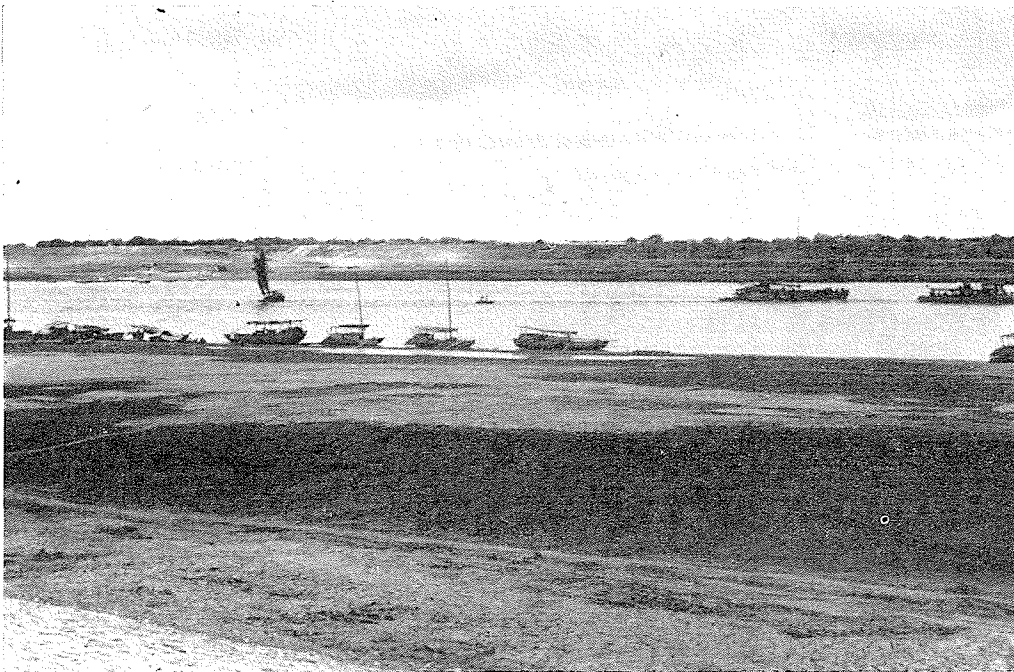


FIG. 5
La rivière Huai,
à Pengpu.
En juin, elle remplit
tout son lit,
jusqu'au
ras des digues.

avons faites au barrage de Kwanting et sur la rivière Huai, ont montré les faits suivants :

— Il existe plusieurs usines fabriquant des turbines hydrauliques, des turbines thermiques, des vannes et robinets, des alternateurs, des transformateurs, et tout l'appareillage courant.

Nous avons vu à la centrale de Kwan-Ting, près de Péking, des groupes Francis verticaux de 10 000 kilowatts sous 41 m, construites dans l'usine de Harbin, en Mandchourie. Seuls, les arbres ont été forgés en U.R.S.S., et les régulateurs achetés en Suisse. L'appareillage électrique, y compris les appareils de tableau et les relais, sortent d'une usine de Shanghai.

De même une autre usine de Shanghai construit des conduites et des vannes.

— J'ai discuté avec l'un des directeurs de l'usine de Harbin, qui espère recevoir prochainement un gros tour vertical et envisage de construire entièrement les groupes de San-Men (8 groupes de 135 000 kw, sous 65 m). Ce sont, évidemment, des considérations d'avenir, mais il n'est pas impossible que ce résultat soit atteint d'ici quatre ou cinq ans.

— Pour autant que nous avons pu nous en rendre compte, la participation des Russes est faible dans le domaine hydroélectrique. Il semble que les études du barrage de San-Men aient bénéficié d'un appui technique russe. Cependant, les études sur modèle réduit sont

