

Supplément aux

ANNALES DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

VINGT-TROISIÈME ANNÉE ■ JUILLET-AOUT 1970 ■ N° 271-272

Série : TRAVAUX PUBLICS (135)



VIADUCS DE ROQUEBRUNE

à la
FRONTIÈRE ITALIENNE
(Autoroute A 53)

PROBLÈMES D'EXÉCUTION

par **Yves CAINE**,
Ingénieur Civil des Ponts et Chaussées.
CITRA-FRANCE

INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

RÉSUMÉ

L'exécution des viaducs de grande hauteur sur l'Auto-route A 53, première autoroute française de montagne, a posé de nombreux problèmes dans un site particulièrement tourmenté.

L'auteur passe en revue les différentes méthodes adoptées :

- fondations sur puits;
- piles en coffrage glissants;
- tablier précontraint coulé en place sur cintre autolanceur.

Les délais particulièrement réduits du programme ont nécessité une étude minutieuse de toutes les tâches élémentaires, afin d'atteindre la cadence d'avancement record de 1 travée de 50 mètres linéaires coulée en place tous les 7 jours calendaires.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Ausführung der sehr hohen Autobahn - Hochbrücken auf der A 53, der ersten französischen Gebirgsautobahn, warf in diesem ganz besonders durchschnittenen Gelände zahlreiche Probleme auf.

Der Verfasser beschreibt nacheinander die verschiedenen dabei angewandten Verfahren:

- Brunnengründung;
- Pfeilergründung mit Gleitschalung;
- am Ort vergossene vorgespannte Fahrbahntafel auf Lehrgerüst mit automatischen Vorschub-Freivorbau.

Die besonders kurz bemessenen Ausführungsfristen des Programms erforderten ein sehr eingehendes Studium sämtlicher Elementararbeiten, um zu dem Rekordtakt von einem, am Ort vergossenen Feld zu 50 Laufmeter, je Woche, zu gelangen.

SUMMARY

The execution of viaducts of great height on Freeway A 53, the first French mountain freeway, presented numerous problems in a particularly irregular site.

The author reviews the various methods adopted:

- well foundations;
- pier construction by sliding forms;
- in situ prestress deck cast on launching gantry.

The particularly tight time limits of the programme required a minute study of all the elementary tasks, in order to respect the record progress rate of 1 50 linear meter span poured on the spot every 7 calendar days.

RESUMEN

La ejecución de los viaductos de gran altura de la autopista A 53, primera autopista francesa de montaña, ha planteado numerosos problemas en un emplazamiento particularmente escabroso.

El autor examina sucesivamente los distintos métodos adoptados:

- fundaciones sobre pozos,
- pilas en encofrado deslizante,
- tablero pretensado hormigonado in situ sobre cimbra de autolanzamiento.

Los plazos particularmente reducidos del programa han requerido un estudio minucioso de todas las tareas elementales, con objeto de alcanzar el ritmo de avance record de un tramo de 50 metros lineales acabado cada 7 días de calendario.

Les thèses et la méthode d'exposition adoptées par les auteurs peuvent parfois heurter certains points de vue habituellement admis. Mais il doit être compris que ces thèses, à l'égard desquelles l'Institut Technique ne saurait prendre parti, ne visent en rien les personnes ni le principe des Institutions.

QUELQUES PROBLÈMES D'EXÉCUTION DE VIADUCS DE GRANDE HAUTEUR SUR L'AUTOROUTE A 53 DE ROQUEBRUNE A LA FRONTIÈRE ITALIENNE

par Yves CAINE

PRÉFACE

Pour la réalisation des 5 km de chaussées des viaducs de l'Autoroute de Roquebrune à la Frontière Italienne, la Direction Départementale de l'Équipement et du Logement, avait lancé, en 1966, un appel d'offres avec concours.

Le projet de l'Administration comportait des viaducs à travées continues, réalisées par encorbellement à partir des piles, suivant la technique employée pour le viaduc d'Oléron, mais il laissait aux soumissionnaires la possibilité de présenter des variantes, respectant les conditions de calcul du projet : En particulier, les viaducs devaient résister à des efforts sismiques horizontaux égaux au 1/10 de leur poids.

Différents types ont été proposés par les Entreprises soumissionnaires. Ils peuvent être groupés dans les catégories suivantes :

- Travées continues, en béton précontraint, avec réalisation des tabliers par encorbellements successifs de voussoirs coulés en place, à partir des piles, ou préfabriqués sur les rives.
- Travées continues de 62 m, de hauteur constante, en béton précontraint. Mise en place de caissons préfabriqués de 62 m de long, par pont roulant circulant sur une poutre de lancement métallique.
- Travées continues de 35 m de longueur moyenne, de hauteur constante, en béton précontraint. Mise en place de poutres préfabriquées par poutre de lancement métallique.
- Travées continues de 32 à 50 m, de hauteur constante, en béton précontraint. Tabliers coulés sur place par l'intermédiaire d'un cintre autolanceur. Efforts horizontaux reportés essentiellement sur les culées.

Cette dernière solution, qui a été retenue comme la moins disante, comportait deux innovations très intéressante :

La première portait sur la conception des ouvrages : l'inertie longitudinale des piles avait été réduite au minimum, afin de les rendre légères et économiques. Elles ont été conçues pour travailler comme des « roseaux » qui suivent en tête les mouvements du tablier. Leur hauteur atteignant 80 m, on faisait ainsi des économies d'acier importantes sur toutes les autres solutions, où l'on a cherché à faire prendre une partie non négligeable des efforts horizontaux par les piles. Les culées, par conséquent, étaient du type « chaise » très stable, avec une ligne d'appui en avant et une en arrière.

La deuxième, portait sur la mise en œuvre des travées, et reposait sur la mise au point du cintre autolanceur. Un cintre de ce type avait été déjà utilisé en Allemagne, mais pour des portées plus faibles et en alignement droit.

Nous voulons, à l'occasion de cette présentation, citer les noms de MM. Courbon, Duhaut et Beghi des « Grands Travaux de Marseille » qui ont conçu les ouvrages et mis au point le procédé.

Pour sa part, mon Service a poussé très loin l'organisation des contrôles systématiques, sur les bétons en particulier : contrôle des ciments en usine, contrôle des agrégats en carrière, contrôle des dosages aux centrales, contrôles à posteriori par prises d'éprouvettes; on en a confectionné 100 par travées, soit 11 000 pour tous les tabliers ! Ceci a contribué à l'obtention de bétons remarquables, dont la résistance à la compression dépassait, après étuvage, 275 bars en 40 h, qui ont rendu possible les décintremens trois jours après la fin des coulages et l'exécution d'ouvrages légers, avec la certitude d'avoir des bétons de qualité suffisante.

Si la conception du projet et des cintres est l'œuvre de GTM-TP, la réalisation du chantier a été une œuvre collective, dans laquelle l'équipe de la CITRA a tenu sa part, remarquablement dirigée par M. Caine, qui présente dans l'article ci-après le déroulement des travaux dont il a été chargé : l'analyse systématique des tâches du chantier telles qu'il les décrit, a permis de faire passer la durée des réalisations de chaque travée de quatre semaines à une semaine.

Jean SALVA,
Directeur Départemental
de l'Équipement et du Logement
des Alpes Maritimes

La réalisation de l'Autoroute A 53, de Roquebrune à la frontière italienne, a posé un certain nombre de problèmes d'exécution : il s'agissait, en effet, de la première autoroute française de montagne. Bien que le coût au kilomètre d'une telle autoroute, supérieur à 20 millions de francs, eût pu suffire à attester des difficultés rencontrées, il nous a paru intéressant de décrire ci-après certains des problèmes que nous avons dû résoudre lors de l'exécution des viaducs. Ces viaducs constituent, en effet, du fait de la topographie mouvementée de la région, une part importante de l'autoroute.

Le groupement G.T.M.T.P.-Boussiron-Citra-Fougerolle-E.G.T.H.-Thorand-Tri-Verio-Screg, piloté par G.T.M.T.P. s'est vu confier la totalité des ouvrages d'art de cette autoroute (5 km environ).

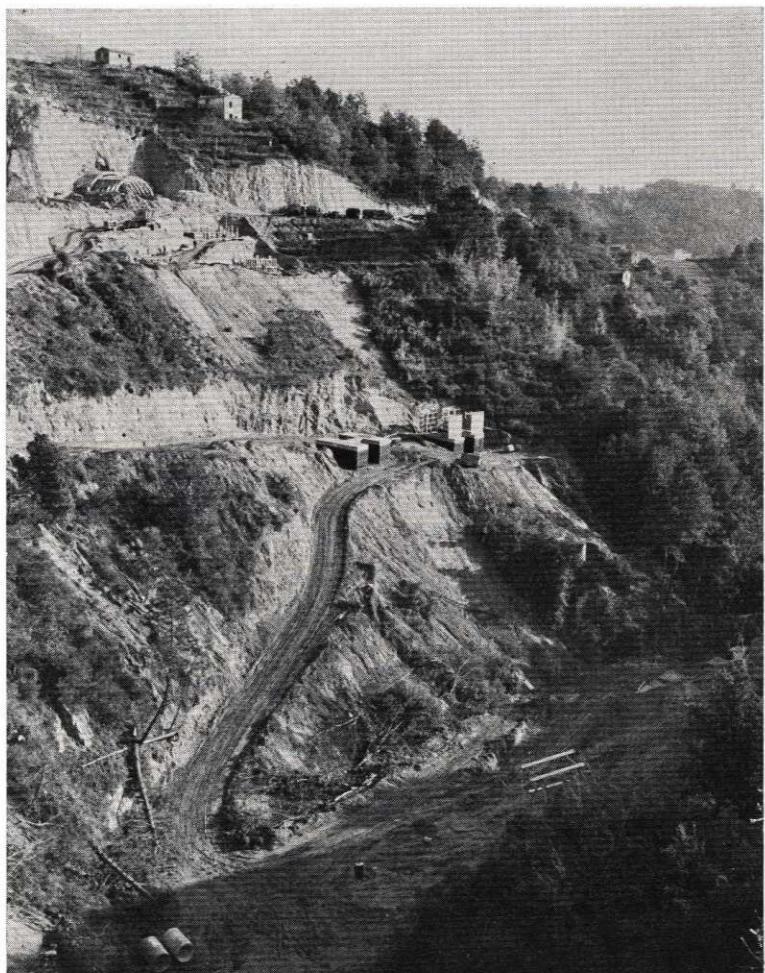
Les études ont été conduites par le bureau d'études G.T.M.T.P. de l'Agence de Marseille.

Nous nous intéresserons donc tout particulièrement, dans ce qui suit, aux problèmes posés par la construction des viaducs du lot Citra-Fougerolle représentant 1 600 m environ de viaducs :

- Viaduc du Baousset. Voie Sud.
- Viaduc du Fossan. Voie Sud.
- Viaduc du Pala. Voie Sud et Voie Nord.
- Viaduc du Pescaire. Voie Sud et Voie Nord.

SOMMAIRE

- I. Fondations.
- II. Exécution des piles : coffrages glissants.
- III. Le cintre autolanceur.
- IV. Cycle de sept jours : travée de 50 m.
- V. Les bétons — Étuvage.
- VI. Montage du cintre sur terre-plein.
- VII. Montage du cintre en bascule.
- VIII. Roulage du cintre entre deux viaducs.
- IX. Exécution d'une travée sur étalement PAL.
- X. Ripage, pivotement et descente sur vérins du cintre, sur estacade tubulaire.
- XI. Sécurité.
- XII. Conclusion.



**Fig.1. — Viaducs du PALA.
Piste d'accès aux piles sur versant raide.**

I. FONDATIONS

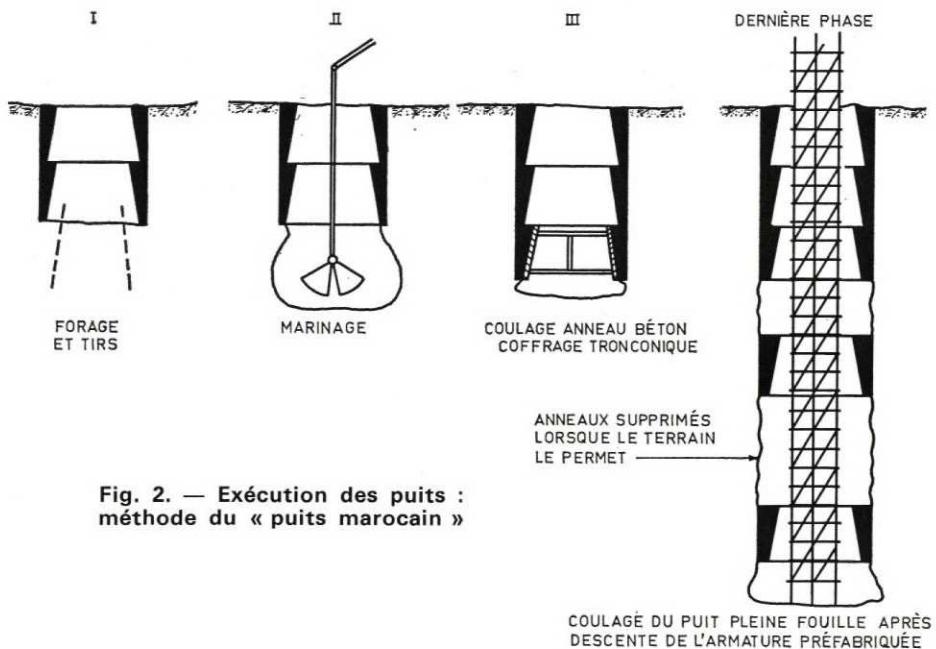


Fig. 2. — Exécution des puits : méthode du « puits marocain »

Tous les appuis des viaducs ont dû être fondés sur des puits en béton armé de 1,80 à 3,00 m de diamètre et de 10 à 20 m de profondeur, afin de ne pas compromettre la stabilité des versants très abrupts : ceux-ci présentaient, généralement, des pentes supérieures à 1/1 qui rendaient l'exécution des pistes d'accès au fond des vallons fort difficile. Ces pistes ne pouvaient, en effet, sortir de l'emprise des viaducs et ne pouvaient entamer profondément les versants sans risquer de rompre leur équilibre. Il fut décidé par l'Administration de remblayer partiellement ces vallons afin de stabiliser définitivement les versants. Les fondations, initialement prévues en majeure partie sur semelles, furent donc transformées en fondations sur puits. 2 000 m de puits supplémentaires ont été exécutés pour environ 1 600 km de viaducs sans changement des délais.



Fig. 3. — Exécution de puits en fond de vallon.



Fig. 4. — Exécution des fondations : éboulements. L'impossibilité de taluter les versants sans compromettre l'appui supérieur d'une part, et l'impossibilité de blinder du fait de la pente du versant d'autre part, ont conduit, dans de nombreux cas, à des éboulements ou, parfois, même à des glissements de terrain importants.

EXÉCUTION DES PILES A L'AIDE DE COFFRAGES GLISSANTS

-trois piles de hauteurs variant 30 m ont été exécutées à l'aide de glissants I. G. A.-FRANCE : deux-trois piles ont été réalisées à l'aide de deux équipements. Il était, en principe, livré au pied par des camions malaxeurs. Ne pas arrêter le bétonnage des temps pluvieux, le béton devait être transporté jusqu'au pieds à l'aide d'un traxcavator.

ation d'ascenseurs pour le personnel ainsi que pour le levage des charges devait permettre d'améliorer les cadences d'avancement, ainsi l'utilisation de retardateur, même par les fortes chaleurs les cadences obtenues en travail de deux postes de 12 heures ont été, en effet, les suivantes :

ce moyenne : 7 à 9 m/jour la saison.

ce maximale : 10,50 m/jour.

Travail à postes :

Jour 1 à jour j : glissement du fût de la pile.

Travail de jour :

Jour j + 1 : Modification des coffrages glissants pour exécution du chevêtre béton armé pour piles.

Jour j + 2 : Coffrage du chevêtre.

Jour j + 3 : Ferrailage du chevêtre : pose des tirefonds pour les palées du cintre.

Jour j + 4 : Bétonnage.

