

# Lutte contre l'envasement des barrages-réservoirs

Par M. BAFOUR

Directeur à la Société d'Entreprises Générales et de Travaux Publics.

La constitution de réserves d'eau pour l'irrigation ou la production d'énergie oblige à tenir compte, dans l'aménagement des retenues, de l'entraînement dans ces retenues des matières solides résultant de l'érosion.

Ce phénomène naturel est particulièrement marqué dans les régions bordant la Méditerranée ; l'Afrique du Nord, on le sait, en offre de nombreux exemples.

Sur le plan pratique, une contribution à la lutte contre l'envasement des barrages est apportée par les procédés indiqués ci-après qui visent :

- 1° A assurer le transit de la vase entre l'amont et l'aval du barrage ;
- 2° A alimenter l'exutoire assurant ce transit à l'aide d'un matériel spécialement étudié pour la reprise des dépôts dans le lac-réservoir.

Dans les procédés dont il s'agit, on s'est efforcé pour résoudre le premier point ci-dessus de soustraire le pertuis de départ de la vase au risque d'engorgement et de réduire la consommation d'eau d'entraînement de la vase au strict minimum.

Considérant que pour atteindre ce double but l'évacuation de la vase doit être continue et se faire à une consistance aussi élevée que possible, on emploie un système d'évacuateur permanent qui est basé sur l'observation suivante :

## Evacuation permanente de la vase.

Une retenue d'eau derrière un barrage recevant un apport de produits solides est comparable à un récipient contenant deux liquides qui se superposent par densité. Si dans un

tel récipient on dispose un tube plongeur dont l'extrémité inférieure est suffisamment engagée dans le liquide le plus dense, celui-ci montera dans le tube au-dessus du plan de séparation et, à partir de ce plan, les hauteurs  $H$  et  $h$  seront dans le rapport inverse des densités pour que  $Hd = hD$  d'après le principe des vases communicants.

Si à une hauteur convenable entre le plan de séparation et le niveau de remontée obtenu on fait un piquage de départ traversant le barrage, on obtient un écoulement permanent de vase à la consistance à laquelle elle monte dans le tube.



Fig. 1

Le système doit être établi et réglé pour que le pied du tube se trouvant à un point bas convenable, le débit moyen de l'évacuateur permanent corresponde à l'entraînement des apports moyens, ce qui revient à admettre, au fond de la retenue au pied du barrage, la permanence d'un plan de vase à un niveau à peu près constant dans le temps.

On s'écarte donc radicalement de la disposition classique de vannes et de pertuis de dévasement de grande section et de long développement en parcours horizontal, et l'évacuation se fait par soutirage en remontée.