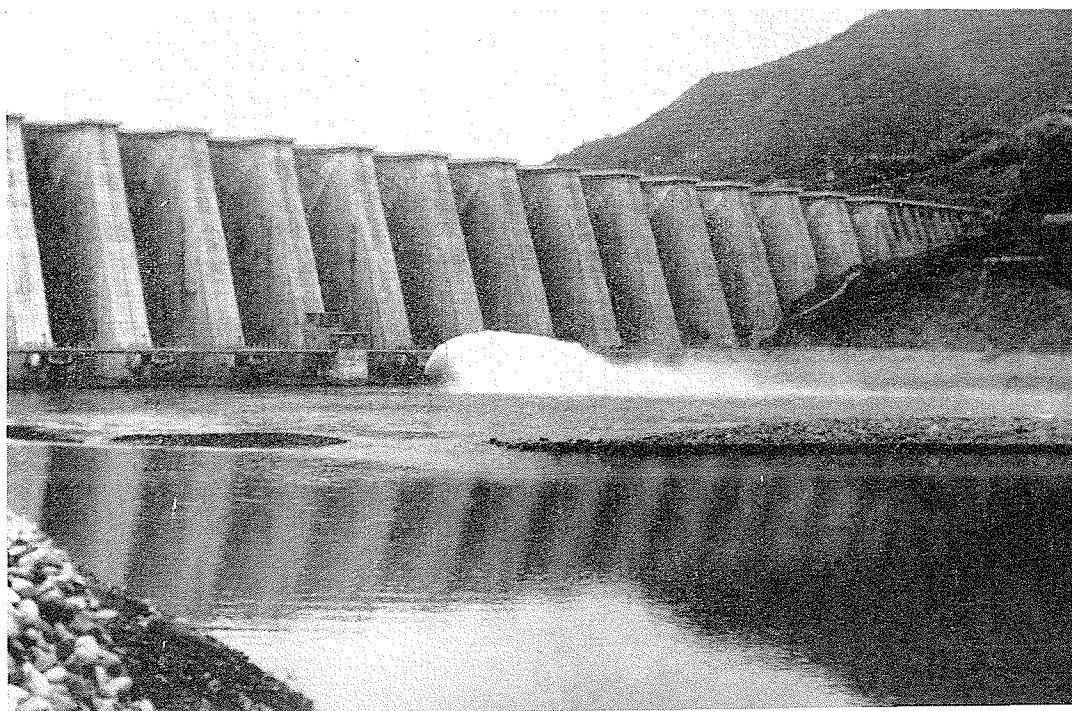


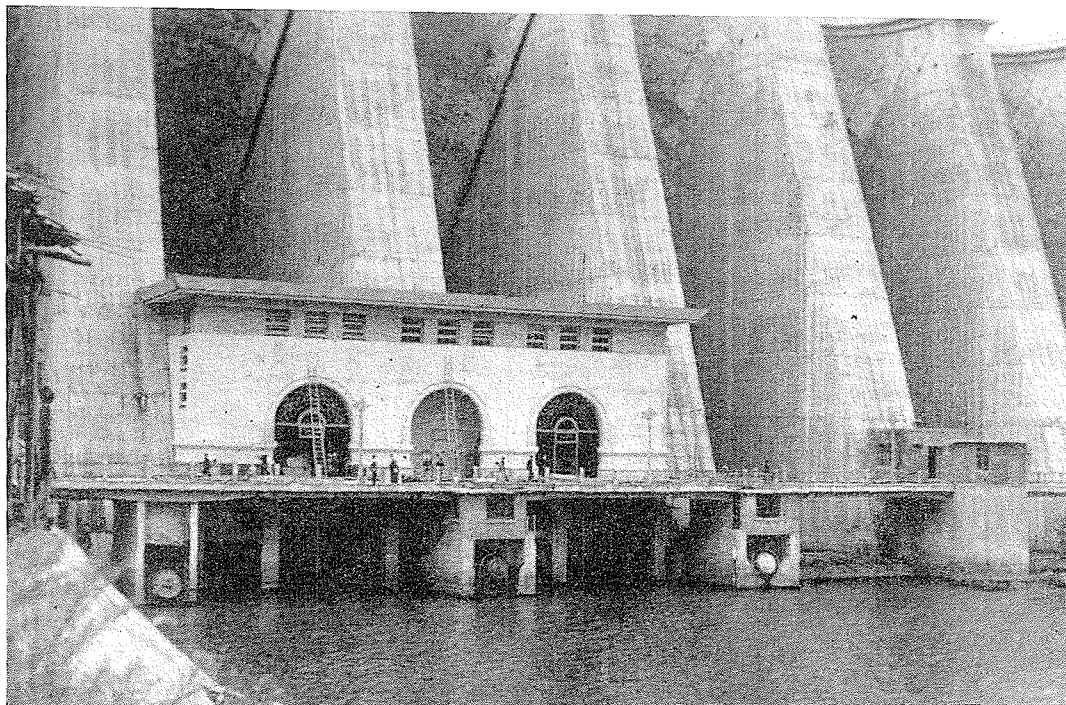
FIG. 6
Barrage de Futzeling.
Voûtes multiples,
structure épaisse, peu armée.
Robinet-vannes de vidange :
on a ouvert les grandes eaux
en l'honneur des visiteurs.

