

La première moitié de la station hydraulique de Keokuk est pratiquement finie, excepté les machines. La fondation de l'autre moitié, les canaux de fuite et l'intérieur des chambres des turbines est finie, mais la superstructure et l'installation des turbines est remise à une date ultérieure.

A part la superstructure de la station et les installations électriques, les plans complets furent dessinés et mis en œuvre sous la direction de M. Hugh L. Cooper, ingénieur en chef de The Mississippi River Power Company. La superstructure de la station au-dessus de l'étage des générateurs, ainsi que les lignes de transport de force et les sous-stations, furent dessinées et construites par The Stone & Webster Engineering Co, de Boston. L'usine une fois terminée sera dirigée par The Stone & Webster Management Association.

LA HOUILLE BLANCHE EN AFRIQUE

Sur la nécessité de la prospection méthodique des forces hydroélectriques du Congo belge et l'utilité de la création des centrales à usages collectifs.

Nous trouvons sous ce titre dans le *Bulletin de la Société Belge d'Electriciens*, de juillet 1913, une très intéressante communication de M. Léon GÉRARD, ancien Président de cette Société. Nos lecteurs en apprécieront certainement la portée économique.

UTILITÉ DE L'ÉLECTRICITÉ AU CONGO. — Dans les régions coloniales où la main-d'œuvre est rare, là où les combustibles minéraux solides ou liquides ne peuvent parvenir qu'à grands frais, où les prix de transport des machines sont considérables, l'électricité apporte un élément vital qui supplée à ces conditions économiques défavorables.

En Europe, l'électricité tend à se substituer depuis quelques années par voie d'évolution assez rapide à la vapeur pour des raisons d'ordre technique et économique ; mais cette évolution est lente parce qu'elle représente une modification de méthodes presque séculaires et qu'elle nécessite le remplacement de machines et d'appareils existants et coûteux. Par exemple : le remplacement en bloc du matériel de traction et roulant des chemins de fer européens représenterait une dépense de plus de cent millions. Ce fait remet à des temps fort longs une évolution des railways anciens vers l'électricité rendue cependant implicitement nécessaire depuis cinq ans.

Les nouveaux chemins de fer indépendants des anciens réseaux peuvent seuls bénéficier intégralement de l'emploi de l'électricité avec tous ses avantages. La ligne de Berlin-Dessau-Bitterfeld-Hambourg en est un exemple récent.

Le développement de l'électricité aura un autre caractère aux colonies ; elle s'y implantera directement en matière de railway et du coup introduira les bienfaits du « machinisme » dans tous les autres domaines techniques. Au reste, le machinisme est le seul recours efficace contre le défaut de main-d'œuvre qui est le grand écueil de la colonisation industrielle.

La découverte de charbon ou de pétrole au Congo ne diminuera en rien le rôle de l'électricité comme agent mécanique. La preuve en est dans le fait que les centrales électriques belges les plus florissantes sont voisines de charbonnages et que l'électricité intervient de jour en jour davantage, jusque dans l'extraction du charbon : ventilation, extraction, concassage, lavage et, même tout récemment en Belgique, dans le lavage.

La raison de ce fait ? L'électricité est divisible, transportable, adaptable à toutes les transformations.

C'est ce qui fait que la motoculture pourrait se baser aux colonies sur l'électricité si celle-ci était fournie à des conditions raisonnables.

L'exploitation des chemins de fer ne peut continuer bien longtemps à être basée sur l'emploi du bois. C'est là un stade provisoire et un mode brutal de dévastation. Il est du reste frappé de stérilité, car il immobilise une main-d'œuvre importante pour l'abatage, le sciage, le portage.

Les combustibles liquides dans certains cas et l'électricité doivent être les éléments activant les chemins de fer coloniaux à défaut de combustibles minéraux produits sur place.

L'Agriculture doit pouvoir compter comme dans les parties chaudes de l'Amérique du Nord, de l'Espagne et de l'Algérie, sur de larges irrigations. *C'est là un des plus beaux rôles de l'électricité parce que les barrages à élever pour créer l'électricité assurent en même temps l'emmagasinement des pluies et la régulation des irrigations.*

Les mines doivent pouvoir user de l'électricité comme moyen mécanique d'extraction et comme moyen métallurgique de réduction. Le génie civil doit employer l'électricité pour l'exécution rapide de tous les travaux publics. Les industries les plus diverses : extractives, végétales ou d'autre caractère ne peuvent se dispenser de son emploi.

