

**EVOLUTION DE L'ENTREPRISE
D'OUVRAGE D'ART PENDANT
LES DIX DERNIERES ANNEES**

**Mr. MAHBOUB
(DIRECTEUR DE SEPROB)**

RESUME

Dans le domaine de la construction routière, l'entreprise d'ouvrages d'art occupe une place particulière en raison de la complexité des études nécessaires et des techniques de réalisation .

Cette position est d'autant plus délicate en égard aux difficultés que connaît cette branche d'activité .

L'ouvrage d'art est un "Produit à forte densité technologique" . Sa réalisation nécessite de multiples investigations, des études et des méthodes d'exécution complexes. De plus chaque ouvrage à réaliser est un prototype et sa construction exige un soin particulier compte tenu des contraintes diverses qu'il est appelé à supporter .

I/E VOLUTION DU MARCHE OUVRAGES D'ART AU MAROC

Le marché d'ouvrages d'art au MAROC est caractérisé par une évolution en dents de scie. En effet, après la régression des débuts des années 80, nous avons assisté à une reprise du marché, avec une pointe en 1986 au moment du lancement des travaux de la 2ème tranche de l'autoroute CASA - RABAT. (annexe 1) .

Cette évolution a également connu une pointe autour des années 91/92 avec la réalisation d'un certain nombre de grands ouvrages tel que:

Pont MECHRAA BEN ABBOU sur Oued OUM ER - RBIA Pont sur Oued TENSIFT à MARRAKECH Pont sur Oued EL ABID Pont sur Oued BEHT à DAR BEN AMRI

Néanmoins, le marché ouvrages d'art reste très limité et le nombre de ponts construits par an ne dépasse pas une dizaine, y compris ceux du programme de l'ONCF. Cela représente un chiffre d'affaires de l'ordre de 40 à 50 millions de dirhams par an . Soit l'équivalent du C.A. d'une entreprise moyenne, et en tout cas à peine suffisant pour intéresser régulièrement quelques 3 ou 4 entreprises de travaux publics spécialisées qui se partageraient 80% du marché. De ce fait, les entreprises qui réalisent les O.A au MAROC se tournent vers d'autres secteurs d'activité nécessitant la maîtrise d'une certaine technologie tels que: les barrages, les ports, les réservoirs etc. . .

II/ EVOLUTION DE LA STRUCTURE DE L'ENTREPRISE D' O.A ET SA CAPACITE DE S'ADAPTER AUX NOUVELLES TECHNIQUES .

En plus du faible nombre d'ouvrages d'art construits chaque année nous constatons d'une manière générale que les ponts réalisés à aujourd'hui se caractérisent par leur faible longueur. Le plus important et de loin est celui d'AZZEMOUR sur Oued OUM ER - RBIA sur la RP 8 qui fait 365 m.

Cette caractéristique peut être expliquée essentiellement par le fait que:

Le nombre de franchissement d'oued important est assez limité.

- Au niveau de la conception et pour des raisons d'économie, la longueur des ponts est souvent réduite au profit des accès en remblais .

- Le franchissement de la plupart des cours d'eau à régime torrentiel se fait par des radiers submersibles au semi - submersibles .

On constate alors que, le nombre des entreprises qui réalisent régulièrement des ouvrages d'art est de l'ordre de quatre.

Ce nombre n'a pratiquement pas varié durant cette dernière décennie à l'exception de quelques nouvelles entreprises créées récemment et qui s'intéressent occasionnellement à certains type d'ouvrages. (Car en définitive ce secteur d'activité reste relativement concurrentiel, compte tenu du chiffre d'affaires qui lui est réservé .

Cependant, malgré la faiblesse du marché ouvrages d'art, la complexité technique du produit à réaliser impose à l'entreprise d'avoir et de maintenir un niveau d'encadrement satisfaisant pour une bonne maîtrise des projets .

Pour rester compétitives et garder leurs parts du marché, les entreprises ont dû également chercher à améliorer leur productivité en adoptant des techniques plus performantes .