CENTRALES HYDROÉLECTRIQUES EXISTANTES EN CHINE

Repère	PROVINCE	CENTRALE (Rivière)	BARRAGE ET RÉSERVOIR				CENTRALE											
			Capacité 10 ⁶ m ³		Hauteur en m	Type	OBSERVATIONS	Capac. totale actuelle MW	Capacité future MW	Nombre de groupes	Chutes nettes	Puissance unitaire KW	Vitesse tr/mn	Type des groupes				
			Totale	Utile														
A. 1	Mandchourie..	Shi-Fon ou Fuh-Men... (Yalu)			118													
A. 2	Mandchourie..	Feng-Man ou Sui-Ho... (Sungari)				Poids												FV
A. 3	Péking.....	Kwan-Ting (Yungting).		2,27	45	Terre	80 km au nord de Péking	30	30	3	41	10 000	187,5					FV
A. 4	Péking.....	Shi-Shin-Shang..... (Yungting)					10 km au nord de Péking. Prise en rivière	6	6	2	22	3 000						FV
A. 5	Anwei.....	Futzeling (Pi, affluent de la Huai).....		0,5	71,3	Voûtes multiples	Entre Fleuve Jaune et Fleuve Bleu	11		3 2	50,2 50,2	3 000 1 000						FV FV
A. 6	Fu-Kien.....	Ku-Tien (Ku-Tien).....					Mi-chemin entre Shanghai et Canton	10	60	1	130	10 000						FV
A. 7	Kiang-Si.....	Shan-Yu-Tzian..... (Shan-Yu)		0,7	0,5		Sud du Fleuve Bleu		60	4	66	5 000						FV
A. 8	Szechwan....	Chi-Shi-Tan : (Lung-Chi-Ho n° 1)...	0,83	0,60	51		Barrage réservoir pour quatre centrales en cascade (près de	48	48	4	66	12 000						FV
A. 9	—	(Lung-Chi-Ho n° 2)...					Chung-King)	10,5	10,5	2	28	5 250						FV
A. 10	—	(Lung-Chi-Ho n° 3)...						?	16	2	19,5	8 000						FV
A. 11	Yunnan.....	Ili n° 2.....					Près de Kun-Ming	1,7	1,7	2	78	880						F
A. 12	Sin-Kiang....	Hu-La-Po.....					Près de Urumchi Faible puissance			3								F
A. 13	Thibet.....	Lhassa.....					Faible puissance											H

FIG. 7

Centrale de Futzeling.
Le barrage
n'a pas été construit
à sa seule intention :
qu'elle est petite auprès
de lui !



effectuées à Péking, dans le laboratoire du ministère de la Conservation des Eaux, sous contrôle, semble-t-il, entièrement chinois.

Un tableau annexé à cet exposé donne quelques caractéristiques des principales centrales en fonctionnement ou en construction. Il est difficile de se faire une idée précise des progrès des travaux et, je ne puis que résumer ce que nous savons de façon certaine :

- Il existe une dizaine de groupes de 10 000 à 15 000 kW, construits en Chine (exception faite, bien entendu, des groupes de 115 000 ch de Fuh-Men, installés avant 1940 et reconstruits après la guerre avec l'aide russe).
- Les groupes de 72 500 ch de San Men sont encore des vues d'avenir, mais d'un avenir vraisemblablement très proche, en ce qui concerne les premiers.