L'électricité a donc un rôle des plus importants à jouer dans le développement de la colonie. C'est à tort que l'on pense que ce rôle est confiné à l'industrie minière. L'électricité constitue l'élément vivifiant des moyens de transport, des travaux publics, des industries végétales et minérales, de l'agriculture.

Tous ces facteurs économiques sont intéressés à des titres égaux à la production économique de l'électricité.

Il y a donc un raison d'Etat à assurer la stabilité de la production et de la distribution de l'électricité puisée à un bien commun qui est l'eau, à toutes les industries coloniales indistinctement (1).

MODE DE PRODUCTION ET D'EXPLOITATION DE L'ÉLECTRICITÉ. — On pourrait concevoir, en raison de son importance économique capitale, que l'électricité soit déclarée chose d'Etat et exploitée en régie par celui-ci.

Ce système aurait en théorie une très bonne base : l'électricité peut dériver du charbon ou de l'eau. Vraisemblablement, elle dérivera au Congo principalement du second

(1) A ce sujet une note, contenue dans le même Bulletin de la *Société Belge d'Electriciens*, met en lumière le développement rapides des usines d'électricité en Allemagne et l'importance de leur action sur la vie économique de ce pays. Nous la reproduisons textuellement :

« Dans un long et intéressant article (Revue mensuelle de l'A.E.G., mars et avril), le Dr Siegel suppute avec précision l'importance économique et sociale du développement des centrales électriques publiques en Allemagne; il établit, non seulement son effet direct, mais sa répercussion indirecte par le nombre de familles qui vivent de l'électricité, et l'appoint que celle-ci a apporté aux autres branches de l'industrie.

Nous en extrairons quelques chiffres qui donneront une idée de la colossale et heureuse influence que la vulgarisation des applications électriques a eue chez nos voisins.

L'éclairage électrique, par exemple, fut présenté à un petit cercle d'intéressés, il y a vingt-cinq ans, par cinq usines; au commencement de la présente année, 3 000 environ fournissaient l'énergie électrique dans 13 000 localités à 44 millions d'habitants, non seulement pour l'éclairage mais encore plus pour la force motrice, de sorte que l'on peut dire que presque les deux tiers de la population de l'Allemagne sont en mesure de profiter des avantages que peut leur procurer l'électricité.

On juge habituellement la grandeur des usines d'électricité par la puissance de leurs machines. Au commencement de 1911, la puissance de toutes les usines, y compris les accumulateurs, était d'environ 1 300 000 kw, soit 1 700 000 chx; autrement, les usines d'électricité pouvaient déjà en 1911 et dans les régions desservies, distribuer en moyenne un cheval par 23 habitants.

moyen à cause de l'éloignement des points d'utilisation et des points de production, et en raison du prix du transport. Dans l'un ou l'autre cas, elle est à provenir d'objets concessibles qui, par leur nature, appartiennent à la communauté.

L'abondance de combustible n'est pas à prévoir : les prospections géologiques font à peine entrevoir l'existence de la houille exploitable en un seul point près du Tanganyka.

En revanche, l'abondance du patrimoine hydroélectrique, qui n'avait frappé jusqu'ici aucun financier, s'avère actuellement et l'auteur du présent rapport réclame, pour une part, le mérite d'avoir démontré la richesse naturelle que nous possédons en cette matière.

Cette richesse connue dans le Bas-Congo et découverte dans les parties sud et orientales plus récemment, ne doit pas simplement être utilisée au profit d'industries particulières comme la production des engrais azotés ou d'autres industries privées. Elle a le caractère d'une richesse nationale, en ce sens que l'électricité est l'agent qui doit animer tous les organes économiques de la colonie.

Partant de ces deux faits : la possession de l'eau et le rôle général de l'électricité, on pourrait défendre l'exploitation électrique par l'Etat.

D'aucuns objecteront l'incapacité industrielle de l'Etat et feront valoir au profit de la masse l'intérêt de laisser à l'initiative privée le soin d'assurer mieux et plus vite la production économique possible de l'électricité.