C'est ainsi que nous avons assisté à l'introduction de nouvelles techniques de construction d'ouvrage d'art.

III/ NOUVELLES METHODES DE CONSTRUCTIONS D'OUVRAGES

Le secteur ouvrages d'art connaît de part le monde une évolution rapide des techniques de réalisation et des innovations que se soit dans la conception ou dans les méthodes de construction .

Pour ne pas rester trop éloignée de l'évolution qui s'opère ailleurs, l'entreprise marocaine se doit de relever, autant que possible, le défi d'adapter et de moderniser ses moyens de production.

Le matériel nécessaire, notamment pour les fondations profondes et l'exécution des tabliers est un équipement spécifique qui représente des investissements assez lourds. Son amortissement dépend du nombre de réemploi pour les coffrages et d'une utilisation rationnelle du matériel. Or, l'étroitesse du marché et l'absence de toute mesure incitative de la part des maîtres d'ouvrages ne favorisent pas l'investissement d'une manière générale et donc l'introduction de nouvelles méthodes de réalisation .

Toutefois, cette dernière décennie a vu la réalisation de deux ouvrages d'art par des techniques "nouvelles" au MAROC, à savoir le pont poussé et l'encorbellement successif.

1/- TECHNIQUE DE POUSSAGE

a) Généralité

La méthode de poussage consiste à réaliser le tablier par éléments sur l'une ou sur les deux rives de l'ouvrage, avant de le mettre en place par glissement le long d'une trajectoire qui se superpose à elle - même .

La construction du tablier s'effectue donc à poste fixe sur une aire facilement accessible puisqu'il s'agit d'un accès à l'ouvrage .

Suivant l'importance de la brèche à franchir, on peut envisager de réaliser le poussage:

- * Soit des deux côtés
- * Soit d'un seul côté

b) Principe de construction du tablier

Le tablier est bétonné par éléments successifs sur une aire située en arrière de l'une des culées de l'ouvrage .

Chaque élément est coulé au contact du précédent, la liaison étant assurée par les câbles de précontrainte qui traversent le joint de reprise.

c) Types de ponts poussés

On distingue trois types fondamentaux de ponts poussés:

- Ponts poussés des deux côtés à trois travées dites encore $L - 2L - L$;
- ponts poussés d'un seul côté à travées multiples .
- Ponts poussés des deux côtés à travées multiples.

Au premier type d'ouvrages correspond une aire de préfabrication de conception particulière, tandis que pour les deux autres les problèmes de réalisation au niveau de l'aire de préfabrication se posent en termes identiques

Nous ne traiterons ici que du cas des ponts poussés des deux côtés réalisés au MAROC.

d) Cas particulier des ponts poussés des deux côtés $L - 2L - L$

d-1 Fabrication du tablier (Annexe 2 à 3)

Chaque demi - tablier est construit par encorbellement successif à partir d'un appui provisoire situé approximativement à une distance L en arrière de la culée. Il n'est mis en place par poussage que lorsqu'il est entièrement achevé, de ce fait il impose sa longueur à l'aire de préfabrication .

d-2 Disposition de poussage, de glissement et de guidage

- Dispositif de traction

Les efforts nécessaires au déplacement de l'ouvrage dépendent essentiellement du type et des caractéristiques de l'ouvrage ainsi que des frottements introduits par le dispositif de glissement .

Le matériel utilisé est souvent choisi parmi le matériel de précontrainte utilisé à la fabrication de l'ouvrage .

Le système de traction ainsi envisagé se compose donc de vérins de mise en tension à poste fixe qui sont disposés sur le front de la culée ou à poste mobile installés à l'arrière du tablier par l'intermédiaire d'une poutre métallique. L'effort de poussage est en fait obtenu par traction sur un câble de précontrainte .

- Dispositif de glissement (annexe 4)

On utilise une plaque de glissement (chassis de poussage) dont la forme permet ainsi l'entrée et le dégagement automatique des appuis glissants (patins de glissement) .