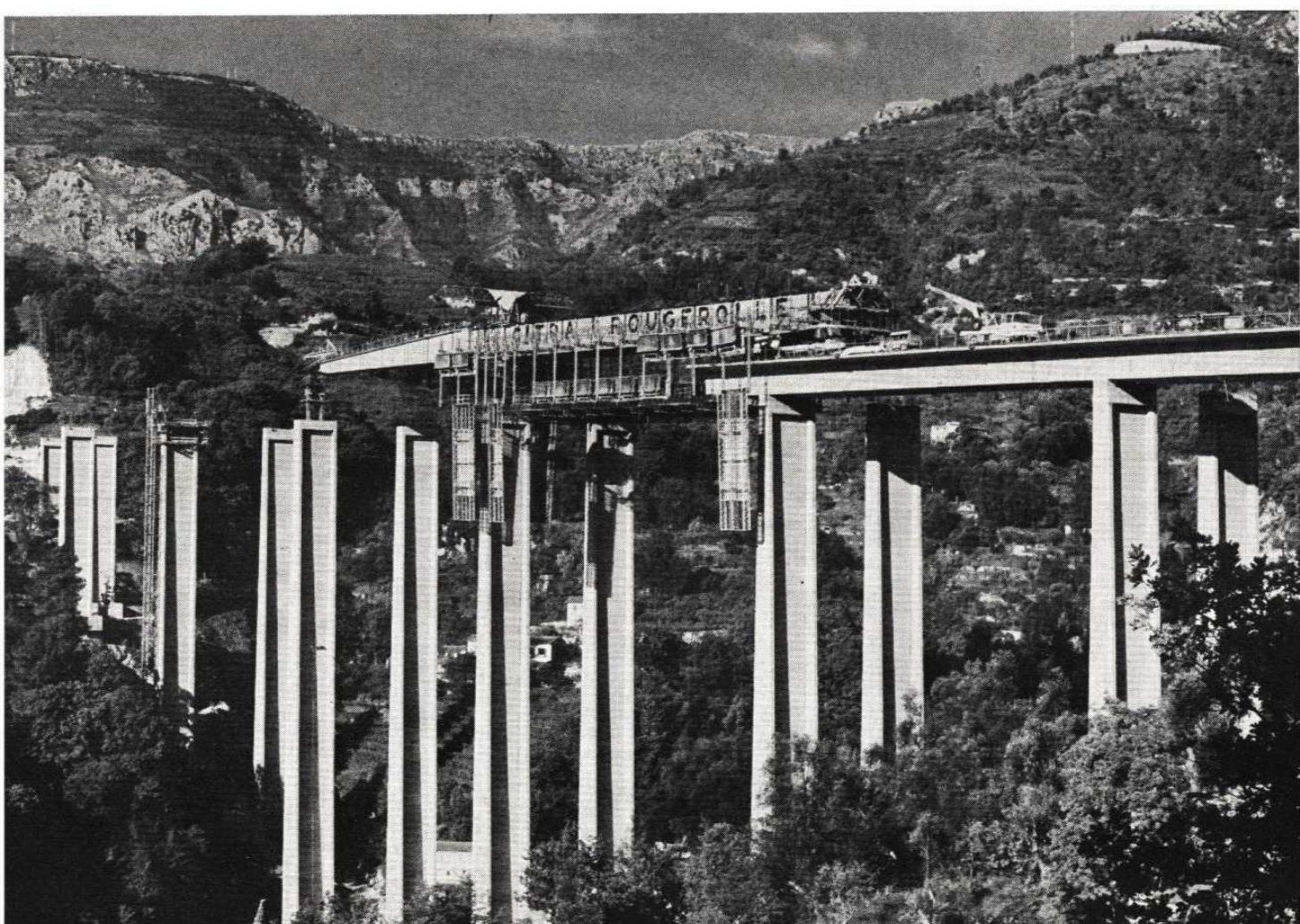
Jour j + 5 : Enlèvement des passerelles du coffrage glissant. Pose du mât pour démontage du coffrage glissant.

Jour j + 6 : Décoffrage du chevêtre. Enlèvement des tiges du coffrage glissant. Descente du coffrage glissant.

Jour j + 7 : Démontage de l'ascenseur.

Fig. 5. — Compte tenu de la nécessité d'avoir un travail continu des équipes des piles, des conditions topographiques, de l'exécution des puits, des remblaiements de vallons, les piles ne pouvaient pas être exécutées dans l'ordre de progression des tabliers. L'exécution des piles se trouva donc critique, au même titre que celle des tabliers de ponts. C'est ce que l'on peut voir sur la figure 5 où le cintre est à deux travées d'une pile en cours d'exécution (soit à deux semaines seulement de celle-ci).

Il était naturellement tenu compte de l'âge du béton pour estimer son module d'élasticité en vue d'évaluer le déplacement maximal admissible des têtes des piles lors de la mise en tension des haubans et lors de l'accostage et du roulage du cintre.





▲ Fig. 6. — Noter les ascenseurs posés sur des charpentes provisoires en raison d'une topographie difficile.

Fig. 7. — Démontage du premier équipage de coffrages glissants à l'aide d'une potence, avant démontage de l'ascenseur.

Pendant ce temps, les équipes de glissement travaillent sur le deuxième équipage.

III. LE CINTRE AUTOLANCEUR

La construction des ponts en béton précontraint au moyen de cintres autolanceurs est une technique récente qui vient de faire ses preuves à l'étranger (notamment en Suède et en Allemagne) et en France pour l'exécution des viaducs de l'autoroute A 53 de Roquebrune à la frontière italienne. C'est pour la réalisation de près de 2 km de viaducs sur cette autoroute que le Groupement Citra-Fougerolle a acquis un cintre autolanceur auprès de la Société GTM-TP. Ce cintre autolanceur a fait l'objet de modifications, mises au point et mécanisation très poussée à l'occasion de l'exécution de ses premiers viaducs (les viaducs du Baousset — 32 — 40 — 32 — et Fossan — 40 — 50 — 40 —) qui ont permis ensuite la réalisation des viaducs du Pala (deux fois 200 m) et du Pescaire (deux fois 500 m) dans des conditions très satisfaisantes.

DESCRIPTION DE L'OUTIL

Le cintre autolanceur n'est autre qu'un outil permettant la réalisation d'ouvrages précontraints de 50 m de portée coulés en place. Il est constitué par une poutre caisson métallique porteuse qui peut se déplacer de pile en pile avec un platelage de travail permettant l'exécution d'une travée toute entière. La poutre porteuse, d'une longueur totale de 106 m,

comprend un avant-bec orientable afin de permettre au cintre de s'inscrire dans les tracés courbes des viaducs. Le platelage de travail est constitué de planchers suspendus à la poutre par l'intermédiaire de suspentes réglables permettant d'obtenir un dévers variable.

Cette poutre prend appui à l'arrière sur un portique roulant sur la travée précédente et, à l'avant, sur deux palees métalliques démontables, provisoirement haubannées sur les têtes des deux piles correspondantes.

Le portique roulant est équipé d'un « vérin ravanceur » hydraulique permettant l'avancement par cycle automatique de 1,20 m. Pour le passage des piles, les planchers constituant le platelage sont rabattus puis relevés. Avant le lancement, les palees métalliques provisoires sont boulonnées de façon à ce que les mouvements en tête des piles ne dépassent pas l'amplitude autorisée par les calculs. Le cintre comporte un nombre important d'équipements mécaniques et hydrauliques permettant les manutentions diverses, le coffrage, le ferrailage, le bétonnage, les réglages; le cintre est également équipé d'un ensemble de coffrages métalliques de 100 t.

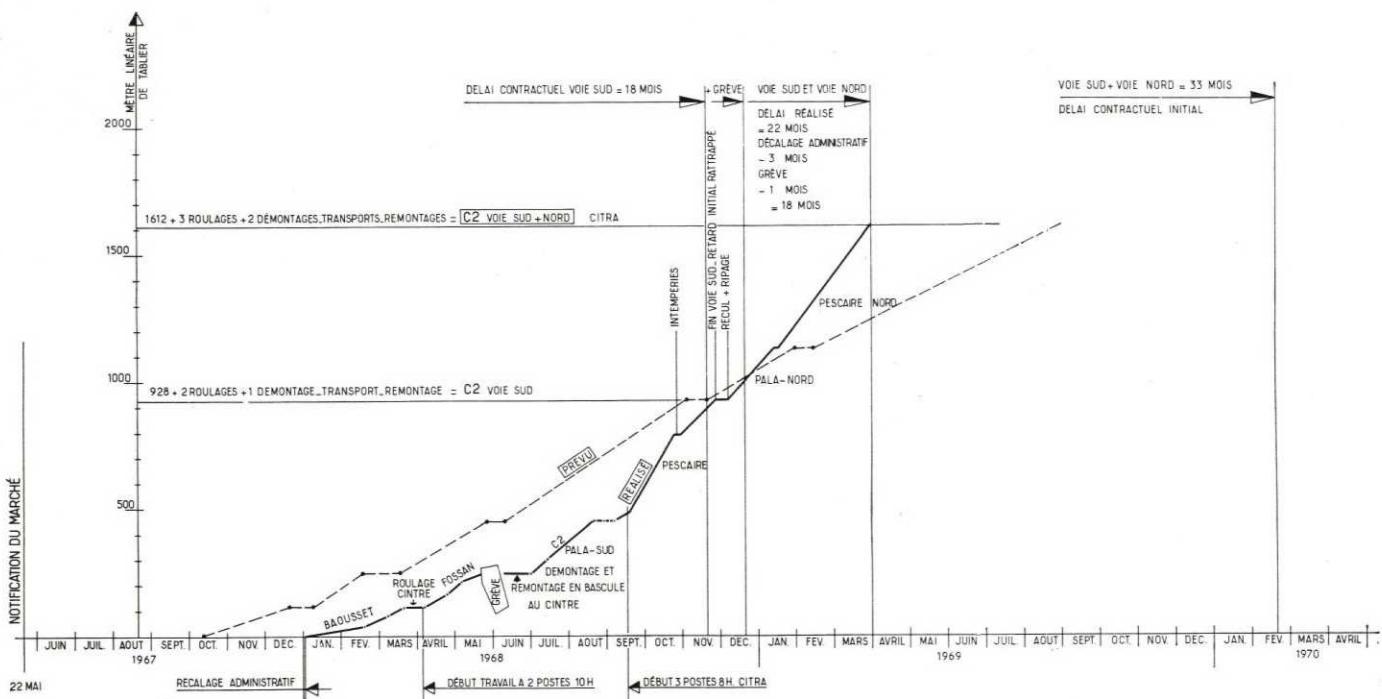
Le cintre est démontable en éléments de 6 m permettant son transport aisément d'un site à un autre.

POSSIBILITÉS DU CINTRE

1. Type de pont : le cintre autolanceur C2 est conçu pour l'exécution de ponts à travées multiples continues dont les portées sont comprises entre 32 et 50 m; il permet la réalisation d'une travée en courbe de rayon $R \geq 500$ m avec un dévers transversal et un dévers longitudinal variable. Dans le cas d'ouvrages dépassant 11 m de largeur, une partie de la dalle supérieure doit être coulée en deuxième phase, soit de part et d'autre du caisson s'il n'y a qu'une seule voie de viaducs, soit d'un seul côté et entre deux ponts s'il y a deux voies de viaducs (cas des autoroutes).

2. Cadences : grâce à une mécanisation très poussée, ce cintre a permis d'atteindre des cadences d'exécution en avancement linéaire encore jamais atteintes par d'autres procédés. Sur les viaducs du Pala et du Pescaire, en travail continu et en étuvant le béton du tablier, le cintre a permis d'arriver à la cadence d'une travée de 50 m tous les sept jours calendaires.

Fig. 8. — Programme réalisé : diagramme d'avancement.



IV. CYCLE DE 7 JOURS : TRAVÉE DE 50 M

La première travée a été exécutée en un mois et demi. Les suivantes l'ont été en 15 jours environ. Ce n'est qu'après de nombreuses modifications du cintre, une mécanisation poussée, des mises au point difficiles sur chantier et une étude systématique des tâches élémentaires (intervention SEMA) que l'on est parvenu au cycle de 7 jours calendaires en travail continu (3 postes de 8 heures), avec rotation des équipes pendant les deux postes d'étuvage le septième jour.

Nous décrivons ci-dessous le détail de ce cycle en images.

JOUR 1

- Décintrement, déblocage des suspentes extérieures.
- Mise en tension phase II.
- Retrait des coffrages extérieurs et intérieurs.
- Accrochage des coffrages extérieurs.
- Ragrèages.
- Bétonnage de la voie.
- Relevage des suspentes intérieures.
- Pose de la voie.
- Pose et dépose du treuil de retenue.
- Rabattage des planchers.
- Lancement.
- Pose de la palée sur pile et haubans.
- Préfabrication des plaques d'about.
- Prémontage au pied de la pile de la palée.
- Ouverture des pignons.
- Décoffrage des panneaux :
aux abouts,
à la reprise de la travée précédente.
- Mise en tension première phase.

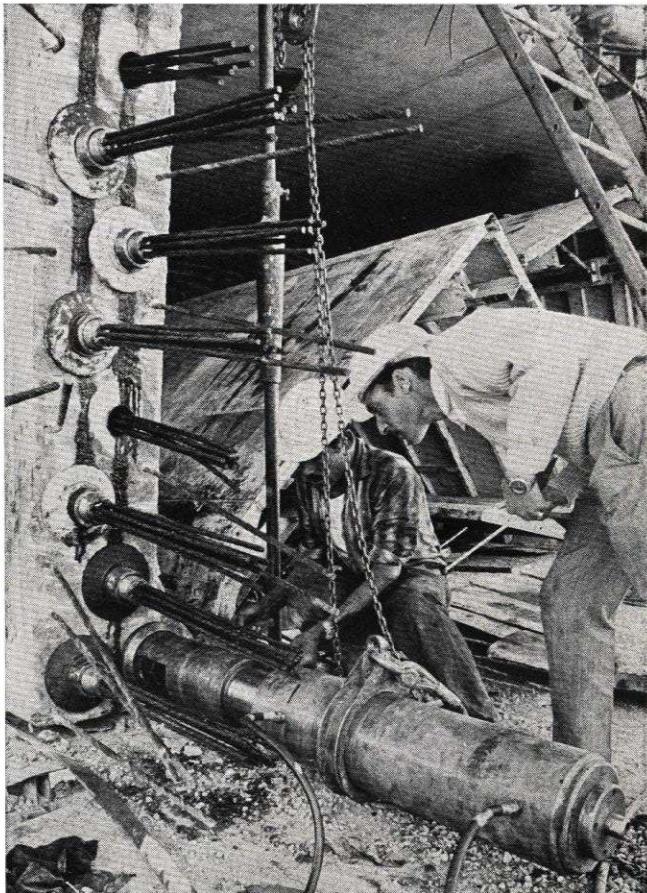


Fig. 9.

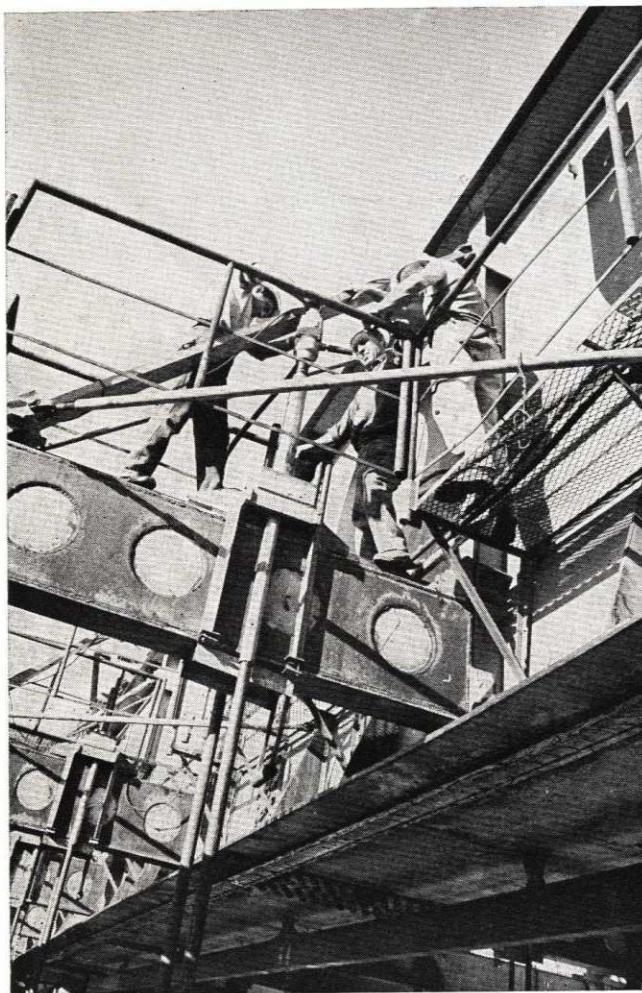


Fig. 10.

- Décintrement.
- Passes de demi tour simultanément Nord et Sud.

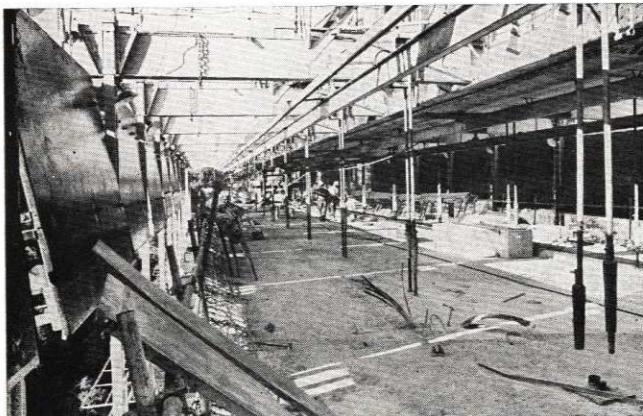


Fig. 11.

- Dépose des bâches et garde-corps.
- Pose du garde-corps provisoire.

- Décoffrage des panneaux extérieurs.
- Stockage des panneaux sur les membrures.
- Suspentes intérieures dévissées du pied en cours de remontage avec les cônes de réservation.

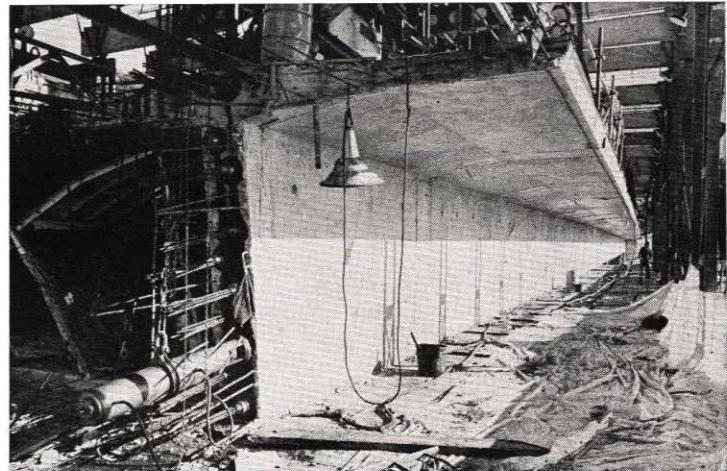


Fig. 12.