L'évacuateur permanent par soutirage en remontée admet des produits

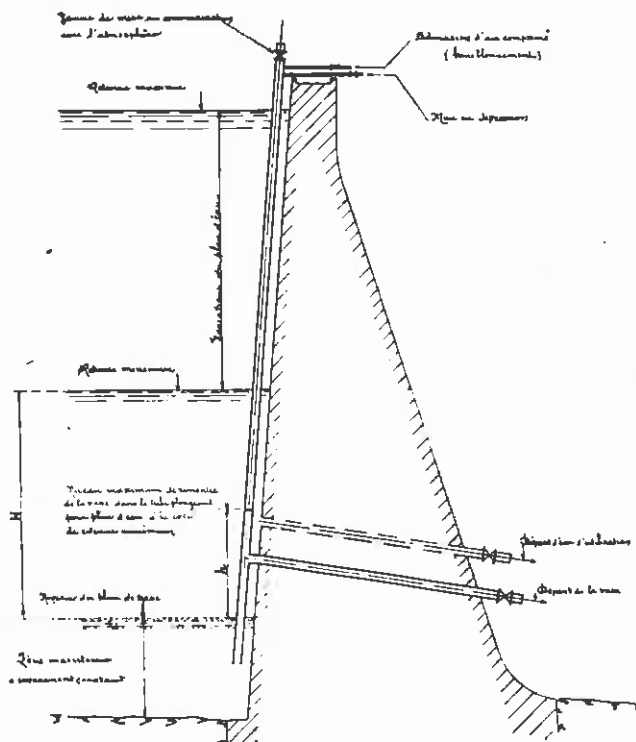


Fig. 2

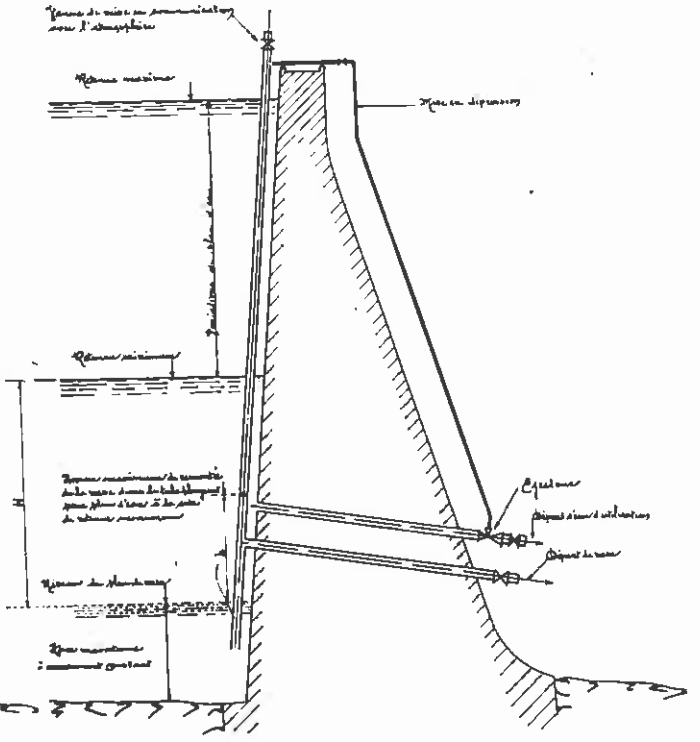


Fig. 3

épais, puise en pleine vase ; par sa disposition, il ne tend pas à se boucher et comporte en outre des moyens de défense contre l'obstruction.

La place et l'aménagement d'un tel évacuateur peuvent évidemment être rationnellement étudiés dans un projet de barrage non encore exécuté, mais il est souvent possible d'en réaliser l'installation sur un ouvrage existant.

La figure 2 indique schématiquement l'ensemble de la disposition d'un évacuateur permanent avec ses organes de commande et ses compléments.

On remarquera que le tube plongeur peut se terminer à sa partie inférieure par une crépine conditionnée pour pouvoir servir aussi d'émulseur. Cette disposition peut permettre d'agir éventuellement sur la hauteur  $h$  de remontée de la mixture dans la colonne si la hauteur d'eau dans la retenue descend au-dessous du minimum normal. Elle permet aussi de créer un bouillonnement sous la crépine pour la dégager soit intérieurement soit extérieurement ; l'envoi direct d'air comprimé par la partie supérieure de la colonne est également prévu à toutes fins utiles. Enfin on se donne aussi le moyen de mettre au contraire en dépression la partie supérieure de la colonne par l'emploi d'un hydro-éjecteur, ce qui peut fournir un moyen supplémentaire pour obtenir une remontée plus accentuée de la vase dans le tube plongeur.

Un évacuateur permanent de vase reposant sur ces principes est en cours d'installation au barrage de Nebeur sur l'oued Mellègue en Tunisie, ouvrage dont la mise en eau va commencer au printemps 1954.

On conçoit qu'en combinaison avec les dispositions indiquées ci-dessus un fonctionnement en siphon noyé ou ordinaire, suivant le cas, peut également être obtenu accessoirement pour lequel l'installation du système proposé et la présence des organes auxiliaires qu'il prévoit donnent de nombreuses possibilités d'application qu'il n'est pas possible d'examiner en détail dans ce court résumé.

En principe l'extraction de la vase se fait à la densité maximum et le rejet est envoyé à l'aval du barrage pour être suivant le cas remélangé ou non avec l'eau d'utilisation ; c'est la disposition qu'indique schématiquement la figure 3. Mais lorsqu'il s'agit d'un barrage destiné à l'irrigation et dont le départ est au barrage même, on peut utiliser l'eau distribuée comme liquide moteur dans un hydro-éjecteur donnant une dépression qui permet d'amorcer et d'entretenir le fonctionnement de l'évacuateur permanent en siphon ordinaire, pour autant que la différence de niveau entre le point de franchissement et le niveau du plan d'eau dans la réserve ne dépasse pas les possibilités de l'aspiration, compte tenu de la densité de la mixture aspirée.