J'indiquerai tout à l'heure les principales ca-

ractéristiques du projet de San Men, qui tient une place spéciale dans l'économie chinoise, et je voudrais, pour terminer, donner, par deux exemples, une idée des ressources immenses de la Chine.

Le recensement officiel des ressources hydrauliques indique un chiffre de 540 millions de kW, dont les deux tiers sont situés dans le sud et l'ouest du pays. Le Yang Tsé compte dans ce total pour 220 millions de kW, le Fleuve Jaune pour 33 millions, les fleuves de Mandchourie pour 10.

Deux projets frappent particulièrement notre imagination :

- Le projet des gorges d'Ichang, sur le Fleuve Bleu, déjà reconnu il y a vingt-cinq ans par l'Américain Savage. La centrale sera située à quelque 400 km de Tchoung-King et de Han-Kéou : 15 millions de kilowatts sous 200 m de chute, avec un débit équipé de 10 000 m³;

FIG. 8

Barrage de Motzetan,
situé en amont de Futzeling.
Une « unité » de triage
(50 hommes, 10 m³ par heure)
contribue aux 900 m³
de béton par jour.

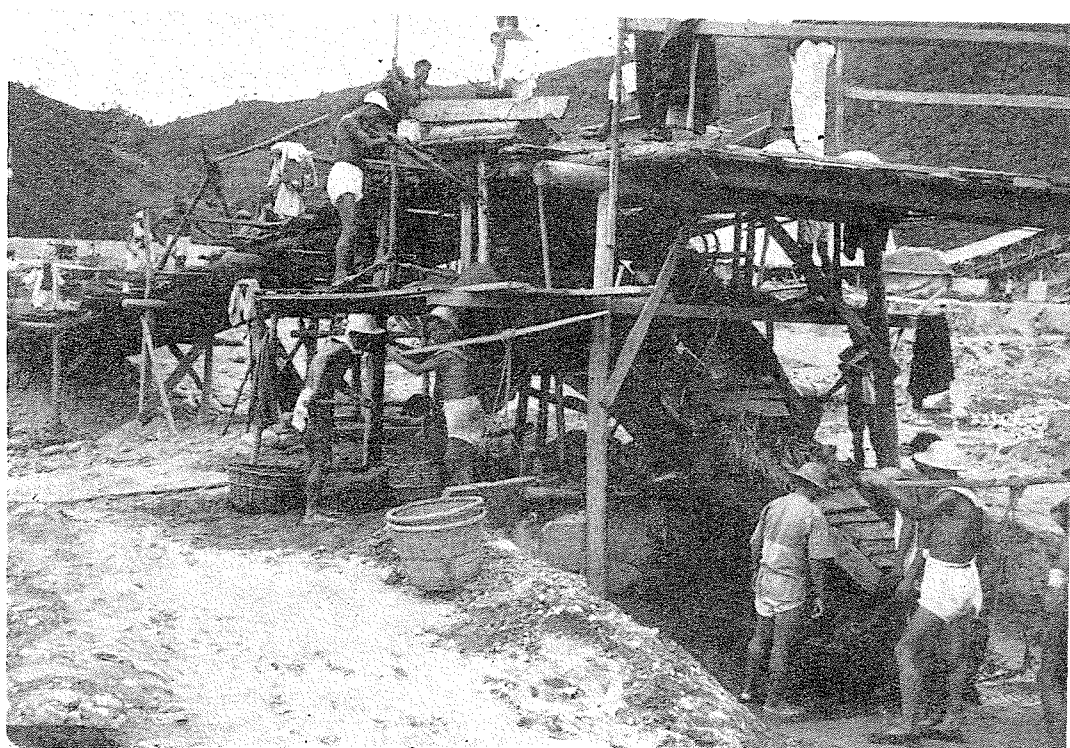


CENTRALES HYDROÉLECTRIQUES EN CONSTRUCTION EN CHINE

Repère	PROVINCE	CENTRALE (Rivière)	BARRAGE ET RÉSERVOIR				CENTRALE					
			Capacité 10 ⁶ m ³		Hauteur en m	Type	OBSERVATIONS	Capac. totale MW	Nombre de groupes	Chutes nettes	Puissance unitaire kW	Type
			Totale	Utile								
B. 1	Mandchourie	Ta-Ho-Fan (Fushun) . . .	2		48	Terre	Près de Fushun					
B. 2	Péking	Sha-San-Lin				Terre	30 km nord de Péking		2			
B. 3	Honan	Shan Men (Hwang-Ho). . .	65	36	100	Poids béton	Fleuve Jaune	1 080	8	60 65 81	135 000	FV
B. 4	Anwei	Meishan affluent de la Huai	2,2	1,37	88	Voûtes multiples	Entre Fleuve Jaune et Fleuve Bleu	40	4	40 70	10 000	FV
B. 5	Anwei	Motzetan affluent de la Huai		0,288	76	Poids à contreforts	Entre Fleuve Jaune et Fleuve Bleu	16	2	50 71,5	8 000	FV
B. 6	Tchekiang	Hwang-Tan-Ko					Entre Shanghai et Canton					
B. 7	Tchekiang	Sin-Han-Kiang (Sinhan).	17,8	11	105	Poids	Près de Shanghai (300 km)	580	8	65	72 500	FV
B. 8	Kwantung	Liu-Shi-Ho					Près de Canton	42	4		10 500	FV
B. 9	Szechwan	Lung-Shi-Ho n° 4			28	Poids	Près de Chung-King	30	2	57,3	15 000	FV
B. 10	Yunnan	Ili 3					Renseignements douteux	160	4	618	40 000	P
B. 11	Kansu	Tsin-Tong-Sha (Fleuve Jaune)			42			260	7			
B. 12	Hopei	Tin Kiang (Han)			110			900				

FIG. 9

Sable devant,
gros galets à droite,
moyens derrière :