- Deuxième phase mise en tension.
- Ragrèages extérieurs.
- Récupération des joints entre planchers.
- Reprise de l'arête inférieure après récupération des profilés.

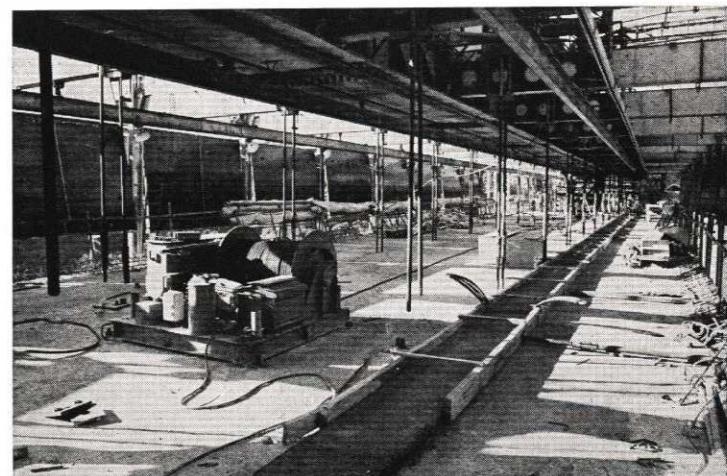


Fig. 13.

- Mise en place du treuil de retenue.
- Coffrage et bétonnage du calage des rails.
- Pose du vérin pousseur.
- Lavage et injection des câbles.
- Mise en place des rouleaux pour descente des planchers.

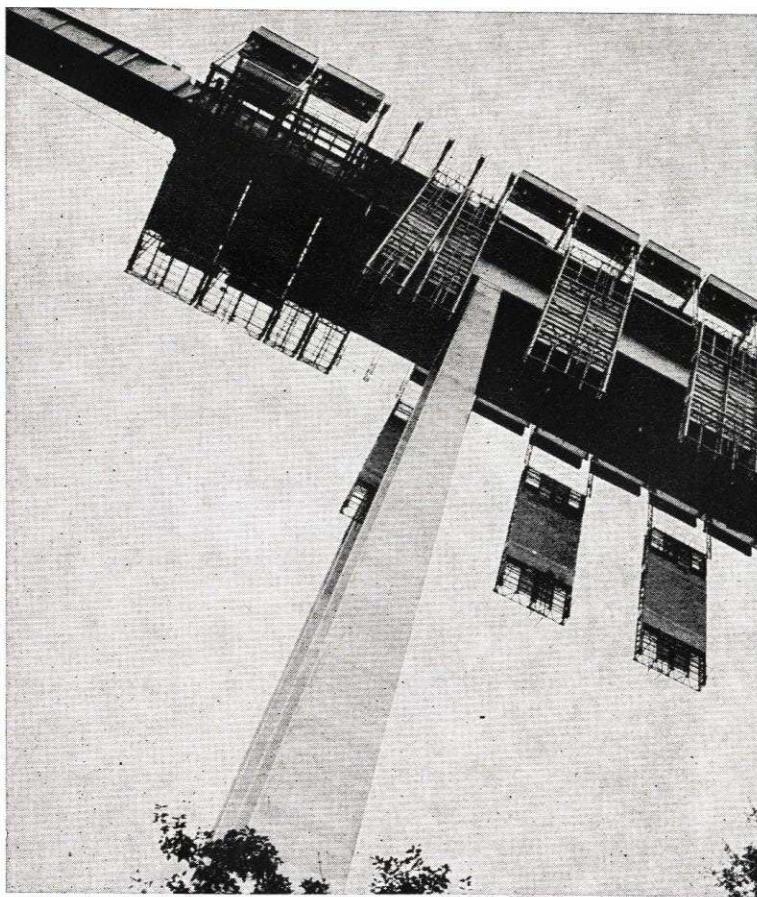


Fig. 14.

- Mise en position de lancement du portique arrière.
- Graissage des rouleurs.
- Pose des haubans en attente le long de la pile suivante.
- Calage contre tablier des pieds de la palée provisoire.

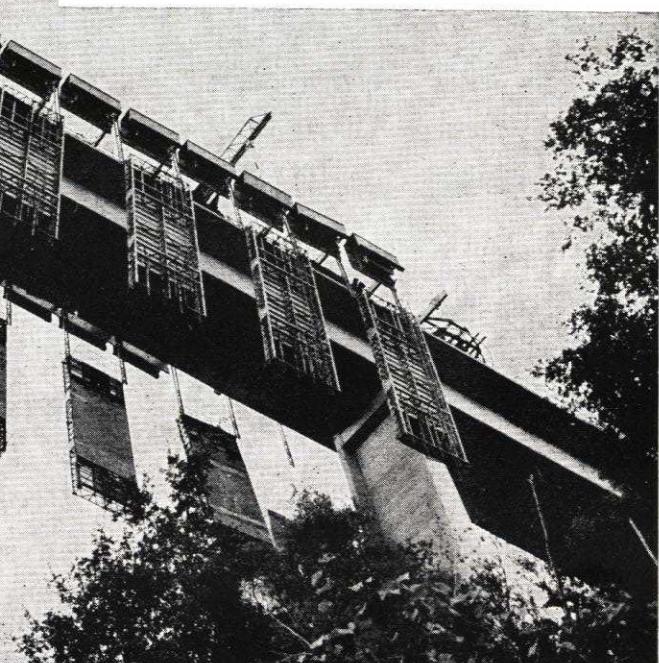
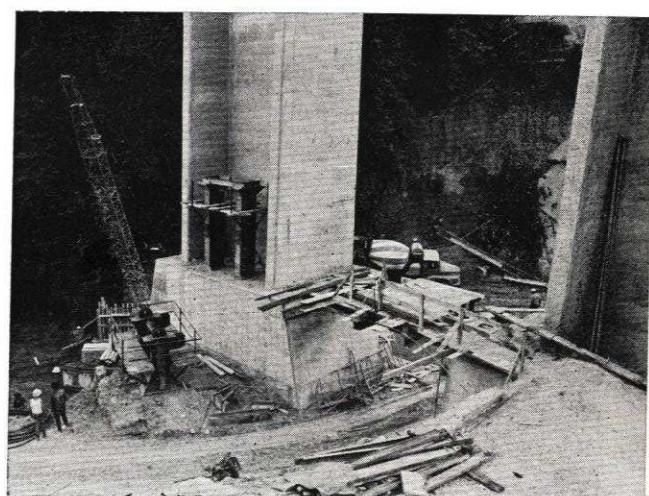


Fig. 15.

- Début de lancement.
- Préparation des maître-étriers.
- Prémontage des armatures d'encorbellements.



Fig. 16.



— Pré-assemblage au pied de la pile suivante des éléments constituant la palée :

- pieds inférieurs,
- partie supérieure,
- balancelles,
- haubans.

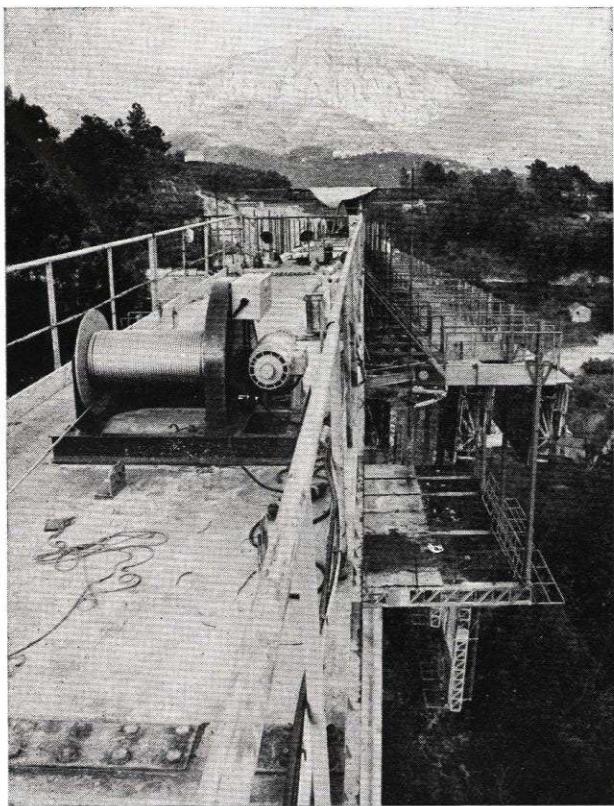
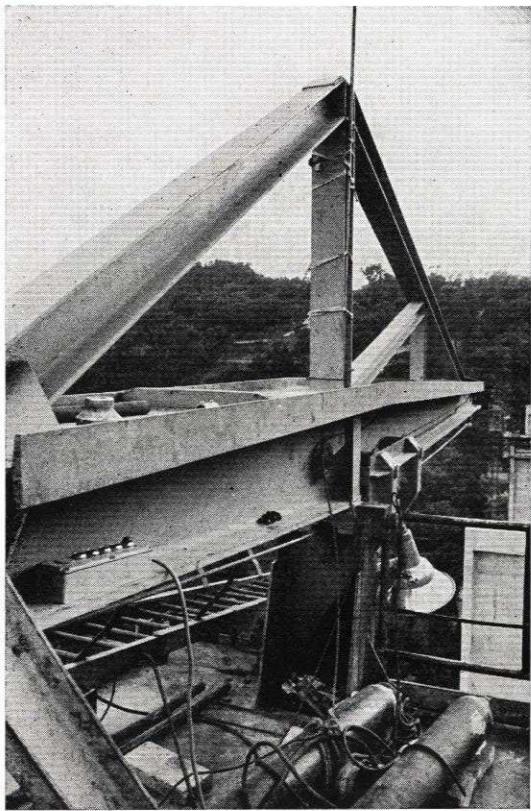


Fig. 17.

- A l'approche de la pile :
- descente du crochet d'avant-bec,
- mise en pression de la pompe d'articulation,
- approvisionnement des trefonds et des pièces nécessaires à la fixation de la palée.

Fig. 19.



- Équipement de la potence : tirfors pour manœuvres du chariot.
- Mise dans l'axe de la pile avant prise en charge de la palée.

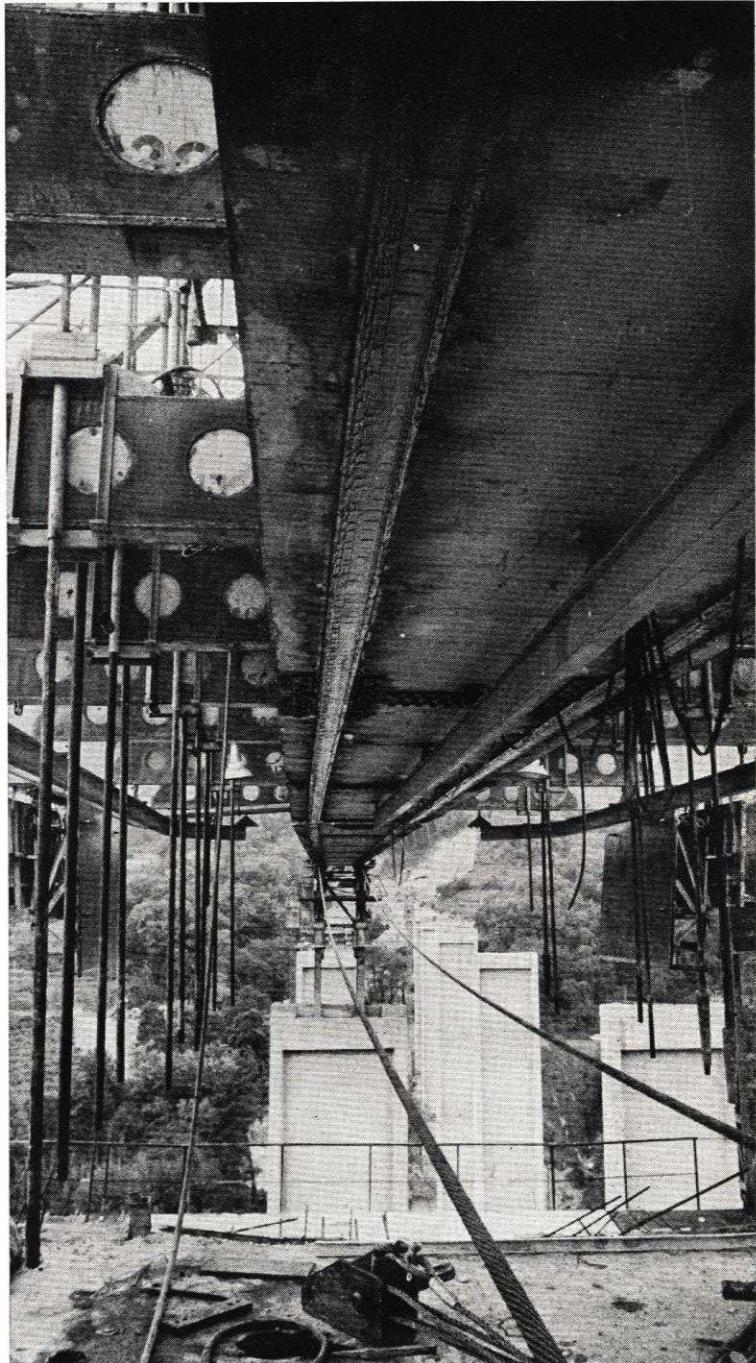
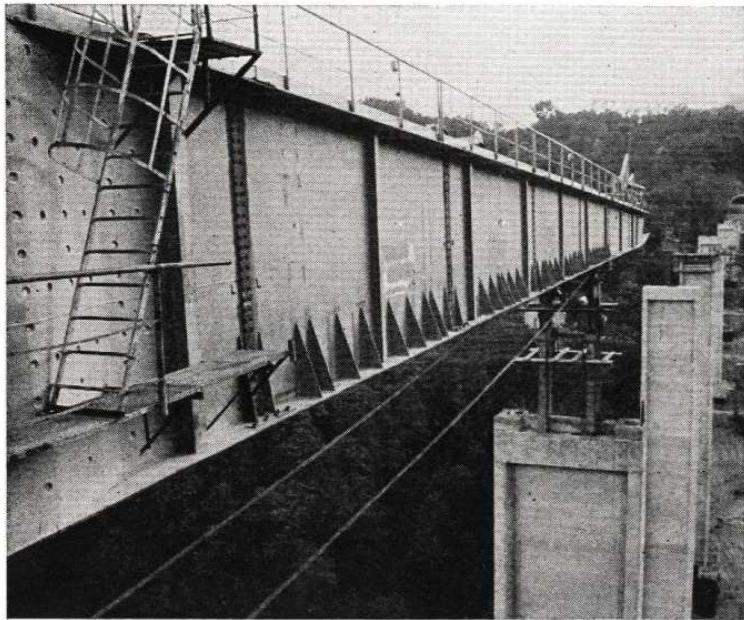


Fig. 18.

- Lancement (suite) :
- position de l'avant-bec,
- point fixe du treuil de retenue,
- haubans de retenue de la pile.