Dans cette application il est généralement possible d'obtenir que le divergent de l'éjecteur rejette un mélange dont la teneur en produits solides soit dans une large mesure proportionnelle à la quantité d'eau débitée par la vanne. Il en résulte que, pour le dosage admis, le danger de colmatage des terrains irrigués n'est pas à craindre, pas plus que les dépôts dans les canaux de distribution.

#### Alimentation de l'évacuateur permanent.

Dans les retenues d'eau qui s'étendent sur plusieurs kilomètres, les produits solides ne s'acheminent que lentement jusqu'au puits de dévasement, ils se déposent sur leur parcours et en général ne s'évacuent d'eux-mêmes que dans une très faible proportion.

C'est un fait d'expérience et de nombreux barrages, dont certains ont encore des vannes basses utilisables, ont perdu maintenant une grande partie de leur capacité de retenue.

Il est donc nécessaire de pouvoir reprendre les alluvions déposées là où elles se trouvent en leur redonnant éventuel-

lement une fluidité suffisante afin de pouvoir les amener jusqu'à l'orifice du départ, quel que soit le type de cet exutoire puisque celui-ci, même s'il a l'avantage de pouvoir rester permanent, ne peut évacuer que ce qui arrive à son pied.

Les procédés dont il s'agit comprennent donc aussi les moyens de reprise des produits déposés avec, quand c'est nécessaire, leur désagrégation et leur délayage, et également leur transport au point de sortie.

La désagrégation des vases est faite au moyen d'appareils spécialement étudiés, mis en œuvre à l'aide de bateaux d'un agencement approprié. Les désagrégateurs proprement dits sont constitués par un dispositif mécanique entraîné par moteur électrique fonctionnant dans l'eau à la manière des pompes immergées. La cloche qui renferme cet ensemble présente à sa partie inférieure une ou deux sorties d'arbre suivant le cas.

Le travail de désagrégation peut être conduit en profondeur ou en surface suivant la nature du dépôt et sa composition. La désagrégation en profondeur se fait à l'aide de tarières qui perforent des trous dans la masse pour en favoriser la réimbibition ; la profondeur de cette perforation peut atteindre jusqu'à 3 m (fig. 4) en une seule descente d'outil.

Pour la désagrégation en surface, l'outil entraîné est une fraise qui peut aussi travailler en profondeur dans les dépôts de moindre consistance (fig. 5).

Les désagrégateurs sont portés par un bateau qui est pourvu de tous les aménagements nécessaires pour ses propres mouvements et pour la descente et le levage des colonnes tubulaires extensibles auxquelles sont suspendus les désagrégateurs. Le courant électrique nécessaire aux appareils est produit à bord.

La figure 6 donne l'aspect général d'un bateau désagrégateur prévu avec 10 colonnes de désagrégation disposées en cinq couples.

On utilise pour la reprise de la vase le pompage par émulsion.

Toutes les profondeurs peuvent être atteintes et la présence de cailloux ou débris de branches d'arbres ne peut pas occasionner d'avaries puisque la vase pompée ne traverse aucun organe en mouvement.

Un bateau de pompage peut recevoir plusieurs colonnes de pompage, chacune de ces colonnes constitue une unité. En général un tel bateau com-