Les parties de glissement entraînées par la translation du tablier sont libérées à l'avant, puis reportées à nouveau à l'arrière sans qu'il soit besoin de soulever l'ouvrage .

Le poussage est pratiquement réalisé de façon continue. La translation du tablier est seulement interrompue par le temps de retour des vérins de traction en fin de course et de verinage pour la mise en place et l'enlèvement des chassis de poussage et le rattrapage de la flèche .

- Dispositif de guidage latéral (Annexe 4)

Des dispositifs de guidage latéral sont prévus sur appuis pour assurer une implantation parfaite de l'ouvrage lors de chaque poussage;

Le guidage latéral du tablier pendant son déplacement est assuré au moyen de vérins hydrauliques ou d'une charpente disposé en têtes des piles culées et appuis provisoires de façon à contrôler et corriger éventuellement les mouvements en plan du tablier .

- Clavage

Chaque fléau est poussé l'un après l'autre sur les culées et les piles jusqu'à sa position définitive. Après le poussage, la liaison entre les deux moitiés du tablier et donc la continuité de l'ouvrage est réalisée par bétonnage en place d'un voussoir de clavage de 1 M de longueur au milieu de la travée centrale .

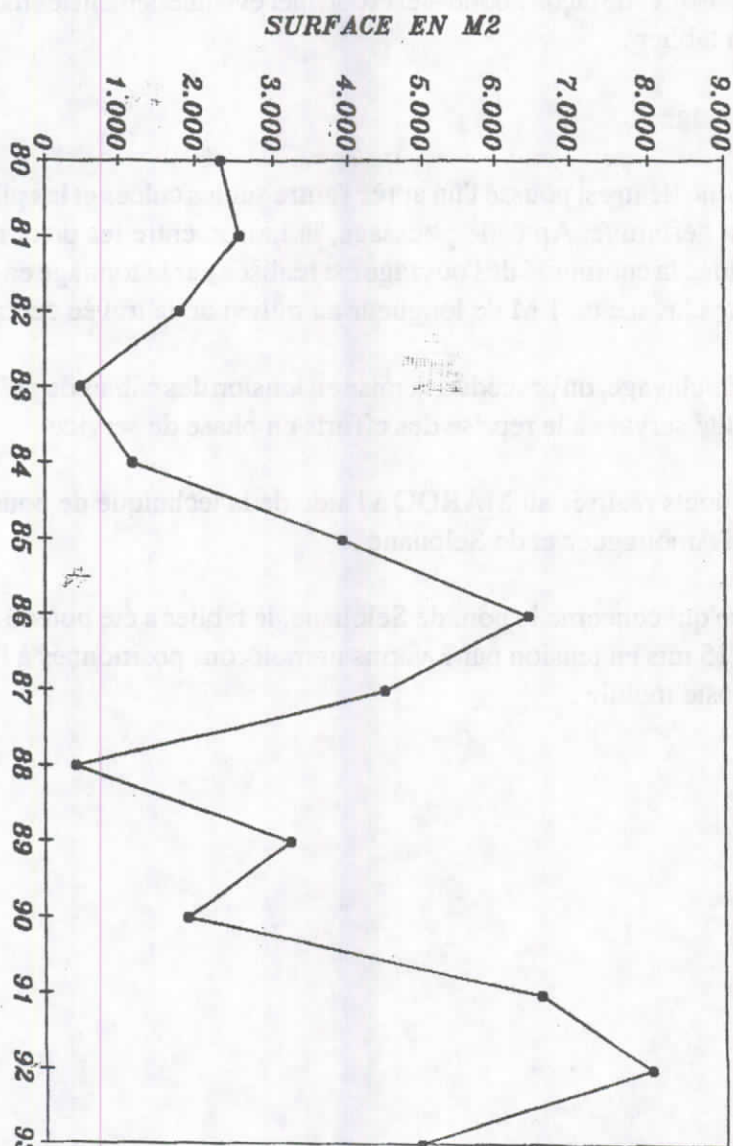
Après clavage, on procède à la mise en tension des câbles de précontrainte de continuité servant à la reprise des efforts en phase de service .