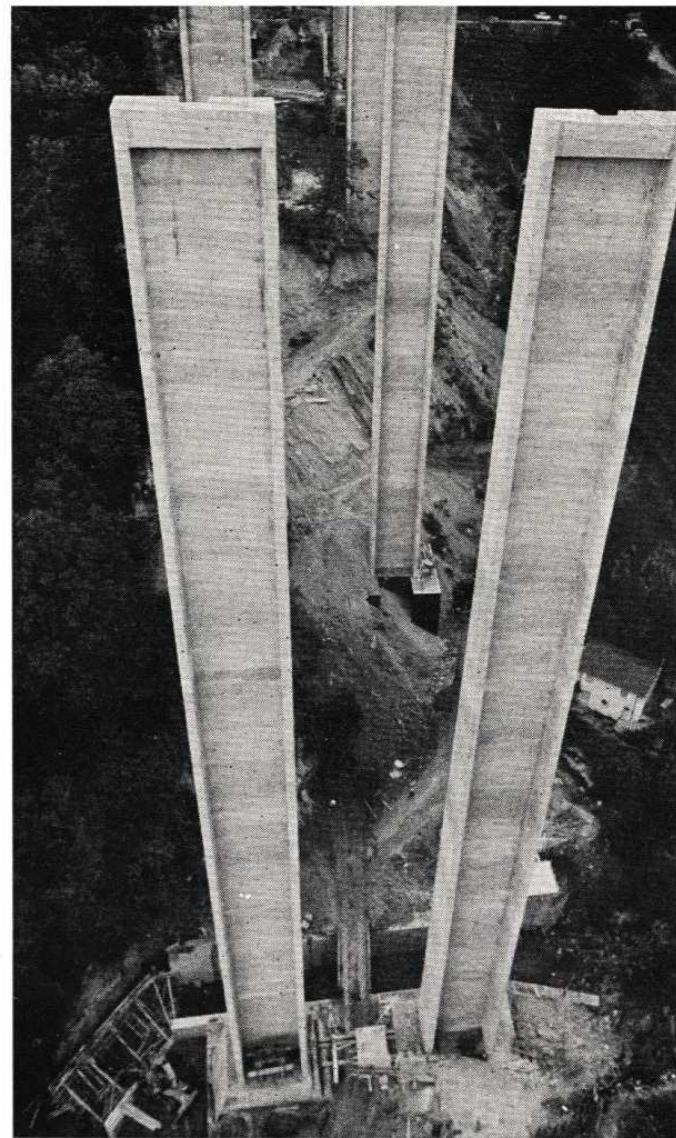
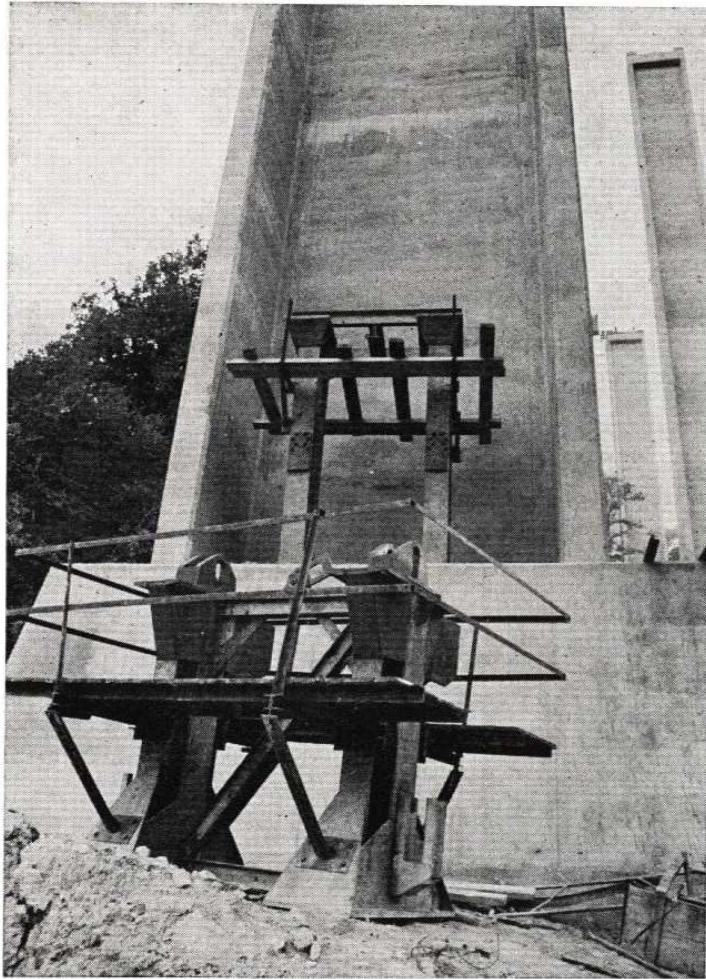
— Roulage de l'avant-bec sur palier.

Fig. 20.



— Montage des éléments de palée métallique au pied de la pile.

Fig. 21.



Au pied de la pile les éléments de la pile à poser. Fin Hauteur : 86 m.

En fin de lancement :

- récupération de la palée prisonnière,
- démontage des balancelles,
- démontage de la palée partie supérieure sous le portique arrière.



JOUR 2



- 4.
- Relevage des planchers dans la travée.
 - Descente des planchers d'avant-bec pour échapper à la pile.
 - Le long de la pile on voit monter le palonnier des haubans.

de lancement.
éréglage des suspentes extérieures.
pose des haubans.
éréglage des planchers.
montage de la palée arrière.
églage des suspentes extérieures.
se des arrêts de béton.
rraillage de la dalle inférieure.
églage des coffrages extérieurs.
éparation des étriers.
éfabrication des plaques d'about.
éfabrication des encorbellements.

Fig. 25.

- Halage des haubans à l'aide du treuil de retenue et fixation sur la palée.

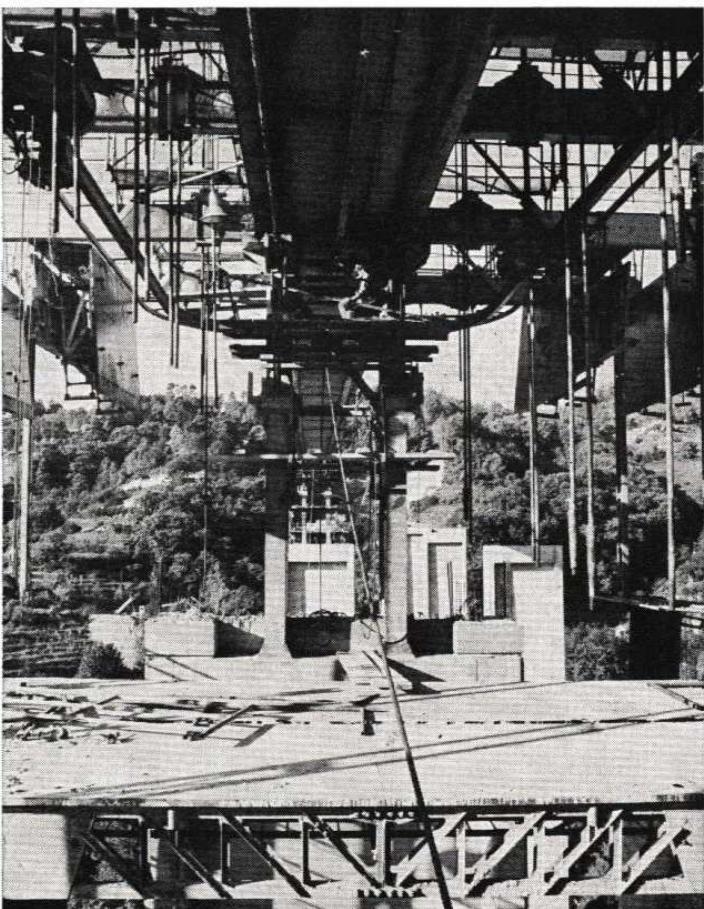




Fig. 26. — Fin de lancement.



Fig. 27.

- Fin de lancement.
- Réglage latéral des planchers.
- Relevage des planchers d'avant-bec.
- Réglage en altitude.
- Descente des coffrages extérieurs.



Fig. 28.

- Pose des baguettes d'arrêt.
- Pose des couvre-joints des planchers.
- Dépose des haubans dans la travée.
- Descente à 0,50 m des supentes intérieures.

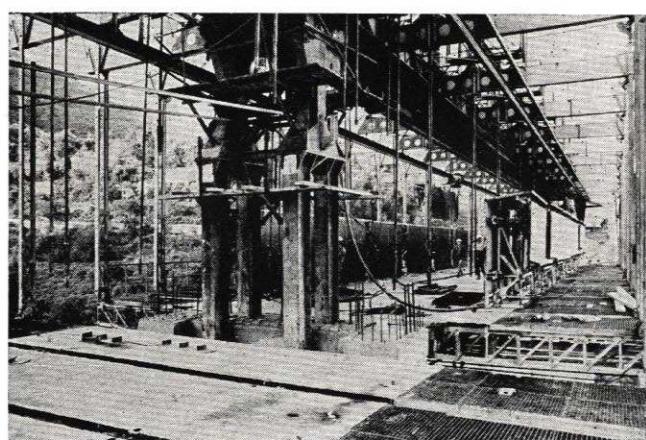
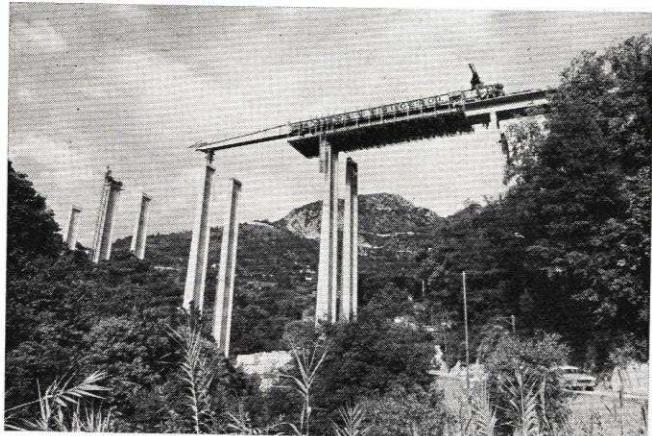


Fig. 29.

JOUR 3



— Lancement terminé.
— Ensemble du cintre, palée, haubans.

Fig. 30.

— Accostage sur la pile avant.
Détail de la palée montée et des haubans.

Fig. 31.

- Pose des plaques d'about.
- Ferrailage de la dalle inférieure.
- Pose des câbles dans la dalle inférieure.
- Bétonnage de la dalle inférieure.
- Réglage des coffrages extérieurs.
- Préparation des étriers.
- Préfabrication des plaques d'about.
- Préfabrication des chapeaux.

Fig. 32.



- Pose des ancrages culots.
- Pose des règles.
- Bétonnage.
- Ferraille de la dalle inférieure.
- Pose de deux câbles avec bossages.
- Mise en place des arrêts de béton.
- Aciers de goussets.
- Descente des suspentes intérieures et réglage.

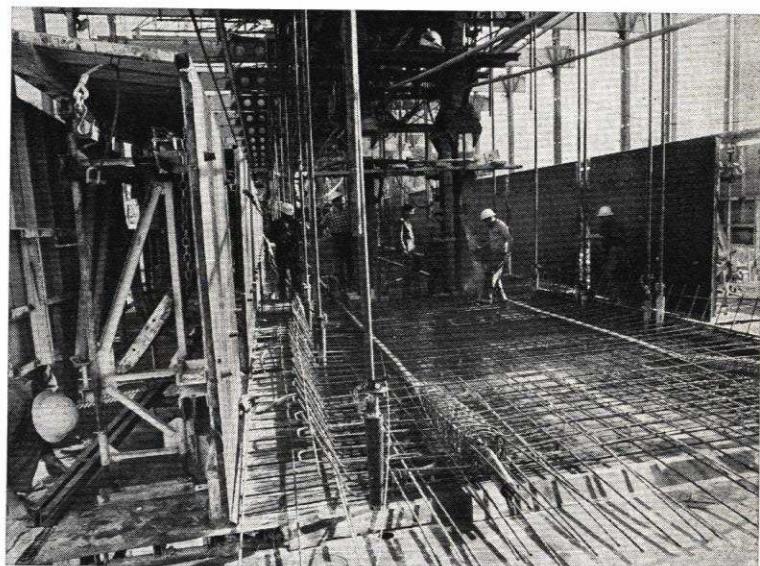
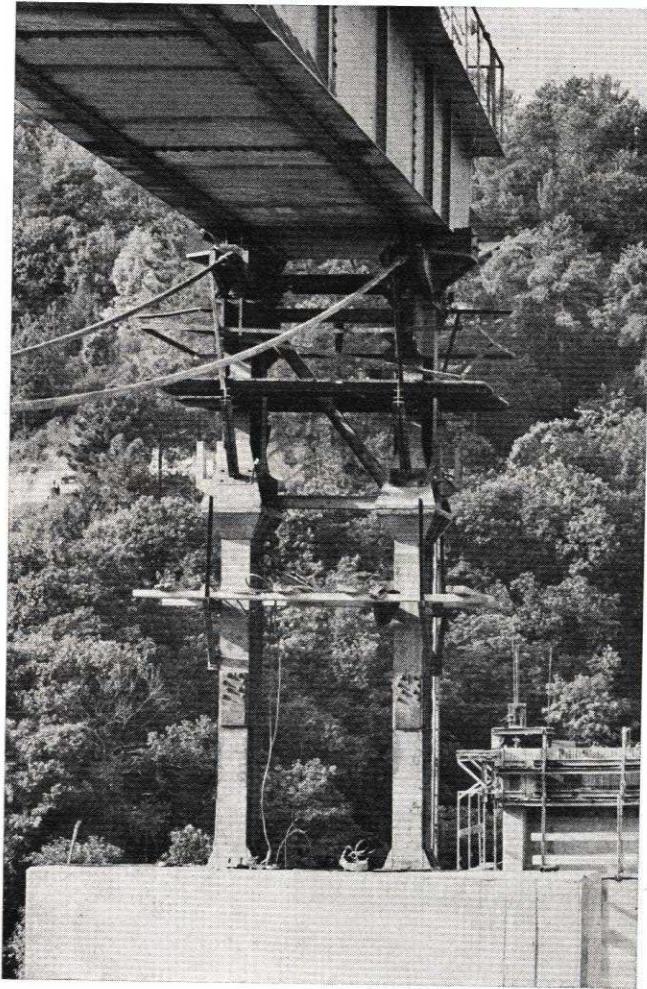


Fig. 33.

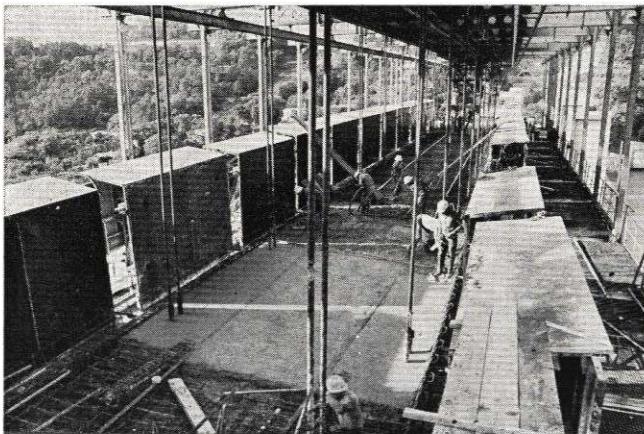


Fig. 34.

— Bétonnage du hourdis inférieur.

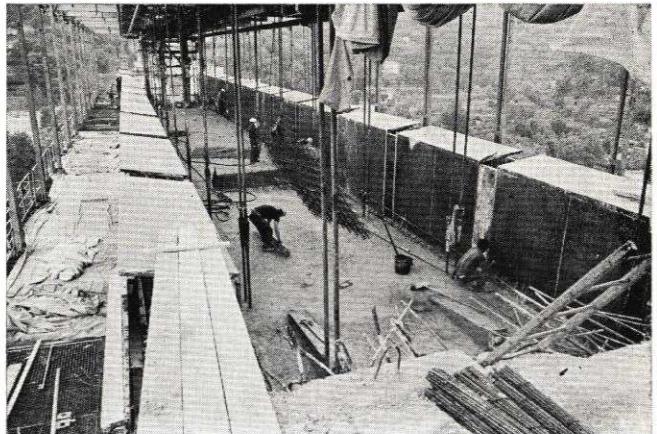


Fig. 35.

- Dépose des arrêts de béton.
- Réglage vertical des panneaux extérieurs.
- Stockage des panneaux, ferraillage des âmes.
- Sur les extérieurs pose des bâches de protection du passage au-dessus de chemin vicinal ordinaire

JOUR 4

- Réglage des coffrages extérieurs.
- Dépose des arrêts de béton.
- Ferraillage extérieur des âmes.
- Pose des câbles et réglage.
- Ferraillage intérieur des âmes.
- Coffrage intérieur.
- Préparation des étriers.

— Vue prise à l'arrière du cintre.

— Matériel à faire suivre pour l'avancement des tabliers :

à gauche

cuve fuel
treuil,
pompe de mise en tension,
générateur à vapeur,
groupes électrogènes,
tableaux distributeurs.

à droite

compresseur,
matériel à injection,
pompe de mise en tension,
générateur à vapeur.

— A l'arrière plan câbles, panneaux ferraillage.
— une grue mobile de servitude.

Fig. 36.

- Préfabrication des plaques d'about.
- Préfabrication des tiges Blaw-Knox.
- Manutention de ferraille.
- Manutention de câbles.
- Manutention de matériel d'étuvage.
- Manutention des engins.

- Préparation des maître-étriers pour l'âme Sud.
- Réglage des câbles pour l'âme Nord.
- Manchonnage des gaines.
- Panneaux extérieurs.

Fig. 37.

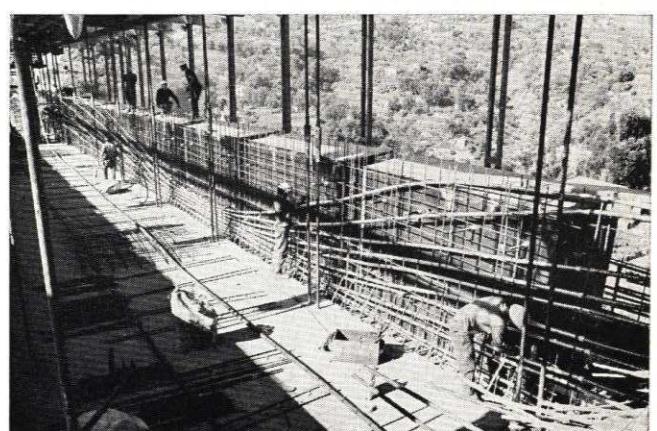




Fig. 38.

- Panneaux extérieurs.
Relevage des volets.
Pose des panneaux raccord.

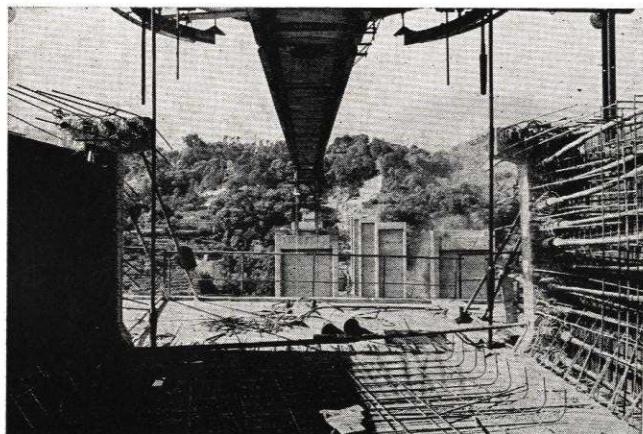


Fig. 39.

- Pose et réglage des plaques d'about.
— Préfabrication des plaques pour la travée suivante.