la valse des petits paniers.



— La boucle du Brahmapoutra, à sa sortie de l'Himalaya, avant son arrivée dans la plaine de l'Assam. Chute totale 2 400 m, réalisée grâce à une série de tunnels totalisant 50 km. Débit équipé 2 000 m³, permettant d'équiper trois centrales en cascade. Pour fixer un ordre de grandeurs, chaque centrale pourrait contenir 100 groupes Pelton de 170 000 ch sous 800 m...

Ce site faramineux, qui a déjà été reconnu et a fait l'objet d'études préliminaires, est malheureusement trop loin de toute utilisation pour que sa réalisation prochaine puisse être envisagée.

*
**

ANNEXE. — LE PROJET DE SAN MEN

Ce projet tient une place à part dans l'économie de la Chine, du fait de son rôle dans le dévelop-

pement agricole de l'immense delta du Fleuve Jaune : plusieurs centaines de millions de paysans lui devront, non seulement l'irrigation de leurs champs, mais, plus encore, une protection contre des crues catastrophiques.

Le Fleuve Jaune, quoique moins gros que le Fleuve Bleu (56 milliards de m³/an, contre 1 050, — soit 1 770 m³/s contre 33 000), pose des problèmes plus aigus, du fait de ses crues subites (qui atteignent 30 000 m³/s) et de la quantité de limon qu'il arrache aux collines de loess de son cours moyen : on évalue à 163 milliards de tonnes son débit solide annuel, avec des proportions allant de 300 à 600 g par litre.

Son cours inférieur, à la sortie des gorges de San Men n'est qu'un immense delta, de près de 1 000 km de côté, dont la sortie est étranglée par les collines du Shantung, situées en son milieu. Les divagations du lit du fleuve ont noyé les paysans chinois, depuis les temps les plus reculés, et l'endiguement du lit, s'il a évité les inondations

FIG. 10

Autour des visiteurs français,
l'état-major du barrage.
Il fait chaud...





FIG. 11

A Motzetan,
des cités ouvrières
se nichent dans
toutes les vallées.

mineures, a aggravé les débordements majeurs, le lit s'exhaussant à un rythme rapide (10 cm certaines années).

En particulier, la partie sud du delta, le riche bassin de la Huai, peuplé de 80 millions d'habitants, n'est protégée du fleuve que par les digues, et les catastrophes qui se sont abattues sur elle sont innombrables et gigantesques : 370 000 morts en 1642, disent les chroniques; près de 900 000 morts entre 1936 et 1952, disent les services officiels.