Cet argument ne conserve sa valeur qu'à condition que le régime à instaurer assure réellement les conditions économiques les plus favorables possibles de diffusion sans donner des avantages trop considérables à l'un des usagers futurs au détriment des autres.

Si ce régime assure ces conditions, l'intérêt de la masse est couvert et l'Etat a avantage à se débarrasser d'un service difficile et à concéder les puissances hydrauliques à condition de s'assurer par un contrôle sévère de l'efficacité de l'exploitation au point de vue économique et de la distribution au prix le plus bas possible.

Ce résultat ne peut être atteint qu'à la condition expresse de voir les capitaux nécessaires à l'industrie électrique affluer en temps voulu vers la colonie, parce qu'ils rencontreront une rémunération certaine.

Cet apport ne peut être obtenu qu'en réalisant :

A. *Une étude scientifique* sérieuse et approfondie des ressources hydro-électriques et de leurs aménagements (construction de barrages, de conduites forcées et d'usines) les moins coûteux possibles et situés aux meilleurs emplace-

Les frais et laux d'installation, y compris les réseaux, doivent être estimés en moyenne à 812,50 fr. par kilowatt de la pleine puissance des machines, non compris les accumulateurs.

La puissance moyenne des usines va constamment en augmentant : 285 kw en 1900, 438 en 1904 et 500 en 1911, ce qui s'explique par le fait que les frais d'installation par kilowatt diminuent au fur et à mesure que les centrales deviennent plus grandes. Quant au capital total d'installation, il atteignait 2,7 milliards de francs en 1911.

Trente mille personnes environ sont employées en Allemagne par les centrales publiques et 100 000, non compris les familles, si l'on tient compte des personnes occupées à la construction des usines et des installations.

Sur la quantité totale d'énergie débitée, 30 p. 100 sont pris par l'éclairage. Du reste, la partie utilisée par la traction électrique alimente des moteurs d'une puissance totale de 418 000 chx. Deux ans auparavant, cette puissance n'atteignait que 287 000 chx.

On peut juger par ces derniers chiffres du nombre colossal de personnes qui ont pu bénéficier des avantages de la rapidité et du bon marché de la locomotion électrique, et de l'activité prodigieuse qui a dû en résulter, particulièrement dans les grands centres industriels.

Nous ne pousserons pas plus loin ces extraits ; ils donnent une idée très nette du développement extraordinaire pris par l'électricité en Allemagne. Nous regrettons seulement qu'un travail semblable ne soit pas fait pour notre pays, car il est suggestif à plus d'un titre : il nous montrerait où nous en sommes et ce qui reste à faire chez nous ».

ments. Etudier ces questions en relation avec l'utilisation des barrages pour les irrigations agricoles.

B. *Un statut* donnant à coup sûr une rentabilité supérieure, sinon égale à la rentabilité des capitaux engagés en Europe dans les industries similaires.

C. *Une stabilité* suffisante aux capitaux engagés pour mettre cette industrie à l'abri de l'agiotage et donner à l'épargne belge une garantie de paisible jouissance d'intérêts qui, fatalement, se feront attendre pendant la période de gestation qui caractérise toute industrie électrique.

MODES D'EXECUTION. — A. *Etudes*. — Le territoire à prospecter au point de vue hydroélectrique ne s'étend pas simplement comme on le prévoit dans le sud du Katanga. Il contient encore des régions d'une importance capitale, telle que la région kasaienne au sud, du 5° lat. sud et la région du Kivu à l'est du 28° long., du 3° lat. nord au 3° lat. sud.

Ces régions sont en dehors de celle située au sud du 10° lat. sud réservée par une cession néfaste du monopole hydroélectrique aux seuls usages miniers de la Société Anglo-Belge, Union minière du Haut-Katanga (Convention du 30 octobre 1906).

La prospection méthodique des régions où l'hydroélectricité aura une importance déterminante sur le développement économique de la colonie nécessitera au moins dix ans et absorbera au bas mot un million de francs.

Elle aura pour résultat probable — d'après les prévisions les plus modérées, basées sur des données scientifiques certaines et sur des probabilités géologiques encore incertaines — de doter la nation d'une richesse hydroélectrique de plus de 8 millions de kilowatts utilisables.