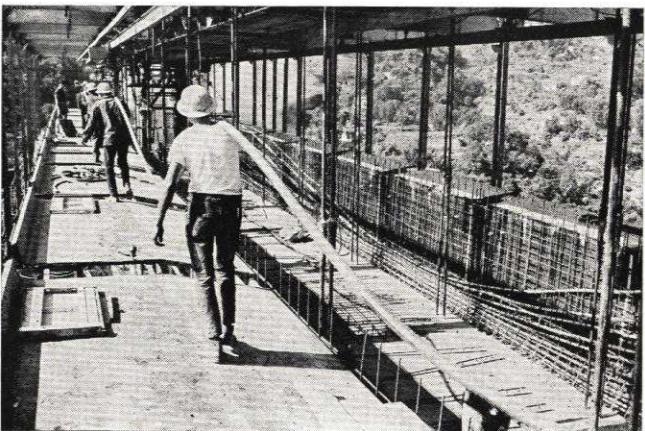


Fig. 40.

- Approche des câbles de l'âme Sud.
— Mise en place sur l'âme Nord des tiges d'écartement des coffrages.
— Ferrailage de la nappe intérieure.

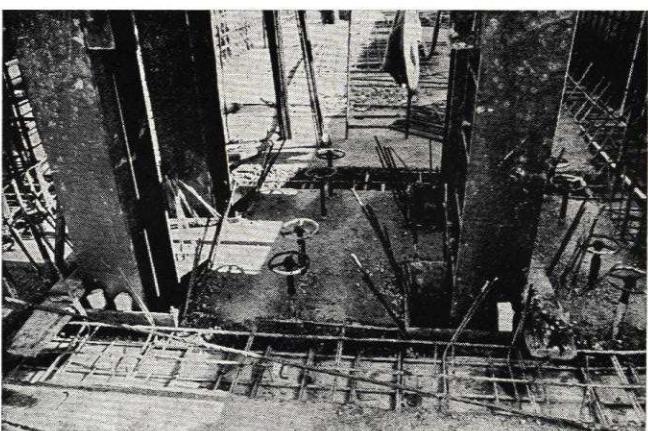
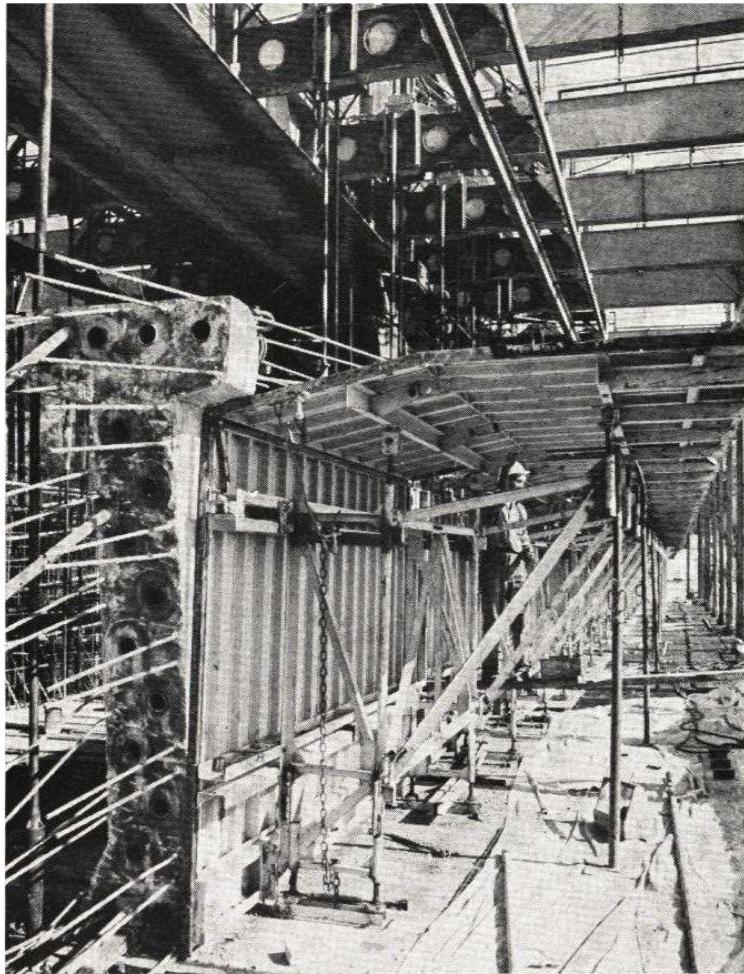


Fig. 41.

- Raccord sur la pile :
Coffrage spécial réglable par tiges filetées avec volants.
Réservation autour des pieds de palée par coffrage articulé.
— Les arrêts de béton de chaque côté sont ménagés pour la déformation du cintre au cours du bétonnage du tablier.



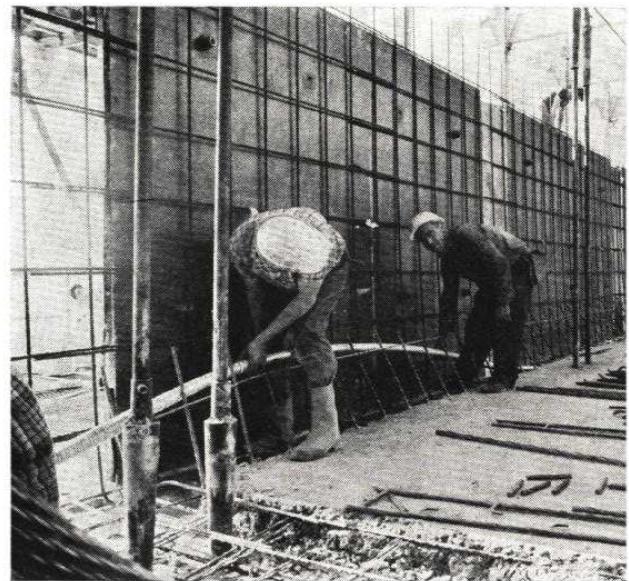
— Réglage des panneaux extérieurs :
butonnage du pied par tendeurs,
réglage du premier volet sur fourches,
réglage du deuxième volet par fourches et
étais.

Fig. 42.



Fig. 43.

— Mise en place du premier câble de dans le gousset avant la pose de étriers.
Fig. 44.



— Raccordement des câbles avec précédente.
Le manchonnage est rendu très par suite de la détérioration des de la sortie des culots au cours en tension.



— Dépose des haubans.
— Butonnage de la palée par profilé soudé sous le caisson à l'avant des rouleurs.

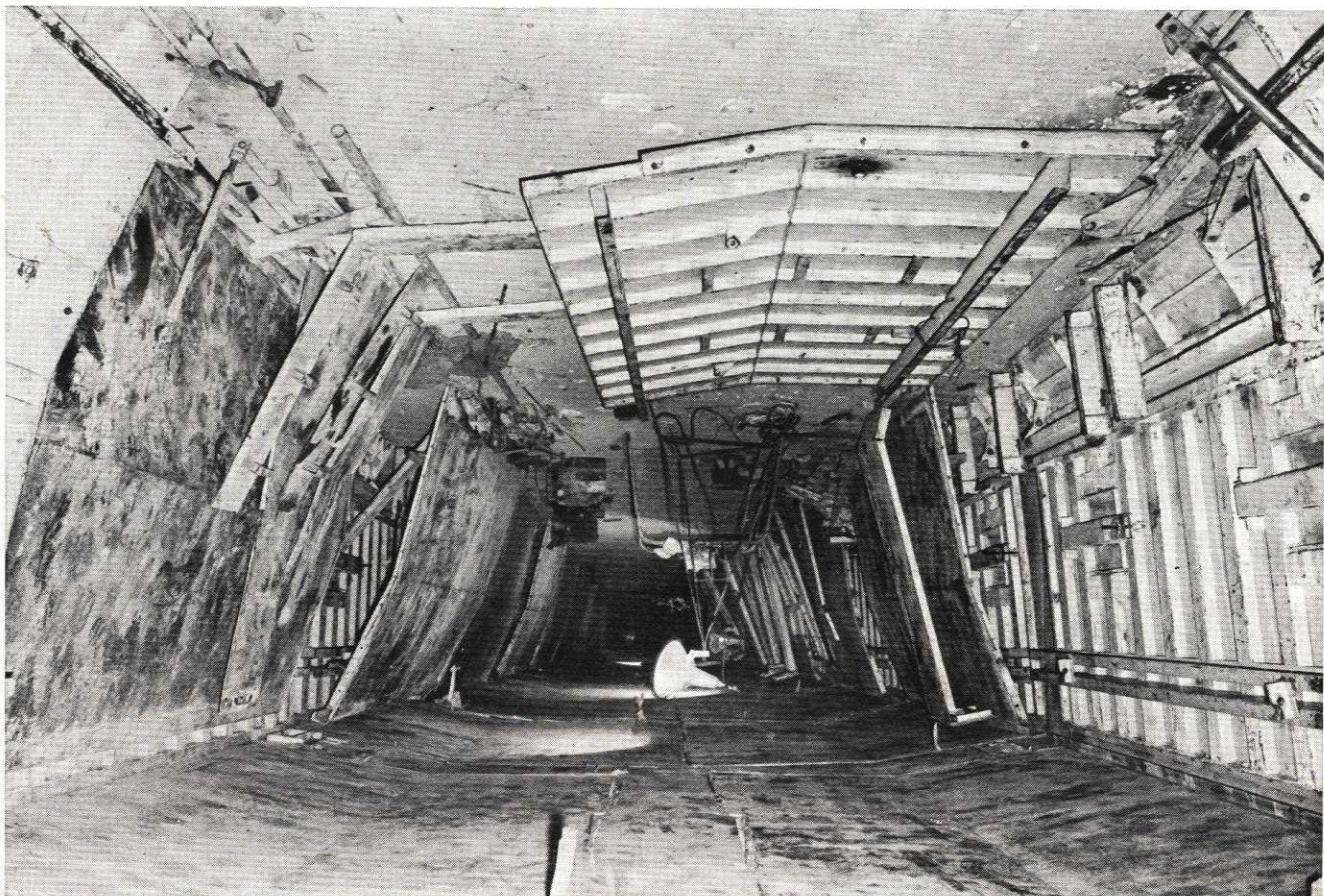


Fig. 46.

- Décoffrage des panneaux intérieurs de la travée précédente.
- Récupération des tiges filetées.

- Finition du ferrailage intérieur des âmes.
- Renforcement des armatures contre la plaque d'about.
- Fin de réglage des câbles (enfoncement des culots dans les logements).
- Mise en place des armatures chapeau.
- Pose des évents sur les points hauts.
- Mise en place des tiges d'écartement des panneaux de coffrages.
- Début du coffrage intérieur dans la partie en porte-à-faux.

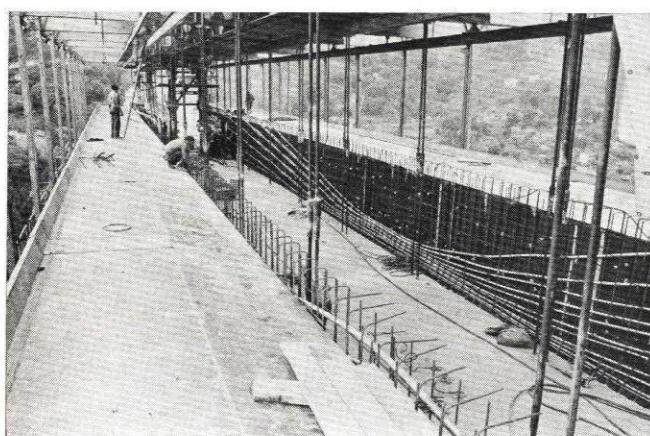


Fig. 47.

- Finition des coffrages extérieurs.
- Réglage des encorbellements.
- Pose des armatures « chapeau ».

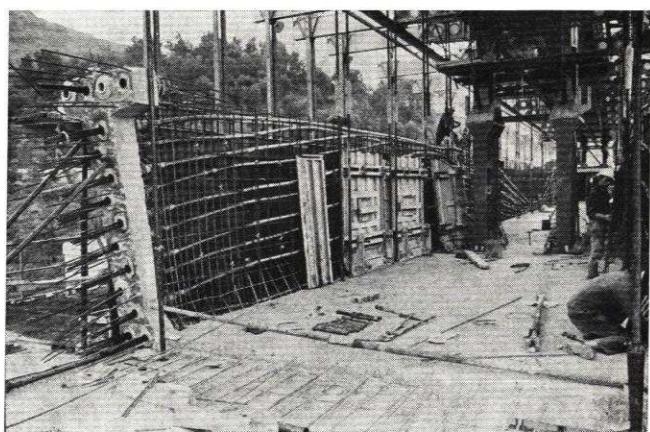
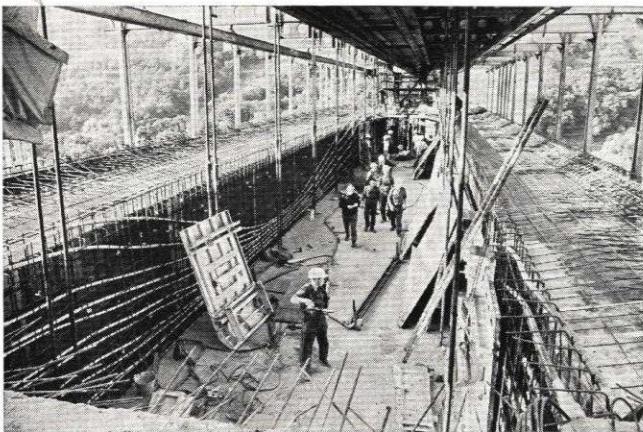


Fig. 48.

JOUR 5

- Coffrage intérieur.
- Ferrailage des houdis supérieurs.
- Bétonnage.
- Pose des bâches latérales.
- Préparation des étriers.
- Préfabrication des plaques d'about.
- Manutention du ferrailage.
- Manutention des câbles.
- Manutention du matériel d'étuvage.
- Manutention des engins.

Fig. 49.



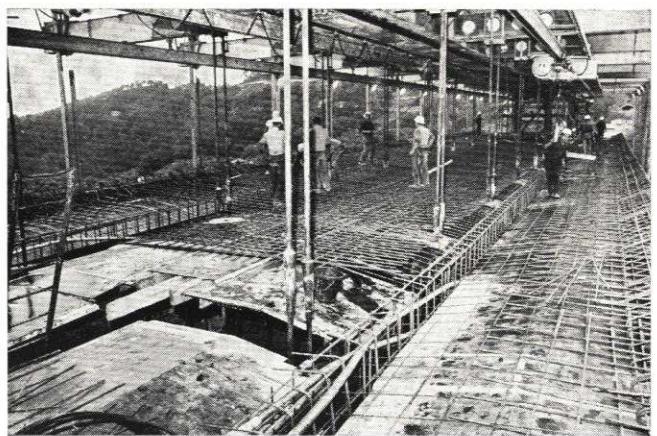
- Ferrailage des encorbellements.
- Approche des panneaux intérieurs des pieds droits.
- Pose des tiges d'écartement.

Fig. 50.



- Pose des chapeaux des coffrages intérieurs
- Réglage par tendeurs.
- Mise en position haute des cônes de réservation passage des suspentes.
- Pose des couvre-joints du caisson.
- Ferrailage de la poutre renfort entre les pieds de la palée.

Fig. 51.

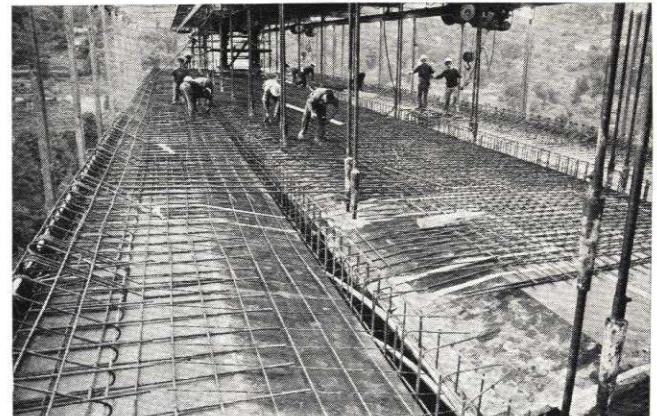


- Fig. 52. — Étalement des chapeaux du caisson.
— Ferrailage de la dalle supérieure en partie centrale.
— Balancelle en fin de coffrage :
Écrasement des néoprènes sous les rouleurs.
Les tiges soudées au-dessous du cintre
servaient de fixation aux comparateurs posés
pour le contrôle des rotations sur appui.



- Ferrailage de la dalle supérieure.
- Armatures de raccord entre la partie centrale et les encorbellements.
- Réglage des cônes de réservation.
- Pose et réglage des câbles chapeau.
- Pose des réservations de gargouilles.

Fig. 54. — Calage des nappes d'armature.