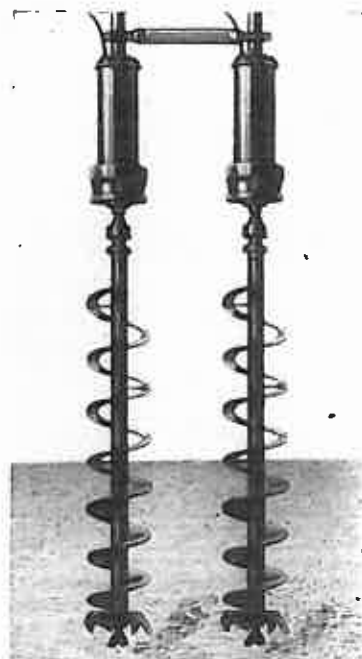


FIG. 4

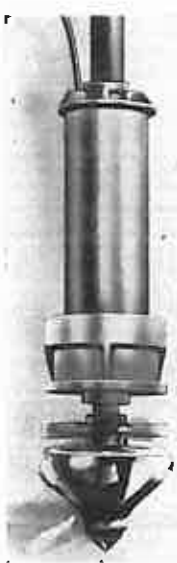


FIG. 5

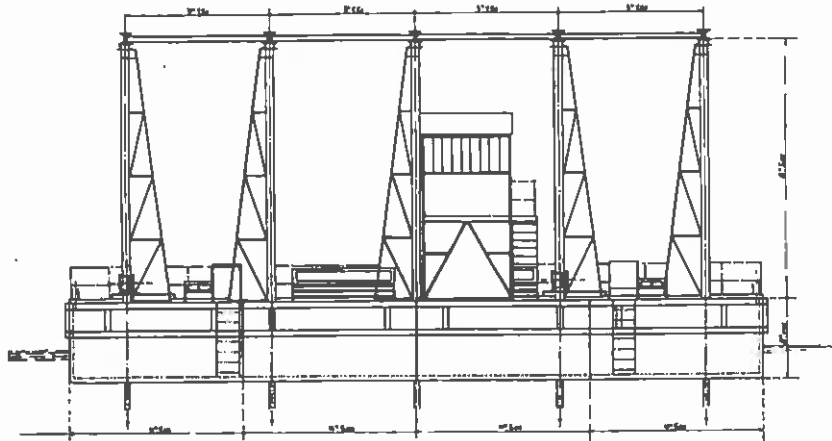
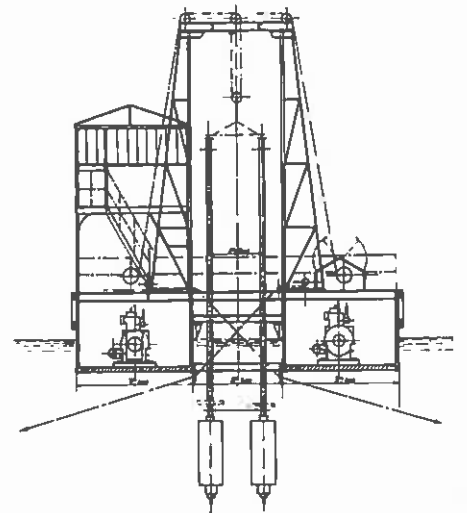


Fig. 6



porte au moins 2 colonnes et au plus 3 afin que le chef de bord puisse conserver pleinement le contrôle du rendement total de l'engin.



Fig. 7

L'air comprimé nécessaire à l'émulsion est produit à bord au moyen de compresseurs rotatifs entraînés directement par moteurs Diesel.

Tous les appareils sont télécommandés depuis une cabine qui domine le pont. De la même cabine on obtient également le déplacement du bateau — avancement, retraite, papillonnage — à l'aide de boutons ou manettes à la portée immédiate du chef de bord, qui a également sous les yeux les appareils de contrôle.

La production horaire d'une colonne de pompage varie suivant la nature des dépôts à extraire, leur composition, leur viscosité, leur densité, et aussi la profondeur à laquelle doit être faite la reprise.

La figure 9 donne, pour 13 échantillons de vase de pro-

venances diverses essayées au viscosimètre « Drage », les courbes de viscosité par rapport aux densités de mixtures, elles-mêmes fonction de leur teneur en eau. La ligne *vv'* tracée à la viscosité 580 centipoises permet d'observer l'étalement des densités pour une même viscosité, tandis que la ligne *dd'* correspondant à la densité 1,35 montre les écarts de viscosité à densité égale entre des mixtures de vases différentes.

Ces comparaisons sont très importantes car, par rapprochement avec des résultats déjà obtenus, elles s'ajoutent aux circonstances locales pour permettre d'apprécier assez correctement les caractéristiques que doivent présenter les engins de dévasement pour donner le résultat recherché.

La production d'un bateau de pompage à 3 colonnes peut être comprise entre 4 500 et 5 000 m<sup>3</sup> en 8 h.

La mixture pompée peut atteindre une teneur très élevée en produits solides.

En se référant à des pompages effectués en grandeur réelle à environ 45 m de profondeur (barrage de l'oued Fodda, 1952) de mixtures très argileuses pesant 1 330 g/l, le dépôt solide constaté dans une éprouvette après 48 h de décantation peut atteindre 99 p. 100 pour certaines vases (O.F.).

La figure 8 donne l'aspect général d'un bateau de pompage à 3 colonnes.