Une étude analogue faite par l'Etat français pour le Dauphiné, les Alpes-Maritimes et le Var a coûté 400 000 francs, a duré trois ans et a mis en évidence l'existence de 6 millions de kilowatts.

Pour assurer que les capitaux et les ingénieurs, qui accompliront la tâche nationale de l'exécution de cette prospection et de l'établissement des plans de mise en valeur des forces brutes, de diffusion de l'électricité, de la force mécanique, et l'eau d'irrigation aient la légitime rémunération de leurs peines, il est juste qu'en dehors de l'intérêt bancaire assuré aux capitaux employés, les uns et les autres aient une part équitable de la richesse mise à jour.

De là, la légitimité d'un bénéfice à prévoir en faveur des concessionnaires des études qui jouiront d'une réelle délégation de l'Etat dans un but d'intérêt national.

B. *Rentabilité*. — Quel que soit le mode de concession, d'exploitation ou de réalisation des forces hydroélectriques, les capitaux à investir soit par l'Etat, soit par des banques s'occupant d'électricité, ou par des usagers à vues personnelles s'élèveront vraisemblablement et en moyenne à 2 000 francs par kilowatt installé.

Ce chiffre varie en Europe de 200 à 2 000 francs.

Pour le Congo, une prévision de réalisation de centrales ayant une puissance totalisée de 300 000 chevaux ou de 200 000 kilowatts mettrait en jeu 400 millions de francs.

Une immobilisation de fonds de cette importance dans les affaires coloniales électriques ne peut évidemment pas être envisagée comme probable. Ce placement s'effectuera lentement et progressivement ; en admettant même qu'il n'atteigne au début que le dixième de son importance future, le chiffre est tel qu'il impose à l'esprit le moins clairvoyant qu'on ne pourra en provoquer l'immobilisation qu'à la condition formelle de donner à ces capitaux une garantie complète de rentabilité.

Or, les capitaux engagés en Europe et en Amérique dans l'industrie des centrales, malgré les difficultés du début, sont aussi sûrement rentés à l'heure actuelle que ceux engagés autrefois dans l'industrie du gaz.

J'ai personnellement contribué à former six centrales belges représentant une immobilisation de 23 millions ; au bout de cinq à six ans, les capitaux engagés dans ces industries sont assurés d'une rente qui dépasse 5 pour 100 et atteindra dans un temps facile à prévoir 9 pour 100. Ce fait n'est pas propre à la Belgique, il est également observé en Allemagne, en Amérique, en Angleterre *et*, à un degré moindre, en France.

Cette industrie immobilise en Allemagne près d'un milliard et le double en Amérique. On n'a pu y développer cette industrie que grâce à la certitude de la rentabilité des capitaux mis en œuvre avec confiance.

Il est facile de prévoir que ceux-ci trouvant facilement une rémunération sûre dans les affaires continentales civilisées ne s'orienteront vers des affaires lointaines et relativement plus incertaines que si la rentabilité la plus évidente est assurée aux capitaux investis.

Un coup d'œil sur les diagrammes de rendement des centrales européennes montre qu'il n'en est pas une qui n'ait mis au moins quatre à cinq ans pour arriver à la phase régulièrement rémunératrice.

Si l'on tient compte des obstacles géographiques d'exécution au Congo, il faudra prévoir dix ans pour la période de gestation des affaires électriques coloniales et ce facteur devra intervenir aussi dans l'estimation du taux de rentabilité à assurer aux capitaux à engager dans cette industrie.

C. *Stabilité*. — La stabilité de l'industrie électrique ne peut être assurée que par une fixation équitable des durées des concessions et des clauses de rachat éventuel par l'Etat.

Durée. — La durée des concessions a une répercussion directe sur le prix de vente du courant. Plus elle est longue, moins grands sont les frais d'amortissement des constructions, du matériel fixe, des frais initiaux d'études, de formations et de pertes initiales. L'amortissement est, on le sait, la part la plus importante du prix de revient du kilowatt-heure. Cette durée est généralement pour les barrages et conduites hydrauliques de nonante ans. Elle est réduite à cinquante ans dans certaines parties de l'Italie grâce à des subventions de l'Etat et grâce à l'exonération de l'impôt sur la richesse mobilière.