JOUR 6

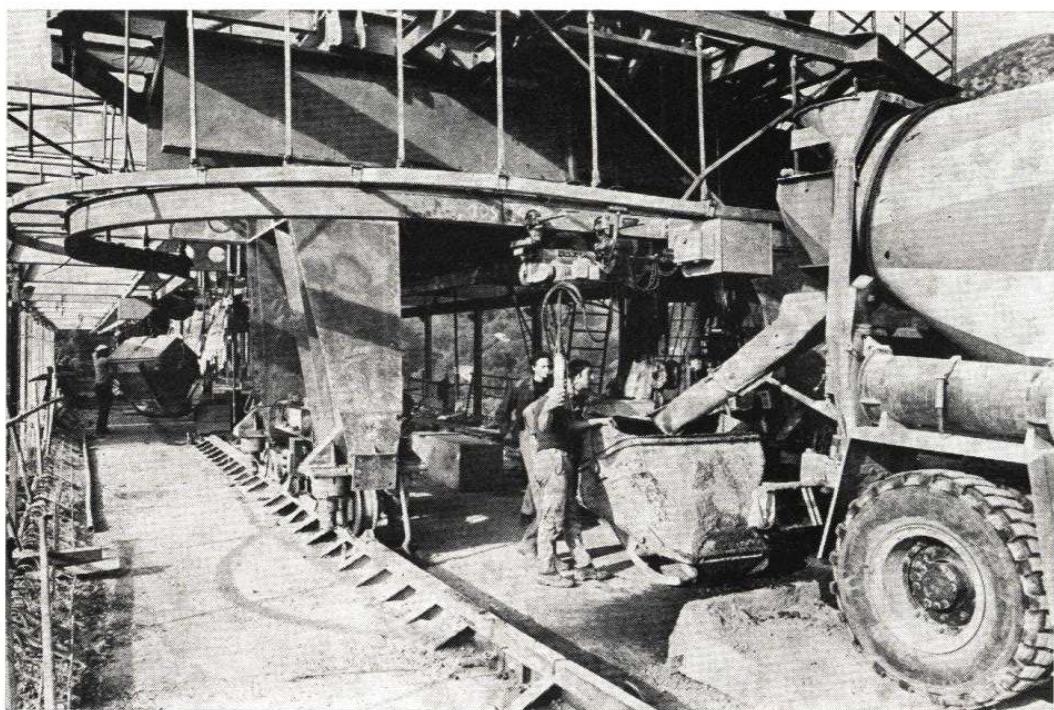


Fig. 55.

- Pose des garde-corps règles.
- Bétonnage.
- Pose des bâches latérales.
- Étuvage : préparation des étriers.
- Préparation des étriers.
- Préfabrication des plaques bout.
- Préfabrication des éléments.

- Début de bétonnage. Réglage des rampes et têtes des roues des malaxeurs (protection monorails).

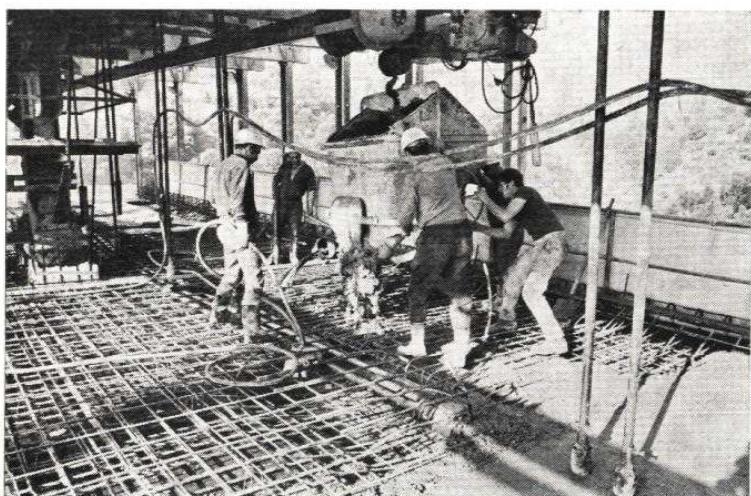
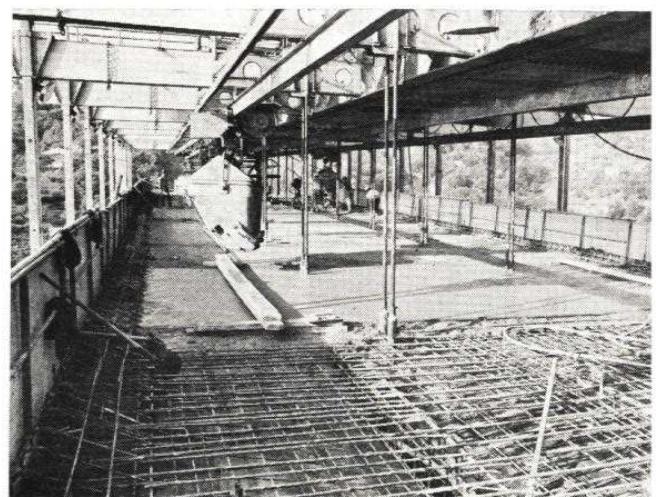


Fig. 56.

- Mise en place du béton.



- Mise en place des enregistreurs de températures : vapeur, béton.
- Pose des conduites vapeur.
- Bâchage des pignons.

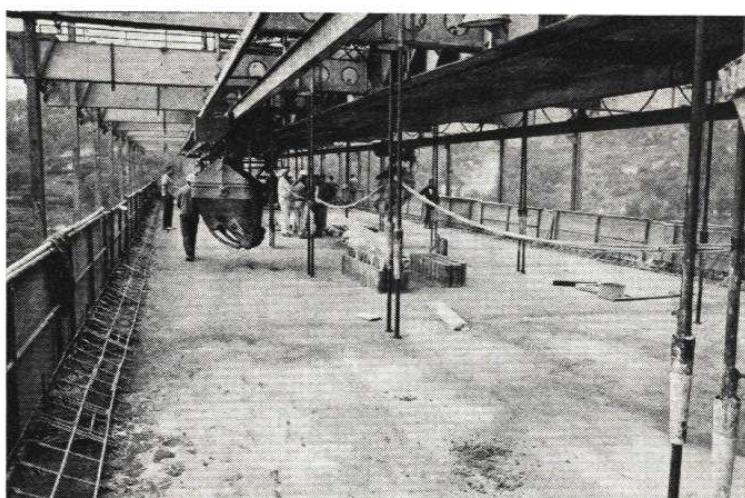


Fig. 58.

JOUR 7

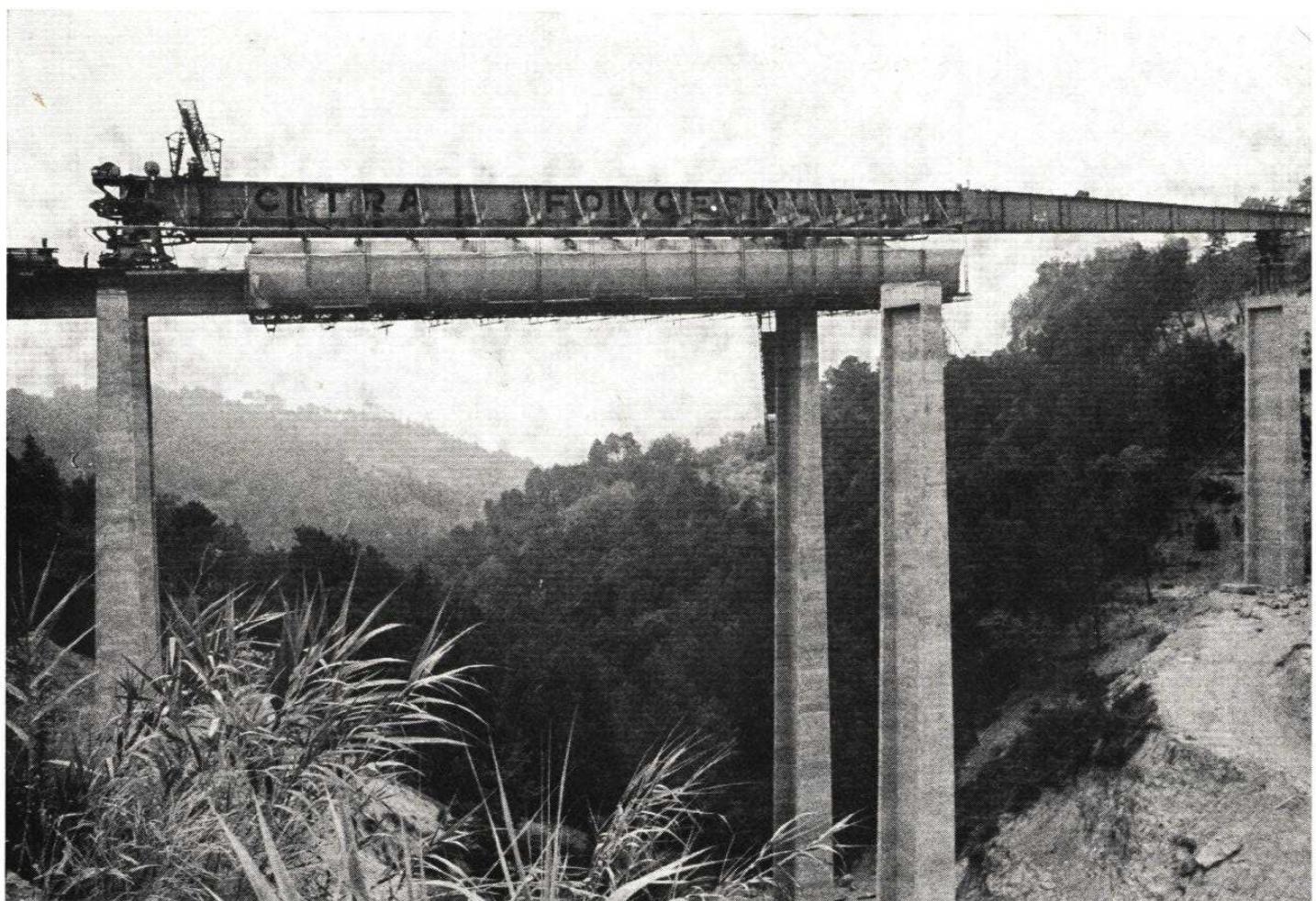


Fig. 59 et 63.

- Pose des garde-corps et des règles.
- Débâchage.
- Préparation et mise en tension.
- Préparation des gargouilles.

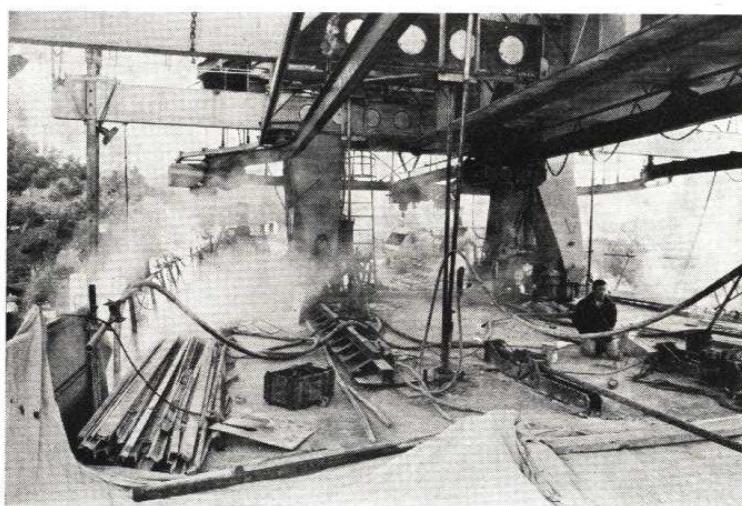


Fig. 60.

- Étuvage (rotation des équipes) (photo pris sur un autre cycle).
- Étuvage : les trois palans sont à l'arrière de l'abri de la vapeur, deux générateurs Ther mobéton (avec leur filtres) à l'arrière. Devant le mécanicien en charge de l'opération l'appareil enregistreur des températures (6 canaux) à partir de thermorésistances.

V. LES BÉTONS - ÉTUVAGE

FABRICATION DES AGRÉGATS

Les agrégats ont été fabriqués par l'entreprise SPADA à partir de l'exploitation d'une carrière située au pied de Sainte-Agnès, soit à quelques kilomètres du site.

La capacité de traitement de la station était de 100 t/h dans trois granulomètres : 0/4 — 8/20 — 20/40, avec un précriblage éliminant les éléments inférieurs à 20 pouvant contenir des inclusions d'argile. Il fut tout de même nécessaire de faire appel au sable naturel roulé du Var pour les bétons des tabliers précontraints.

FABRICATION DES BÉTONS

Les bétons ont été fabriqués par l'entreprise Béton-Chantiers à partir des trois mêmes centrales, pour le groupement GTM-Boussiron et pour le grou-

pement Citra-Fougerolle : une centrale BM 500 et deux centrales à béton BMD 1 000 avec installation de dosage RDM 1 000. Ces dernières (fig. 62) sont des centrales à malaxeur vertical de 1 m³ de béton avec deux silos de 55 t de ciment, une trémie distributrice à quatre compartiments débitant sur un tapis doseur. La commande est automatique. La capacité est de 40 m³/h.

Les centrales étaient approvisionnées en eau par des camions citernes (l'eau se trouvant à plusieurs kilomètres).

Le béton était transporté sur le chantier par vingt-quatre camions malaxeurs de 4 à 6 m³. Aucun adjuvant n'a été utilisé, ni pour les piles, ni pour les tabliers.

L'étuvage des tabliers fut rendu nécessaire pour deux raisons :

— raccourcir le cycle d'exécution d'un tablier,

— assurer une parfaite continuité de travail aux équipes du cintre (le d'étuvage étant le poste de rotation des équipes).

La masse de béton étuvée était importante (600 t). Aussi, procéda-t-on à des essais en tenant compte des différents paramètres (épaisseur variable, temps de préprise, durées d'étuvage proprement dit, température maximale de l'ambiance vapeur, ...).

Après mise au point, on a abouti au cycle suivant :

Préprise : 1 à 2 heures (après le dernier béton mis en place) à 18 °C (pour les premiers mètres cubes mis en place).

Étuvage : 12 à 16 heures (selon la saison) (fig. 63 - voir fig. 59).

Refroidissement sous bâche : 10 heures.

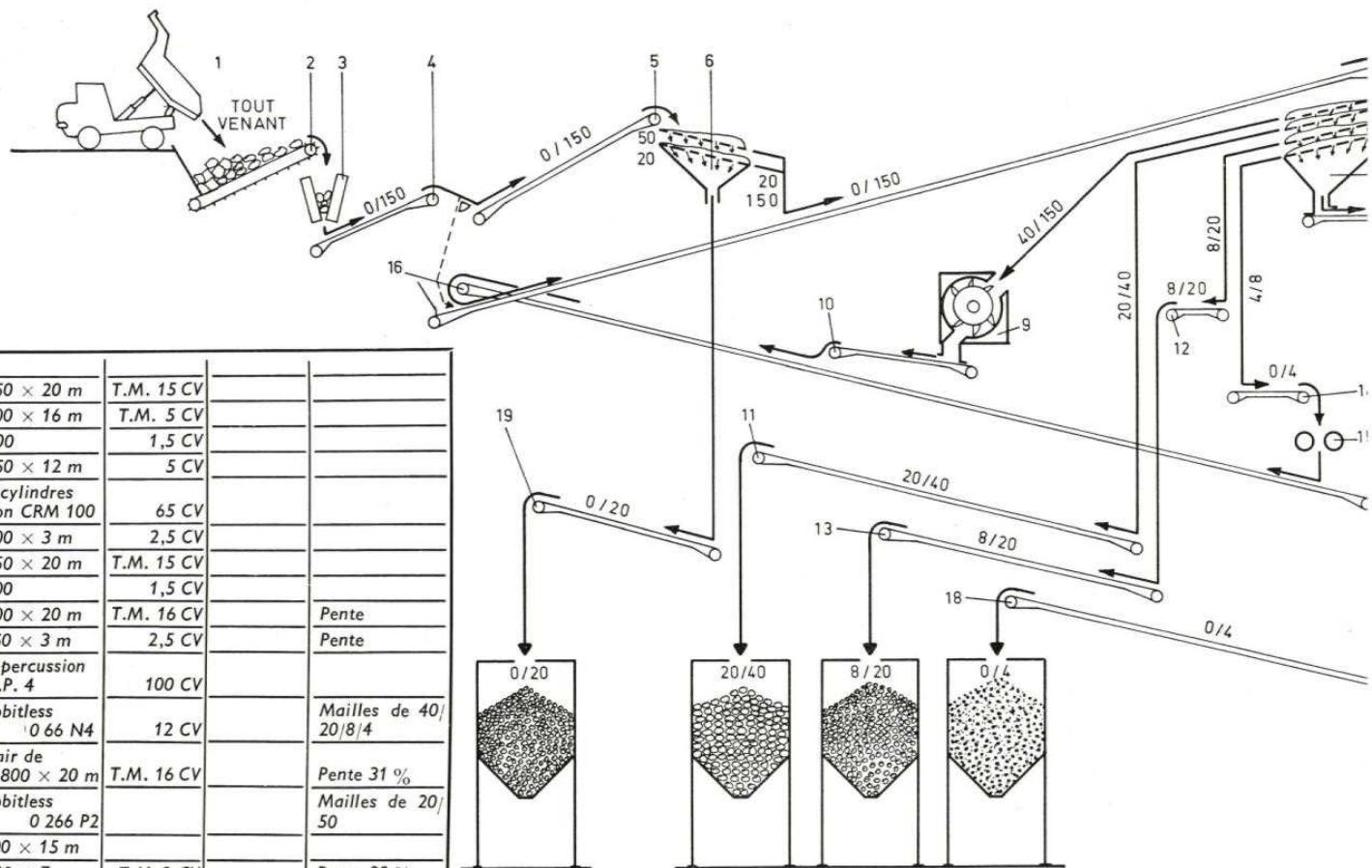


Fig. 61.