Dans certaines applications les bateaux peuvent être

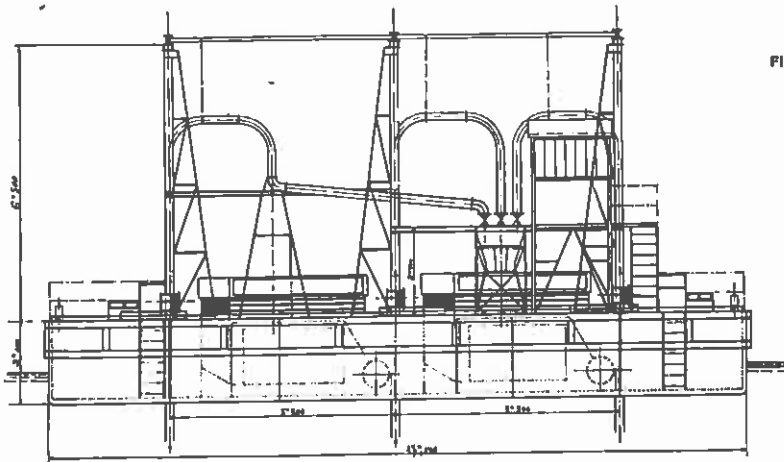
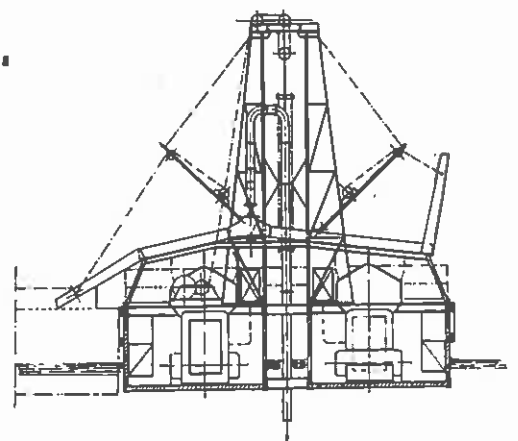


Fig. 8



Stabilité en fonction de la densité de mélanges de vase de différentes provenances

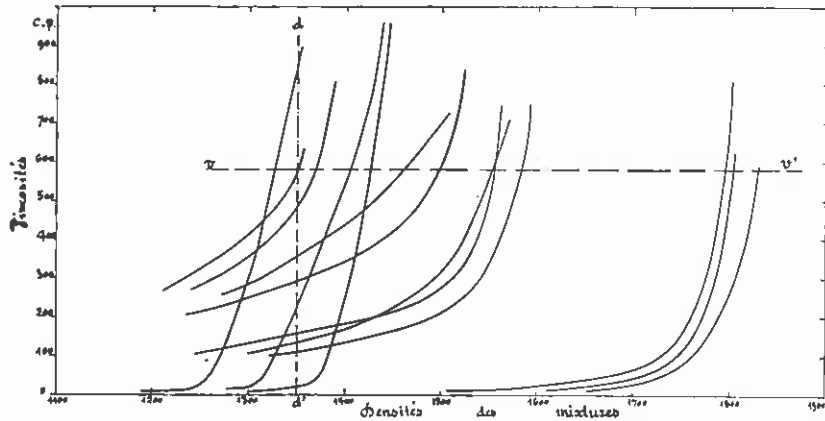


Fig. 8

mixtes et comporter, par exemple, 6 colonnes de désagrégation et 2 colonnes de pompage (fig. 10).

Dans les procédés décrits, la vase pompée est déversée par goulottes dans des chaland automoteurs spéciaux à clapets, facilement maniables, qui la transportent jusqu'à l'évacua-

teur permanent, l'ouverture des clapets à cet endroit assurant l'alimentation continue du pied de l'évacuateur.

Le prix de revient du mètre cube de logement récupéré ou conservé, suivant qu'il s'agit d'un ouvrage ancien dans lequel la vase est plus ou moins consolidée ou d'un entretien permanent assuré dès la mise en service de l'ouvrage, dépend non seulement de cette considération mais de la nature des vases, des conditions locales, de la profondeur de reprise dans la retenue, etc.

Les procédés S.E.G. qui viennent d'être décrits rapidement ont été mis au point par la Société d'Entreprises Générales et de Travaux publics (1) et ont fait l'objet de plusieurs brevets en France et à l'étranger.