La destruction des digues par le général Tchang Kai Chek, au cours de la guerre contre le Japon, dévia le fleuve dans le bassin de la Huai, incapable d'en écouler le débit, jusqu'en 1948.

Outre de nombreux travaux d'exhaussement de digues (13 000 km de digues ont été refaits), la construction d'un canal latéral, la disposition de deux bassins d'étalement, un remède plus radical va être demandé au barrage de San Men, situé à la sortie des gorges :

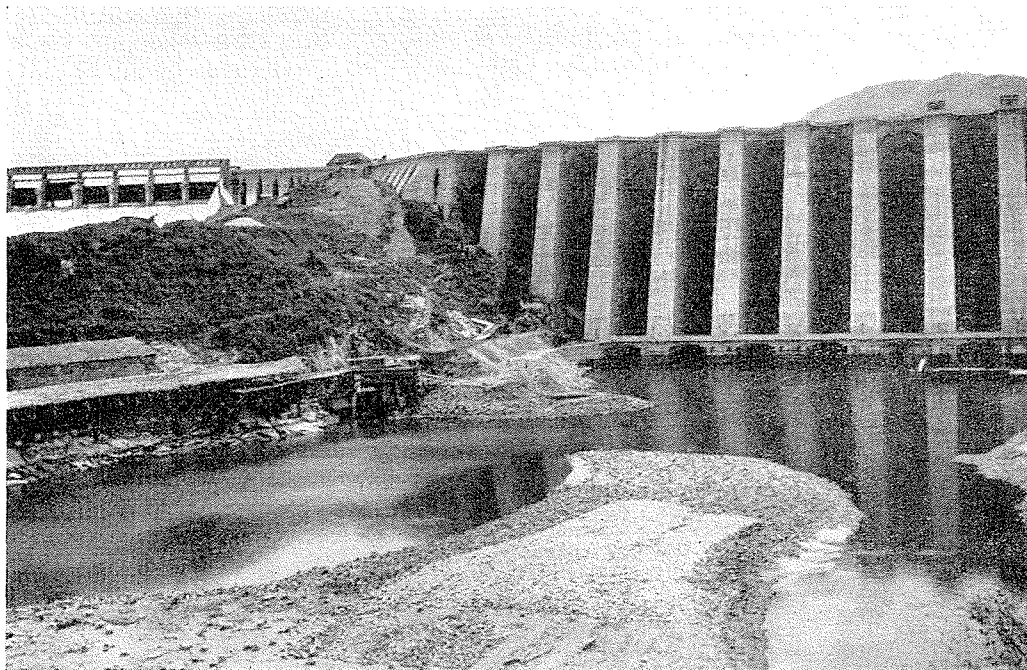


FIG. 12

Meishan ressemble
à Futzeling
comme un frère.
Les vannes secteur
de l'évacuateur
de crues ont
un bordé en bois :
la tôle est si rare.

- 68 400 km² de bassin versant;
- Barrage-poids de 100 m de haut, de 840 m de long;
- Retenue de 65 milliards de m³, dont une tranche utilisable de 36 milliards;
- Plusieurs centaines de milliers de paysans déplacés;
- 8 groupes de 135 000 kW, fonctionnant entre 60 et 81 m de chute.

Barrage gigantesque, mais le problème à résoudre l'est aussi, et l'on se demande :

— si le barrage ne sera pas colmaté avant que les travaux de reboisement et les 24 barrages de régularisation entrepris dans les collines de loess aient porté leurs fruits : les Chinois vont, pendant le demi-siècle qui vient, assister à la

course entre les jeunes arbres et l'implacable fleuve de boue,

— s'il n'existe pas un moyen de laisser passer une quantité raisonnable de limon, que le fleuve soit capable d'entraîner jusqu'à la mer, ou que l'on puisse distribuer dans le delta sans dégâts majeurs.

C'est précisément ces problèmes qu'étudient actuellement les 500 ingénieurs et assistants du Laboratoire de la Conservation des Eaux de Pé-king, sous la direction du professeur Hsieh-Chia-Tseh.

Ce laboratoire, qui couvre 21 000 m², dont 5 500 m² couverts, possède, pour ces études, un canal d'étude des courants de densité (underflow) de 50 m de long, et a construit deux modèles de la gorge de San Men, l'un au 1/3 400° en horizontal et 1/120° en vertical, l'autre au 1/200° en horizontal et 1/100° en vertical.