Les ponts réalisés au MAROC à l'aide de la technique de poussage sont les ponts d'Amougguez et de Selouane .

En ce qui concerne le pont de Selouane, le tablier a été poussé à l'aide de 2 câbles T15 mis en tension par 2 vérins nomotorons positionnés à l'arrière du tablier à poste mobile .

EVALUATION DU MARCHÉ DES
OUVRAGES D'ART

234

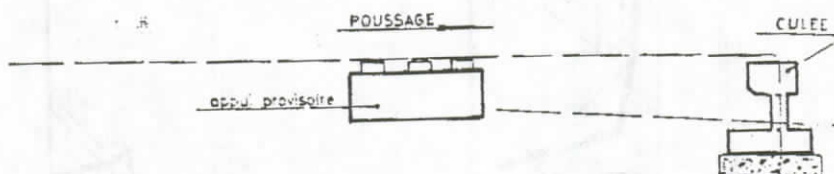


EXE 2

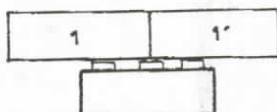
PHASES DE CONSTRUCTION

PONT SUR OUED SELOUANE

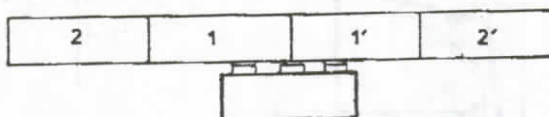
PHASE -0-



PHASE -1-



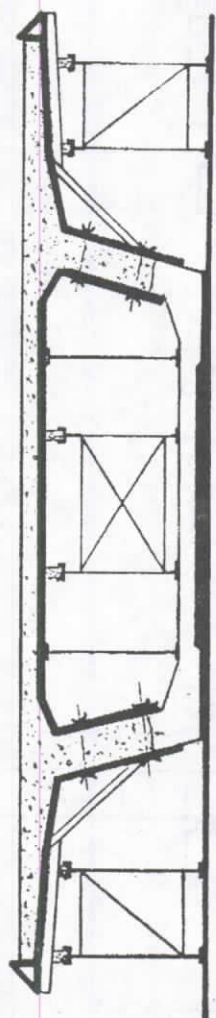
PHASE -2-



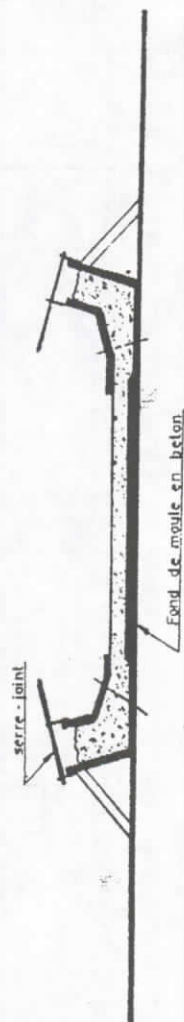
PHASE -3-



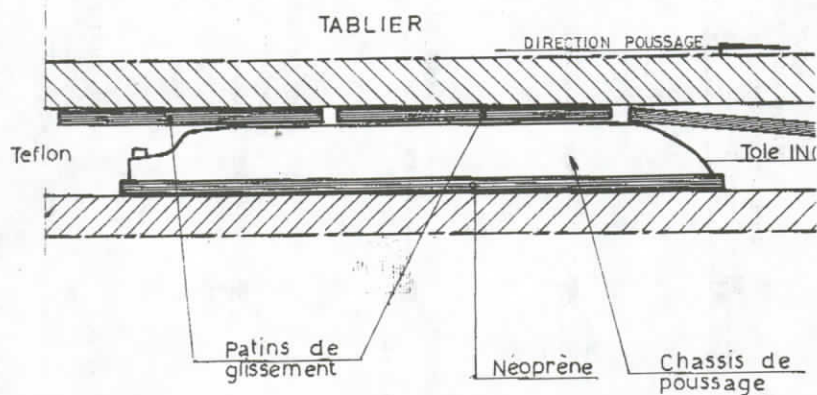
— 2^{ème} Phase de bétonnage (bords supérieur) —