Rachat. — Les clauses de rachat nécessaires pour garantir les droits de l'Etat doivent avoir une portée telle que les capitaux soient assurés de ne pas être frustrés brutalement des fruits futurs et non encore à maturation de leur exposition.

Non seulement ces clauses doivent tenir compte des intérêts non encore réalisés, mais encore des espérances légitimes de bénéfices dans les années futures tels qu'on peut les estimer par l'observation de la marche normale d'industries similaires.

Les clauses de *durée* et de *rachat* doivent être contrebalancées par une clause de *revision périodique* des tarifs qui assurera en tout temps aux usagers les conditions économiques les plus avantageusement réalisables.

UTILITÉ D'UNE ORGANISATION COLLECTIVE. — On pourrait envisager le développement de l'industrie électrique coloniale en laissant le soin d'ériger les centrales par les gros usagers au hasard de leurs nécessités et à la fantaisie de leurs gérants.

Ce mode d'exécution irait à l'encontre des intérêts de la masse et des propres intérêts des premiers occupants.

Il aurait pour effet de conduire au gaspillage de puissances naturelles. Il a failli compromettre en France le développement de l'industrie hydroélectrique du Dauphiné jusqu'au moment où la loi de 1909 a nationalisé la question des forces hydroélectriques (1).

Il y a utilité d'Etat à obtenir le plus petit prix possible de production d'électricité et obligation formelle pour les exploitants de distribuer à tous les usagers *indistinctement* (2).

Le fait de l'utilité des centrales collectives dérive de deux faits techniques :

a. Une grande centrale est loin de coûter le double de deux centrales de moitié de la force totale.

Deux machines de 1 000 kilowatts coûtent 35 pour 100 plus cher qu'une seule machine de double puissance.

On ne peut concevoir l'exécution fractionnée d'un barrage hydroélectrique. Par le barrage on capte la puissance entière, on a donc un grand intérêt à distribuer l'intégralité de cette puissance en la divisant à plusieurs usagers, parce que la majeure partie du capital est engagée dans l'exécution du barrage.

b. Divers usagers d'une même centrale usant de l'électricité à des moments différents du jour ou de la nuit, il résulte de ce fait que les mêmes machines ont une utilité pratique (une utilisation annuelle) pendant un nombre d'heures d'autant plus considérable que les divers usagers agencent mieux les nécessités de leurs industries respectives. C'est là le secret du succès économique des centrales à caractère collectif sur les centrales à usage privé.

Or, le prix de l'électricité est influencé spécialement par quatre facteurs : le taux de l'intérêt et de l'amortissement du capital engagé ; la valeur de ce capital au regard de la puissance installée ; le temps d'utilisation de la puissance installée ; la valeur fixe des immobilisations non rentables effectuées en vue de développements futurs.

Le premier facteur est une donnée fixe ainsi que le quatrième. Les deux facteurs variables et du reste les plus importants sont influencés l'un par la grandeur de la centrale, l'autre par l'utilisation. Ils ne peuvent être favorablement influencés que par les conditions a et b réalisées dans les seules centrales collectives.

Il y a donc lieu de préconiser en matière de distribution électrique coloniale :

1° D'abord la prospection méthodique de l'immense fortune nationale représentée par les richesses hydroélectriques ;

2° L'étude méthodique de leur utilisation en tenant compte de l'usage des eaux collectées pour l'irrigation, source de richesse agricole ;

(1) N.D.L.R. Il va de soi que la Rédaction de *La Houille Blanche* ne s'associe pas à toutes les assertions de l'auteur.

(2) Dans un rapport paru dans la même Revue M. Em. NYTBORCK donne les renseignements statistiques suivants qui font saisir le développement des réseaux d'Electricité en Belgique :

	ANNÉES...	1903	1912
Puissance installée en kw.....		3 300	117 000
Population desservie, habitants.....		382 000	1 806 000
Capitaux engagés en millions de francs.....		14,5	89,1
Etendue des réseaux primaires aériens, en km.....		84	364
Etendue des réseaux primaires souterrains, en km..		0	919
Etendue des réseaux secondaires aériens, en km....		17	1812
Etendue des réseaux secondaires souterrains, en km.		105	691

L'auteur, tout en se félicitant de ce remarquable progrès, soutient qu'une législation doit permettre une concurrence limitée, protéger les droits des Sociétés de distribution de l'Electricité en tenant compte des intérêts légitimes de l'Etat, des communes et des consommateurs. Il montre, en étudiant la législation hollandaise, comment l'ingérence trop complète de l'Etat présente de graves inconvénients au développement des Sociétés de distribution, et risque de mettre à la charge de l'Administration toute la responsabilité de cette industrie.