DISCUSSION

Président : M. CAILLEZ

M. le Président remercie et félicite M. CHENAIS de son exposé très vivant.

M. VARLET comme membre du Comité pour la défense du langage technique français, souhaite que l'on cherche et que l'on emploie l'équivalent français du mot « underflow ».

M. CHENAIS indique que ce mot peut se traduire par « courant de fond ».

M. le Président pense rassurer M. VARLET en rappelant qu'il y a en préparation, à sa connaissance, un vocabulaire en plusieurs langues, qui permettra d'assurer la correspondance des termes techniques, tels que celui-là; mais la rédaction de ce vocabulaire montre la nécessité de se mettre déjà d'accord en français sur la signification de certains termes avant de les proposer comme équivalents de termes anglais actuellement employés de manière internationale, et de les imposer dans notre littérature technique.

M. CHENAIS reconnaît la tendance des gens qui se rendent souvent à l'étranger, à mélanger les langues et, à employer souvent une langue composite.

M. TISSIER pose deux questions :

- 1° A quoi correspondent les 540 GW indiquées comme potentiel énergétique chinois? Pointe ou puissance normale disponible?
- 2° A quelle superficie totale et à quelle population ce chiffre correspond-il?

Sur la demande de M. CHENAIS, M. CAILLEZ répond à la première question de M. TISSIER en indiquant que, en se référant aux précisions d'origine chinoise parues dans une revue anglaise, il s'agirait d'une puissance disponible en moyenne. La puissance susceptible d'être dépassée pendant 50 % du temps serait d'environ 350 GW et celle susceptible d'être dépassée pendant 90 % du temps, d'environ 100 GW.

M. CHENAIS estime que, pour les Chinois, la pointe correspond à une utilisation de 4 000 à 5 000 heures par an.

Il mentionne à ce sujet un article très intéressant

paru dans *Water Power*, vol. 9, n° 2, février 1957, p. 60, sous la signature de M. TENG-TSAI-SHOU, ingénieur au « Bureau of electric development » (Ministry of Power Industry).

A la deuxième question de M. TISSIER, M. CAILLEZ répond que la superficie de la Chine est de l'ordre de 18 fois la superficie de la France, c'est-à-dire d'environ 10 millions de km². Il rappelle que la population chinoise totale, d'ailleurs rapidement croissante, se situerait entre 600 et 650 millions d'habitants, soit 15 fois la population de la France. La densité moyenne serait donc du même ordre qu'en France; cependant les densités extraordinaires que l'on constate en Chine tiennent à ce qu'une partie relativement faible du territoire est seule pratiquement habitée. Les Chinois tendent à développer la population industrielle dans la région occidentale jusqu'à présent assez désertique, mais où gisent des quantités de richesses, telles que du pétrole et peut-être de l'uranium; ils créent notamment dans cette région un grand centre industriel et ferroviaire, Lanchow, sur le Fleuve Jaune, dont la population est passée en dix ans d'une centaine de milliers d'habitants à près de 1 million d'habitants, notamment grâce à des transferts de population provenant de Shanghai.

M. CHENAIS ajoute qu'il est prévu à Lanchow une centrale de 1 million de kW.

M. CAILLEZ remarque que les projets envisagés par les Chinois concernent, en fait, un pays qui, malgré sa très vieille civilisation, apparaît, du point de vue industriel, comme extrêmement sous-développé. En effet, sa consommation d'électricité n'était en 1957 que de quelques 15 milliards de kWh, contre plus de 55 milliards en France pour une population 15 fois plus grande là-bas qu'ici. Le chiffre de 500 GW à équiper en Chine est évidemment très enthousiasmant pour les ingénieurs que nous sommes, mais on est actuellement très loin d'une telle réalisation, puisque la puissance installée en Chine en 1952 n'était guère que de 2,5 millions de kW, chiffre que le plan quinquennal 1952-1957 prévoyait de porter à 4 millions, sur lesquels 3 seulement, en fait, étaient en service au début de 1957 (contre une quinzaine de millions en France à cette même époque).