	T.C. de 650 × 20 m	T.M. 15 CV	
19	T.C. de 500 × 16 m	T.M. 5 CV	
18	T.C. de 500	1,5 CV	
17	T.C. de 650 × 12 m	5 CV	
16	Broyeur à cylindres dragon CRM 100	65 CV	
14	T.C. de 500 × 3 m	2,5 CV	
13	T.C. de 650 × 20 m	T.M. 15 CV	
12	T.C. de 500	1,5 CV	
11	T.C. de 800 × 20 m	T.M. 16 CV	Pente
10	T.C. de 650 × 3 m	2,5 CV	Pente
9	Broyeur à percussion azemag A.P. 4	100 CV	
8	Crible Babbitless 0 66 N4	12 CV	Mailles de 40/20/8/4
7	T.C. Primair de 800 × 20 m	T.M. 16 CV	Pente 31 %
6	Crible Babbitless 0 266 P2		Mailles de 20/50
5	T.C. de 600 × 15 m		
4	T.C. de 800 × 7 m	T.M. 9 CV	Pente 33 %
3	Concasseur primaire dragon T 120	120 CV	Ouverture 150 mn
2	Alimentateur dragon ATM 100	13 CV	
1	Dumper		
ress	DÉSIGNATIONS	Puissance (cv) /mn	Vitesse un. m/s
			OBSERVATIONS

NOMENCLATURE DES APPAREILS

Mise en tension : à partir de 32/34 heures. Résistance obtenue : 250 bars.

Décintrement : à partir de 36 / 40 heures après mise en tension de 50 % des câbles.

Température maximale admise en vapeur : 72 °C.

Température maximale admise dans le béton : 50 à 70° C (suivant les zones).

Les essais avaient montré qu'une préprise de 1 à 2 h était suffisante et qu'une température du béton de 90° C (pour ce type de béton), bien que défavorable, n'était pas dangereuse (perte de 10 % des résistances finales).

Les températures dans le béton et dans l'enceinte vapeur ont été enregistrées sur bandes pour tous les étuvages sans exception.

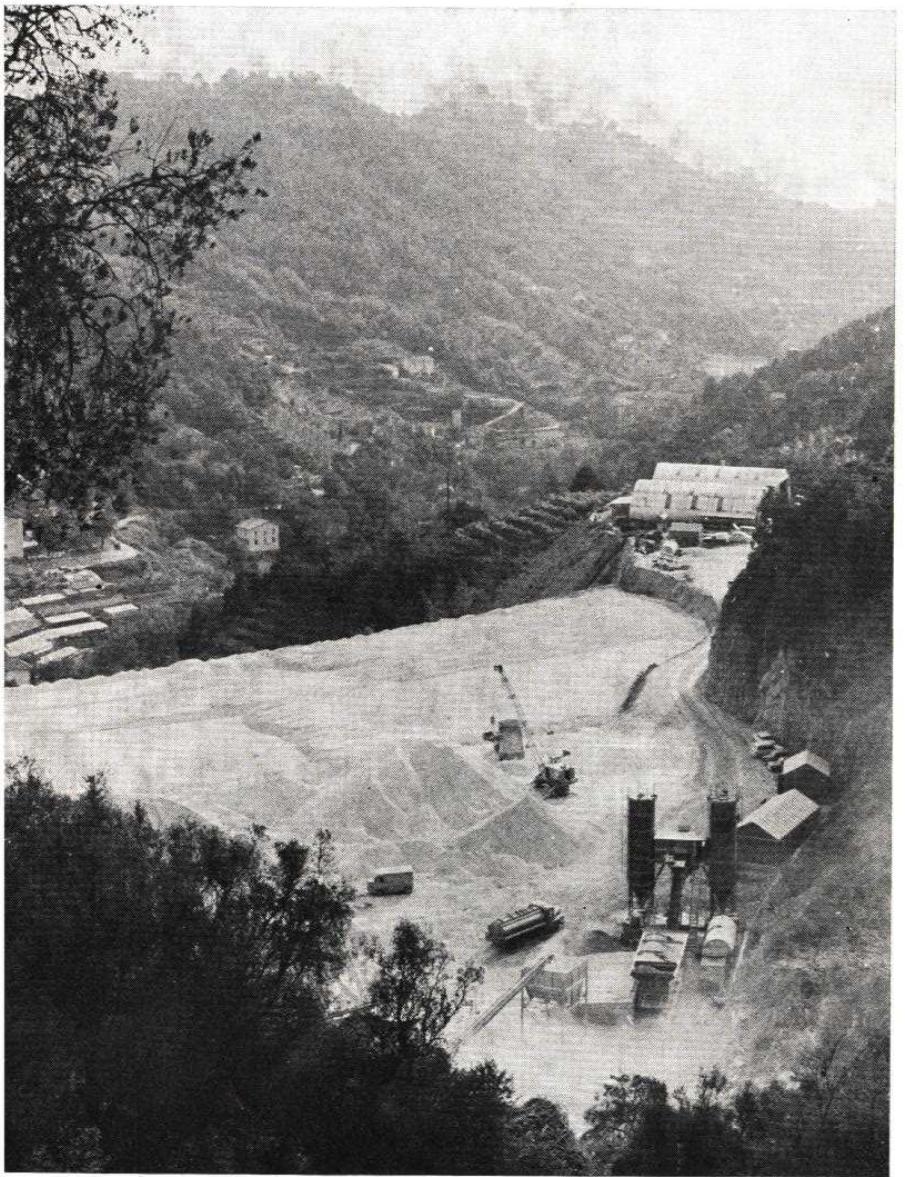


Fig. 62.

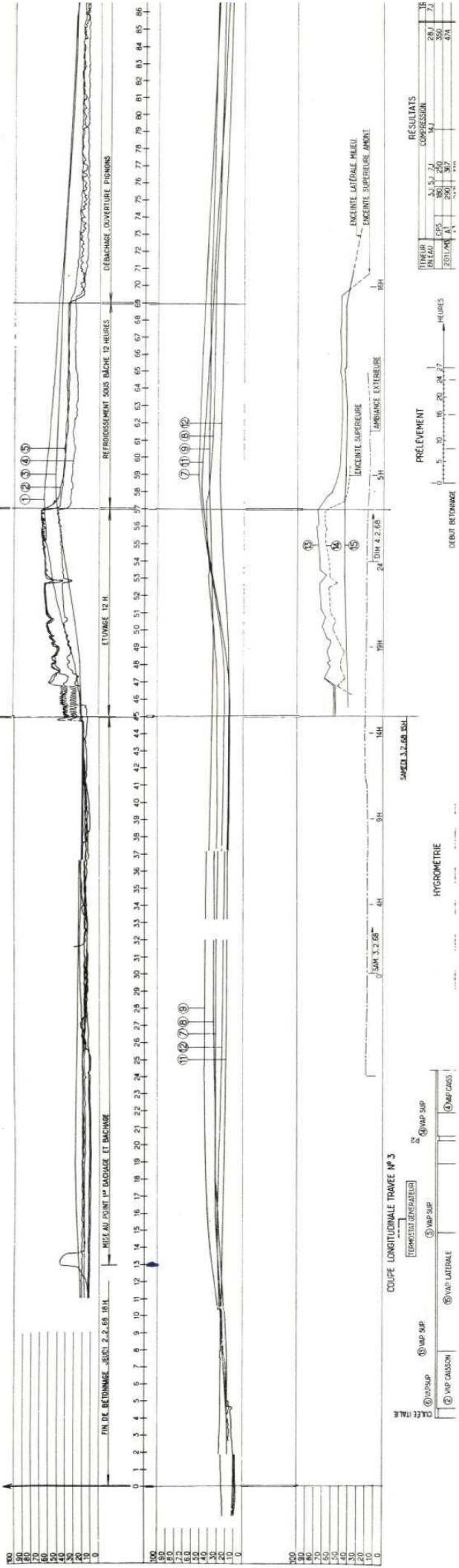


Fig. 64.

VI. MONTAGE ET LANCEMENT DU CINTRE

Dans des conditions normales, le cintre est monté à reculons sur une plate-forme située derrière la culée de départ (fig. 65). Puis, il est lancé et les planchers, montés à l'avancement, sont rabattus au passage des piles.

Le serrage des 8 000 boulons HR (\varnothing 12 à \varnothing 30) est contrôlé à la clef dynamométrique.

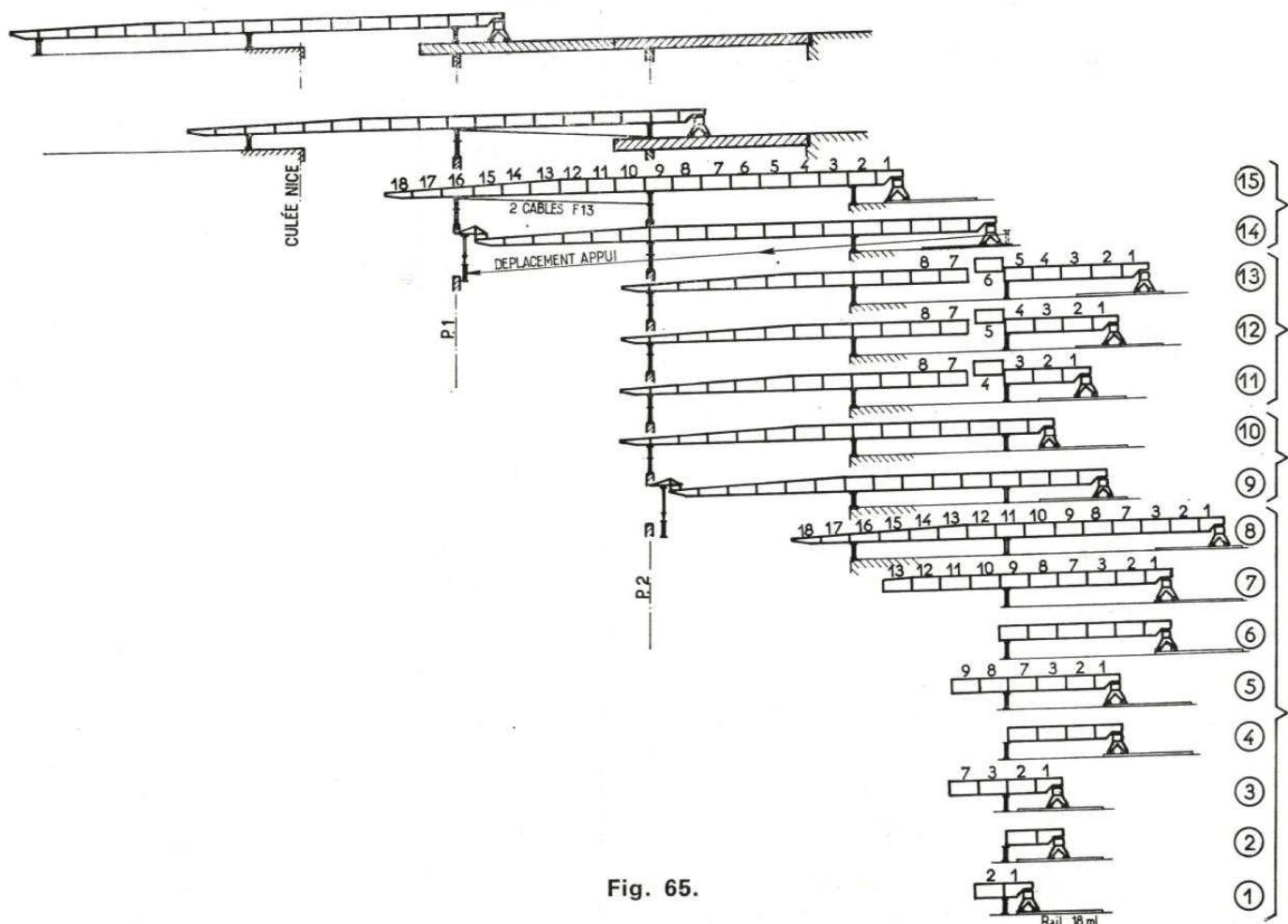


Fig. 65.

VII. MONTAGE DU CINTRE EN BASCULE

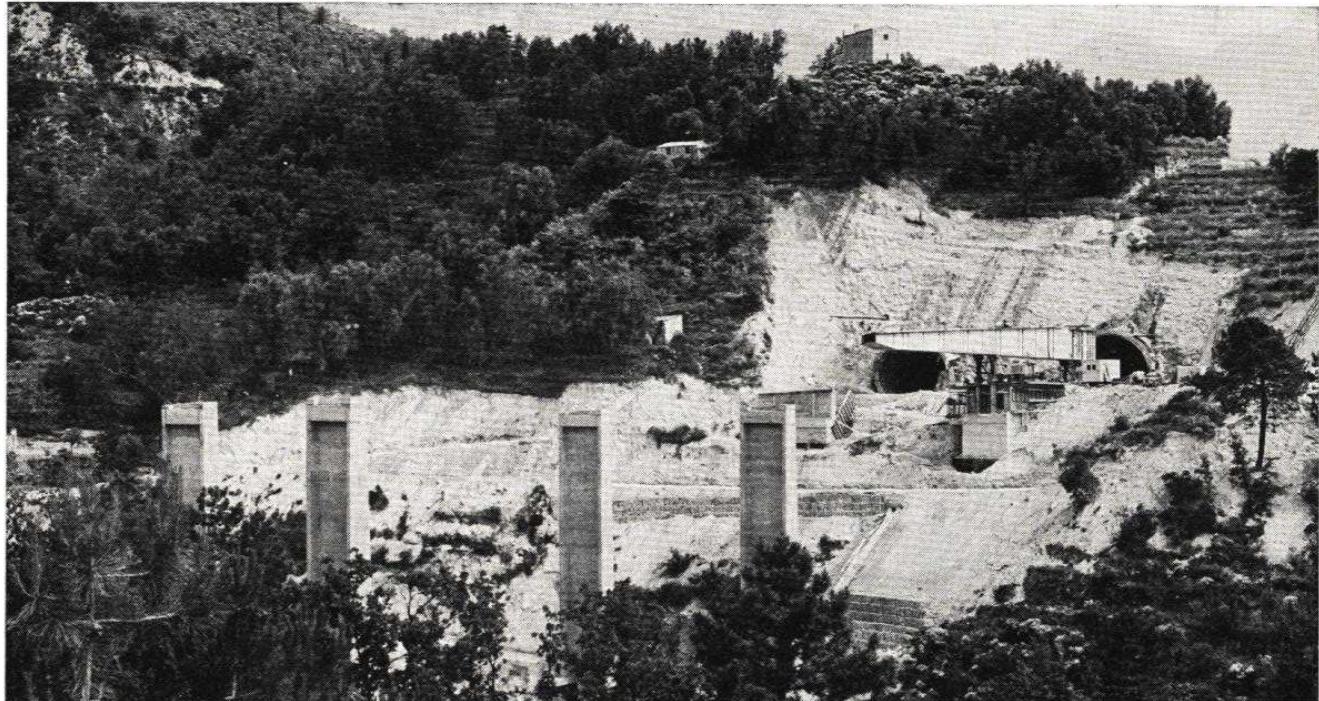


Fig. 67. — Début du montage en bascule.

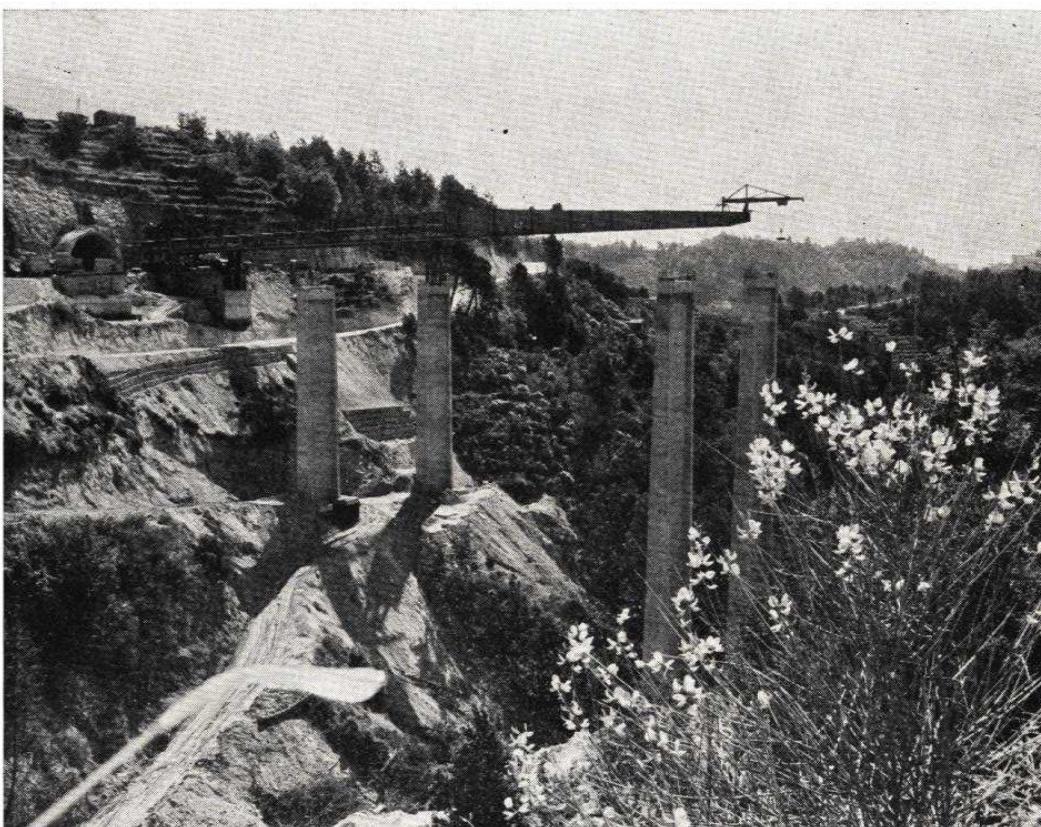


Fig. 68. — Lancement en bascule — Fin. Les tirants arrières sont supprimés, le cintre ayant franchi la première pile. Le cintre est prêt à poser la deuxième palée pour poursuivre le lancement.