3° L'établissement d'un système d'emploi collectif de l'électricité par des lignes publiques desservant à la fois les railways, les mines et les usages industriels en excluant tous monopoles en faveur d'industries déterminées ;

4° L'établissement de tarifications claires et rationnelles permettant aux plus petits usagers de toute nature de bénéficier de moyens industriels qui sont les seuls palliatifs au défaut de main-d'œuvre dans les régions coloniales.

BARRAGES A CHARGE FRACTIONNÉE

Système P. RUTENBERG

Ces barrages donnent la possibilité :

1) De ramener, quelle que soit la hauteur de la retenue, à des valeurs petites, arbitrairement choisies, la charge de l'eau si dangereuse dans les barrages construits suivant les méthodes adoptées jusqu'ici.

2) De réduire les accidents graves, que provoquent la rupture du barrage et la précipitation brusque de toute la

FIG. 1. — COUPE D'UN BARRAGE A CHARGE FRACTIONNÉE.

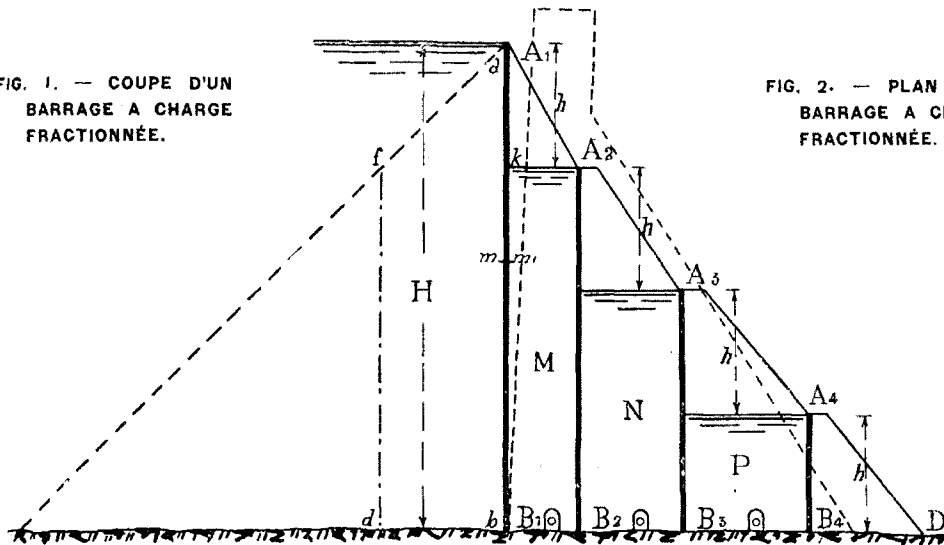
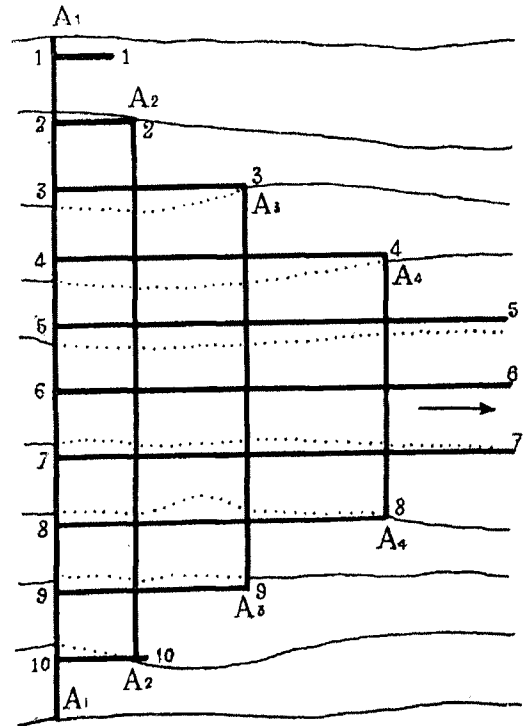


FIG. 2. — PLAN D'UN BARRAGE A CHARGE FRACTIONNÉE.



quantité d'eau emmagasinée dans le réservoir, à une décharge facilement réparable et une perte d'eau d'importance limitée.