Par suite d'accords intervenus entre la Société d'Entreprises Générales et de Travaux publics et la Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée, c'est cette dernière qui assure la construction et la livraison de tout matériel flottant.

(1) Société d'Entreprises Générales et de Travaux Publics, 14, rue Vézelay, Paris-8<sup>e</sup>.

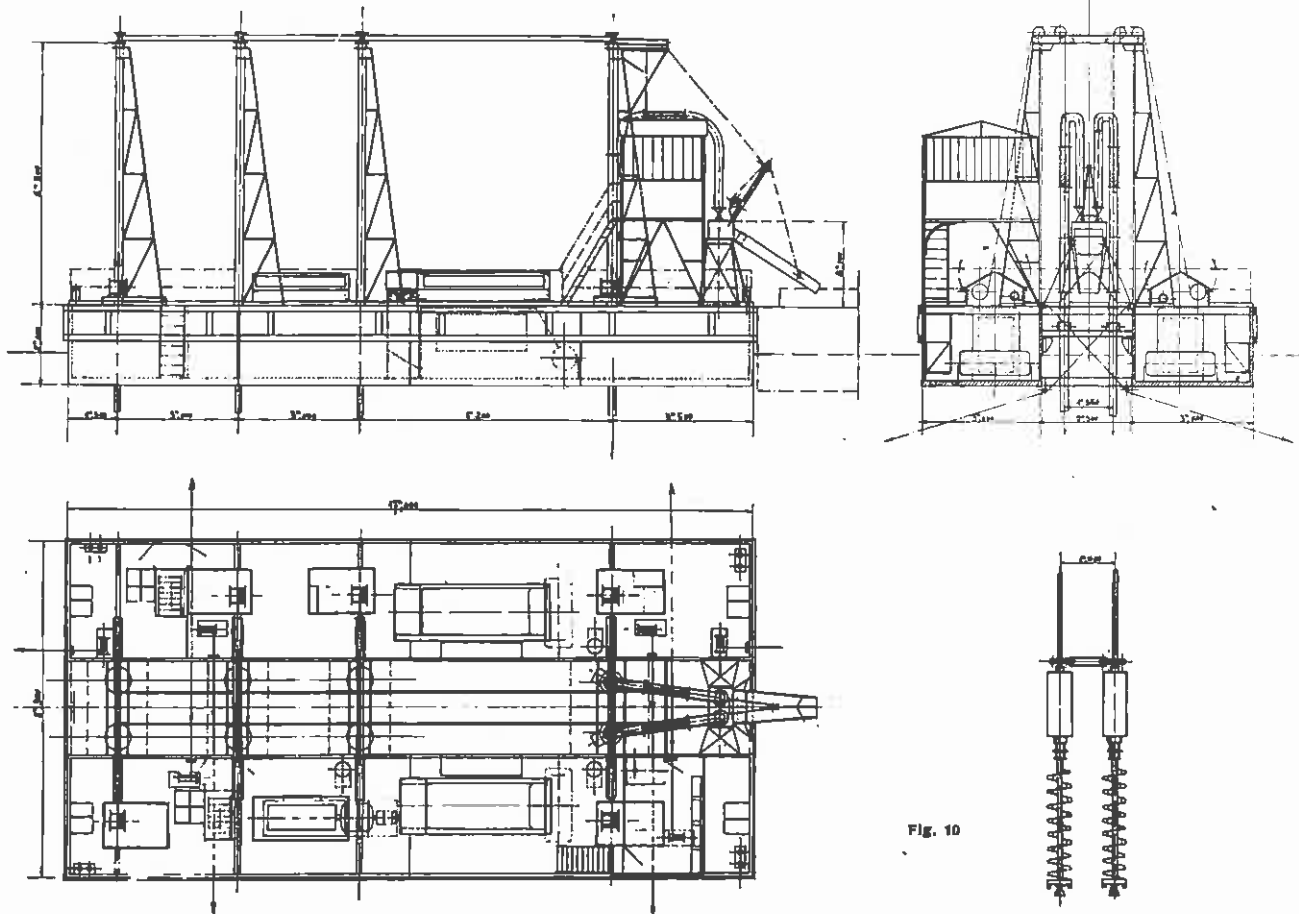


Fig. 10

M. BAFOUR.