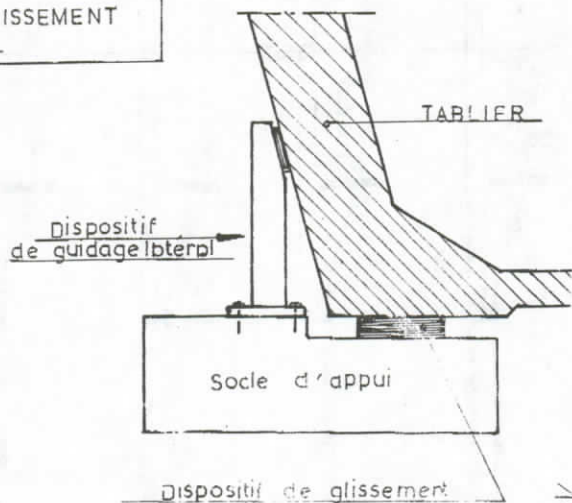
— 1^{ère} Phase de bétonnage (bords inférieur) —



DISPOSITIF DE GLISSEMENT



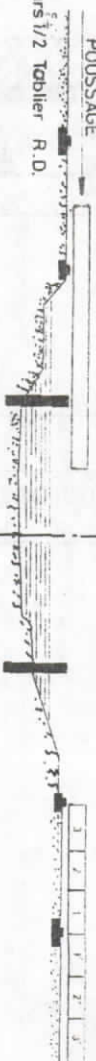
DISPOSITIF DE GLISSEMENT LATERAL



PHASE 1

POUSSAGE

-Poussage en cours 1/2 Tablier R.D.

PHASE 2

-Fin de poussage 1/2 Tablier R.D.

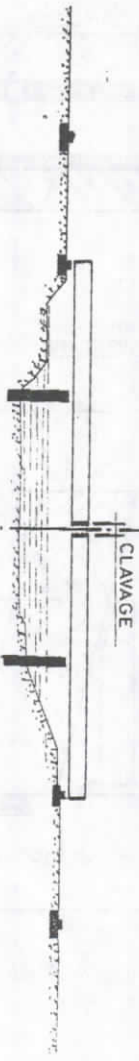
-Debut de poussage 1/2 Tablier R.G.

PHASE 3

-Fin de poussage 1/2 Tablier R.G.

PHASE 4

-Clavage

PHASE 5

- Mise en tension des cables de continuité
- Mise en place des superstructures
- Mise sur appuis définitifs
- Remblais des accès

PONTS EN ENCORBELLEMENT CONSTRUITS A L'AIDE D'UN EQUIPAGE MOBILE

Nous nous limitons au seul cas du Pont Mechra Ben Abbou sur Oued Oum Rbia construit par encorbellement à partir des piles en coulant en place des voussoirs .

a) Caractéristiques Principales de l'Ouvrage

- Dimensions

Longueur totale 141.,20 m Largeur du tablier 11,10 m Trois (3) travées de 39m - 62m -39m. Deux(2) piles et deux (2) culées

- Fondation

Les fondations ont été réalisées sur des pieux diamètre 1.000

- Appuis

- * Pile: Fût plein en BA sur semelle circulaire
- * Culée: Garde grève, Sommier, Semelle rectangulaire,
Murs en retour avec décrochement .

- Tablier

Poutre caisson à inertie variable en béton précontraint construit par la technique des encorbellements successifs au moyen d'une paire d'équipage mobile .

b) Phasage des Travaux

I - Mise hors d'eau

La mise hors d'eau nécessaire à l'exécution des fondations profondes a été assurée par la construction d'une digue en remblais et par des caissons en BA au droit des semelles des appuis .