Ce résultat est obtenu en fractionnant la charge totale H (fig. 1) au moyen d'une série des réservoirs d'eau M ; N ; P ;

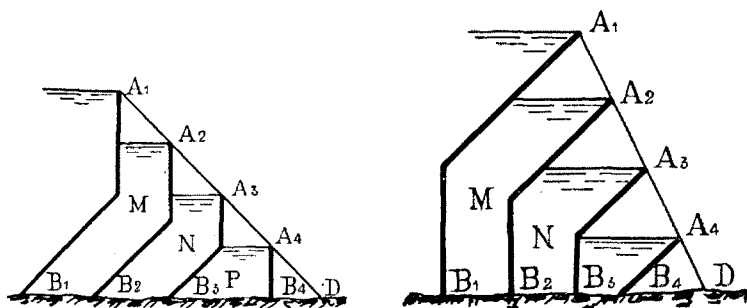


FIG. 3 ET 4. — VARIANTES D'UN BARRAGE DE CE TYPE.

etc..., formés par des parois $A_1 B_1 ; A_2 B_2 ; A_3 B_3 \dots$ de hauteur décroissante d'amont vers l'aval ; on détermine ainsi dans ces réservoirs des niveaux de plus en plus bas jusqu'au lit aval de la rivière.

Les parois sont appuyées sur des contreforts transversaux, $A_1 D B_1$ (fig. 1) et 1,1 ; 2,2 ; 3,3... (fig. 2), formant ainsi un tout bien lié et stable. Les contreforts 1,1, 2,2, 3,3, ... sont

percés d'ouvertures O, tandis que les parois $A_1 B_1 ; A_2 B_2 ; A_3 B_3 \dots$ sont étanches.

Par suite, les niveaux de l'eau dans les réservoirs, compris entre deux parois consécutives $A_n B_n$ et $A_{n+1} B_{n+1}$ sont les mêmes ; tandis que les niveaux d'eau amont et aval d'une même paroi $A_n B_n$ peuvent être différents. Ainsi, chaque barrage secondaire est soumis à une charge correspondante à la différence des niveaux d'eau des deux côtés. En un point quelconque m (fig. 1) la charge de l'eau serait :

$$am - km_1 = ak = h = \frac{H}{n}$$

n étant le nombre des parois étanches $A_n B_n$ et H la profondeur totale de la retenue.

Le diagramme des charges de l'eau sur le parement amont de chaque paroi, au lieu du triangle équilatéral abc comme dans un barrage ordinaire, est représenté par le trapèze $abcd$. La charge atteint sa valeur maxima à la profondeur $h = \frac{H}{n}$, correspondant au niveau de l'eau dans le réservoir suivant et reste constante jusqu'à la base b de la paroi considérée.

Il est évident que la différence des niveaux h peut être

variable au lieu de rester constante.

Suivant les circonstances, on peut rendre la différence h des niveaux aussi petite que l'on veut, en construisant un nombre n de parois suffisamment grand. C'est à dire : quelle que soit la profondeur de la retenue, on peut choisir arbitrairement la charge de l'eau qui est la cause principale compromettant la stabilité des barrages construits jusqu'ici.

Les parois $A_n B_n$ qui servent à fractionner la charge totale H peuvent avoir une position quelconque, verticales ou inclinées, en partie verticales et en partie inclinées, parallèles ou non.

Chaque paroi au lieu d'une surface plate peut être courbe, former une seule voûte ou une série de voûtes appuyées sur des contreforts, ou une combinaison quelconque de voûtes et de surfaces plates.

Les dimensions des parois et des contreforts, ainsi que les distances entre elles, sont déterminées par la condition, que chaque partie résiste aux forces qui lui sont appliquées et que l'ensemble du barrage résiste au renversement et au glissement dus à la poussée horizontale de l'eau retenue.