2- Forage et Bétonnage des pieu

3 - Appuis en Béton Armé

sont réalisés au moyen d'un coffrage grim pant par levées de 2m.

4 - Construction du Tablier

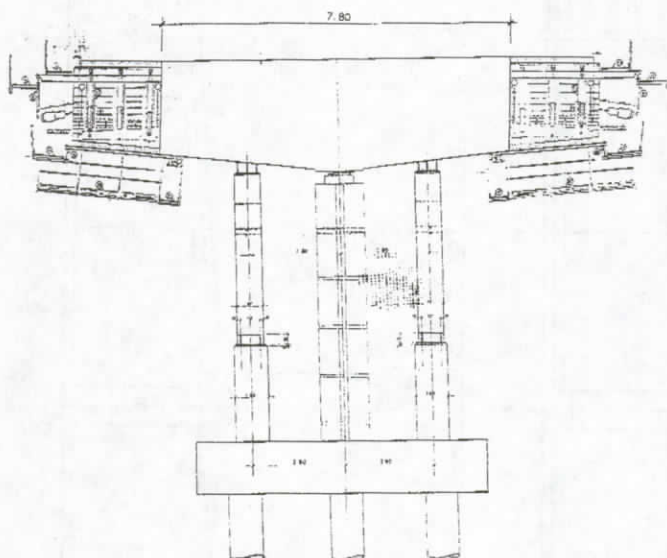
Le tablier étant construit symétriquement à partir de la pile et de la manière suivante:

- Le voussoir sur pile (VSP) est construit sur échafaudages sur une longueur de 7780 m (Fig I) .
- Montage de la paire d'équipage mobile de part et d'autre du VSP
- Construction des fléaux de 30m de longueur et de hauteur variable par encorbellement successifs, en voussoirs de 2,90 m de longueur coulés en place à l'aide d'équipage mobile .
- Démontage de la paire d'équipage mobile (même opération pour le 2ème pile) Après coulage de chaque voussoir, il est procédé à la mise en tension des câbles
- Les voussoirs sur culées sont construits sur échafaudage sur une longueur de 9 m.
- Voussoir de clavage est coffré et coulé en place

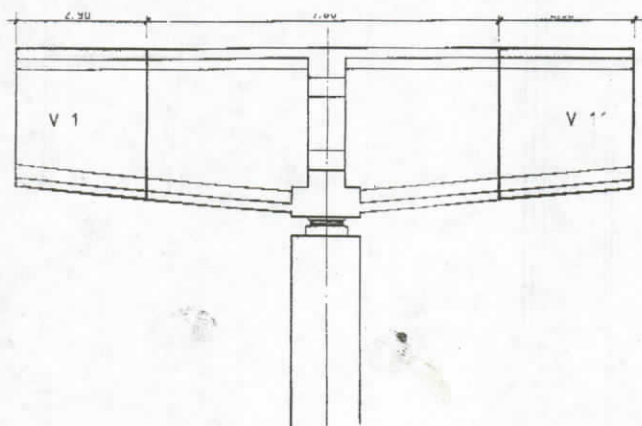
La réalisation par encorbellement nécessite un suivi topographique permanent afin de faire les corrections nécessaires des flèches et contre flèches de telle façon que les deux fléaux respectent les côtés du projet .

PHASES DE CONSTRUCTION DU TABLIER

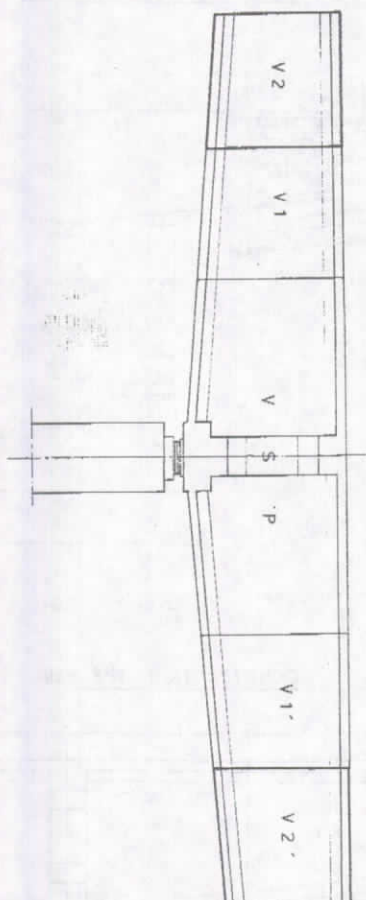
ETAPE 1 : CONSTRUCTION DU VSP



ETAPE 2 : CONSTRUCTION 1^{ere} paire Voussoir Courant.

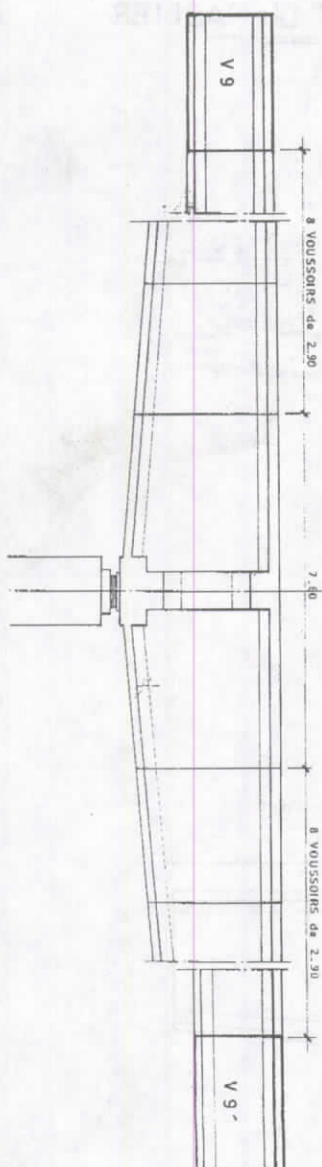


ETAPE 3 : CONSTRUCTION 2^{ème} paire Voussoir Courant.



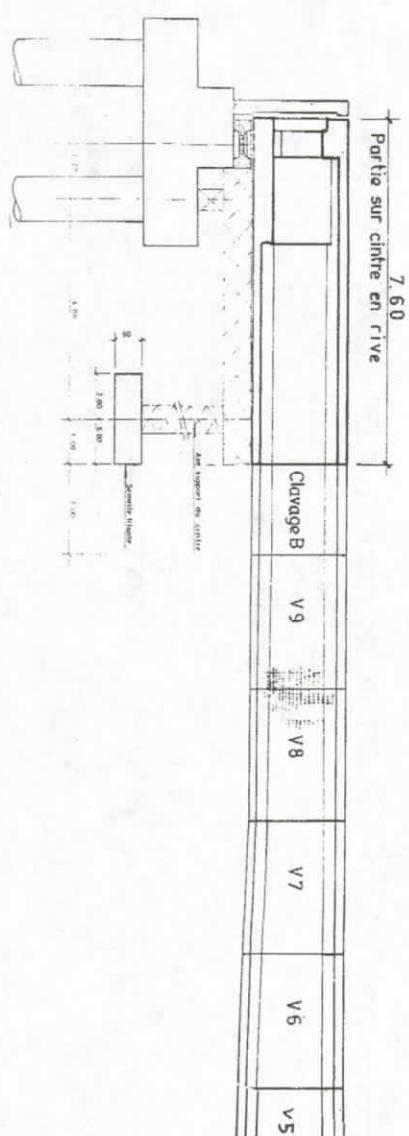
ETAPE 10 :-

CONSTRUCTION 9^{ème} paire Voussoir Courant



ETAPE 11 : Démontage équipement mobile et échafaudage pour partie à couler sur cintre

ETAPE 12 : Construction partie sur cintre en rive



111

ETAPE 13 : CLAVAGE DE RIVE
 Dernière Etape : Construction Voutoir de clavage Clé