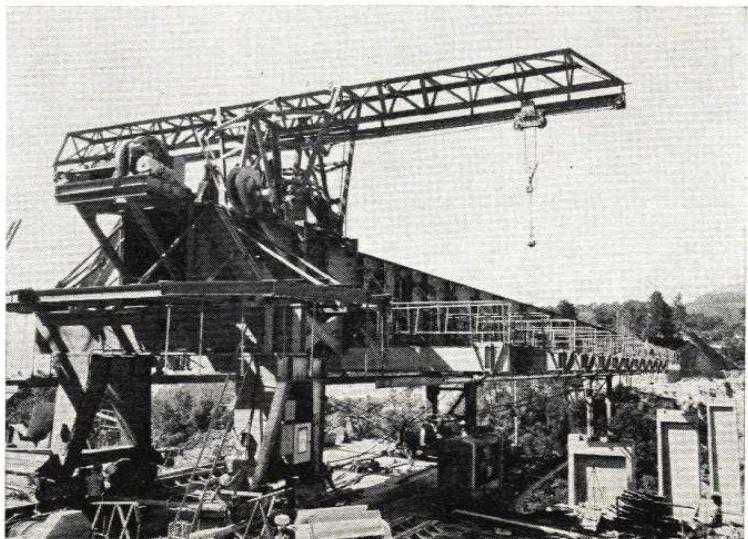


Fig. 69. — Lancement en bascule. Vue de l'arrière (à noter les treuils de lancement)

VIII. ROULAGE DU CINTRE

.1. ROULAGE SUR PLATEFORME ENTRE DEUX VIADUCS

Le cintre roule, à l'arrière, sur la voie par l'intermédiaire du portique arrière et, à l'avant, sur des palées fixes posées sur la plateforme (fig. 70 et 11).

A noter : le moulé du treuil de retenue, à titre de sécurité lorsque l'on est en pente, bien qu'il y ait des vérins de freinage hydrauliques. A gauche, le vérin pousseur.

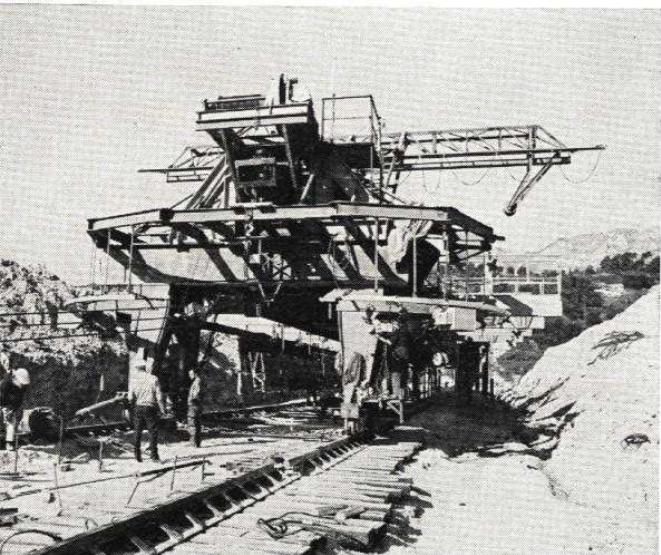


Fig. 70 : Le cintre vient de terminer le viaduc et s'est engagé sur la plateforme.



Fig. 71. — Roulage de la partie avant.



Fig. 73. — Recul : portique arrière. Le treuil de retenue a été monté sur le portique arrière.

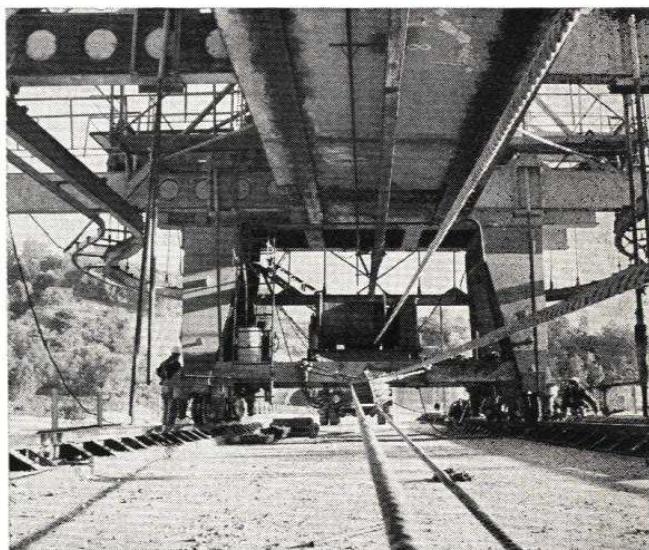


Fig. 72. — Recul du cintre du Pescaire au Pala avant ripage pour l'exécution de la seconde voie. Au premier portique avant situé juste en arrière de l'élément d'articulation du cintre.

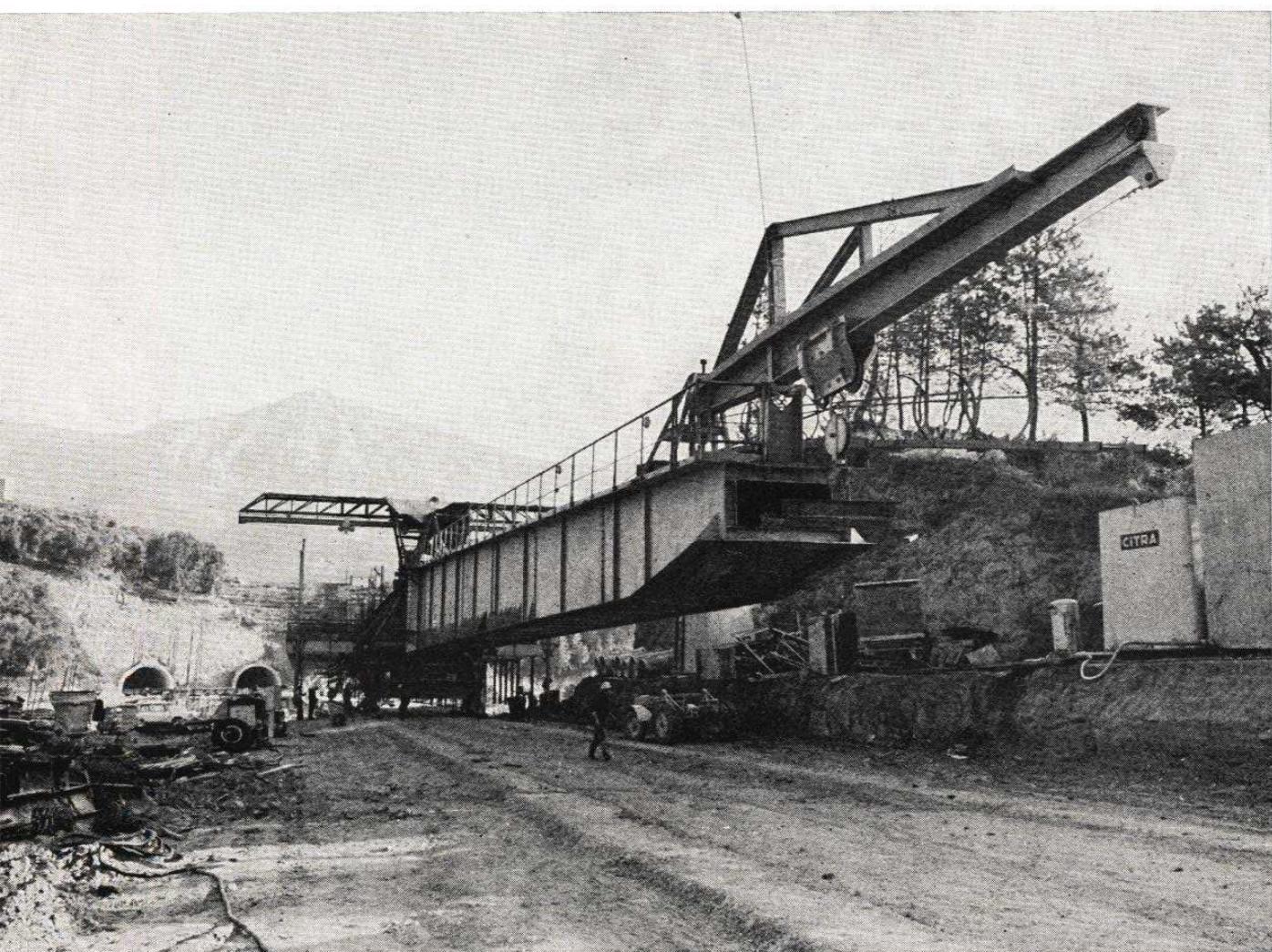


Fig. 74. — Recul.

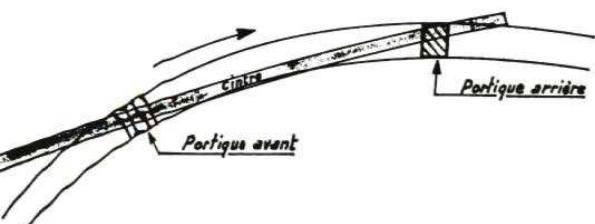
2. ROULAGE SUR VIADUC EXISTANT

Nous avons dû faire reculer le cintre de 700 m environ, sur les viaducs terminés du PESCAIRE et du PALA. Les courbes étant très accentuées, nous avons étudié et fabriqué un portique avant avec pivot à axe vertical (vérin de 500 t) permettant l'orientation. Le déplacement se fait donc sur deux portiques, à l'aide du vérin pousseur et du treuil de retenue monté, pour circonstance, sur le portique arrière.

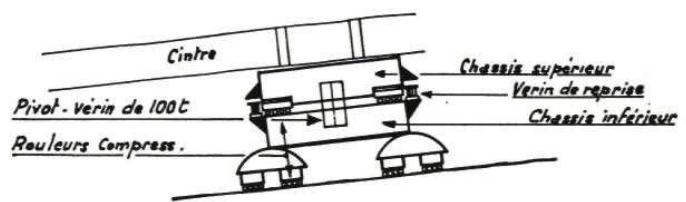
Cadence d'avancement : 300 m/jour (3 postes de 8 heures). (Fig. 72, 73, 74, et 75.)

Fig. 75 : Principe du recul sur portiques.

PRINCIPE DU RECOL SUR PORTIQUE



PRINCIPE DU PORTIQUE AVANT



IX. EXÉCUTION D'UNE TRAVÉE SUR ÉCHAFAUDAGE PAL

La dernière travée du Pescaire étant située à faible hauteur (L_0 à 16 m) a été exécutée sur échafaudage Pal, pendant le recul et le ripage du cintre, ce qui a permis de gagner le temps d'exécution d'une travée. Les planchers du cintre, devant être démonté pendant le recul, ont servi de platelage¹ (fig. 76 et 77).

Les fondations de l'estacade étaient des dalles préfabriquées devant servir par la suite, d'élément des dalles de transition pour les viaducs.

Fig. 76. — Étalement de la travée 1.

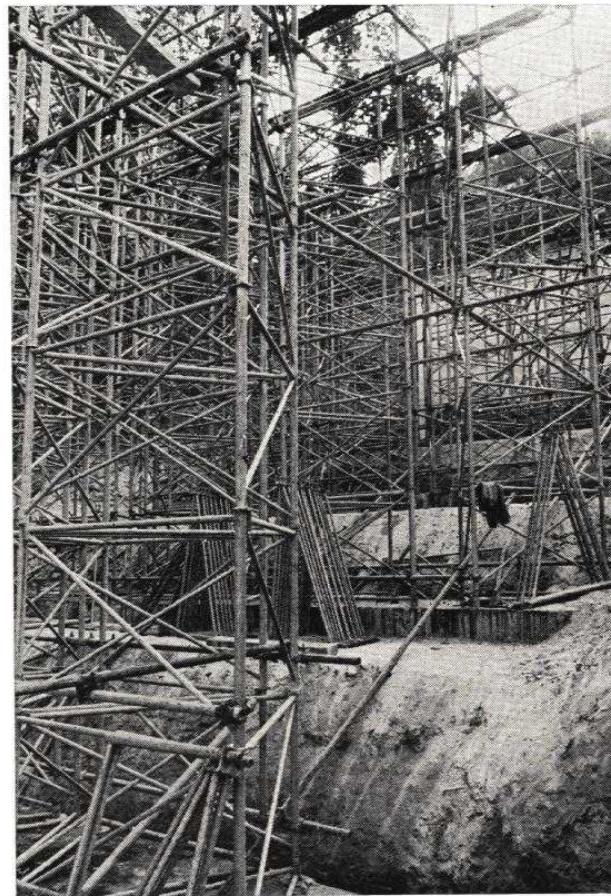
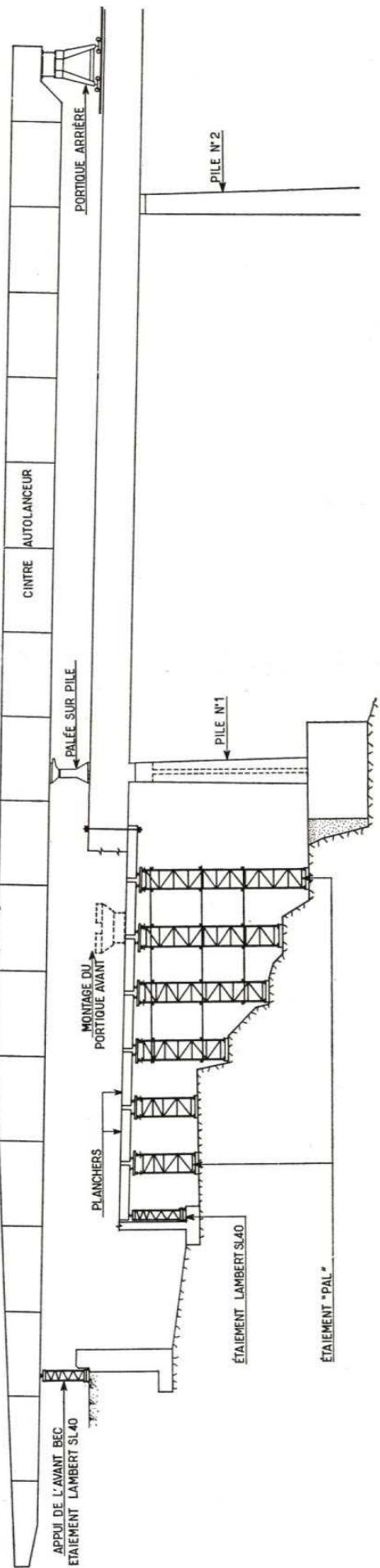


Fig. 77. — Étalement : fondation des dalles en béton préfabriquées et servant ultérieurement de dalles de transition.

X. RIPAGE, DESCENTE SUR VÉRINS ET PIVOTEMENT DU CINTRE SUR ESTACADE TUBULAIRE

PRINCIPE DE L'OPÉRATION

Cette opération de ripage avait pour but de passer de la première voie à la seconde sans être obligé de démonter le cintre et de le remonter en bascule devant les tunnels du PALA. Elle avait l'avantage, en outre, de pouvoir se faire pendant l'exécution de la dernière travée de la première voie sur étalement classique. Le cintre était donc reculé du PESCAIRE au PALA, avant d'être ripé sur la seconde voie (fig. 78).

Le principe de l'opération est décrit sur la figure 79. Cette opération comprenait successivement une translation, un pivotement et une descente sur vérins de 60 cm environ : ces deux dernières phases étaient nécessaires par les différences de courbure et de niveau des deux voies. Le chariot de ripage était constitué par le châssis supérieur du chariot de recul.

Cette opération de ripage, simple dans son principe, s'est révélée, cependant, assez complexe : 4 mois d'études pour quelques jours de travail. Un nombre considérable d'opérations diverses ont dû être étudiées à l'avance. L'estacade elle-même a été immobilisée 2 mois : 5 semaines de montage, 1 semaine pour le ripage et 2 semaines de démontage.

Fig. 78. — Schéma de translation.

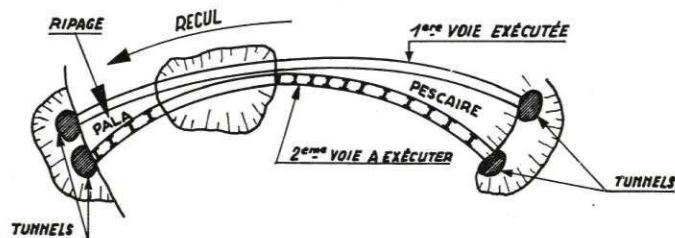
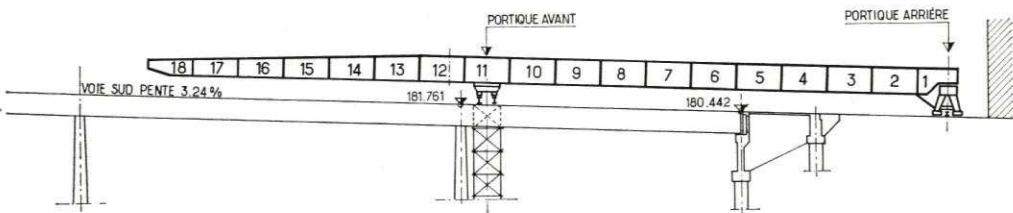
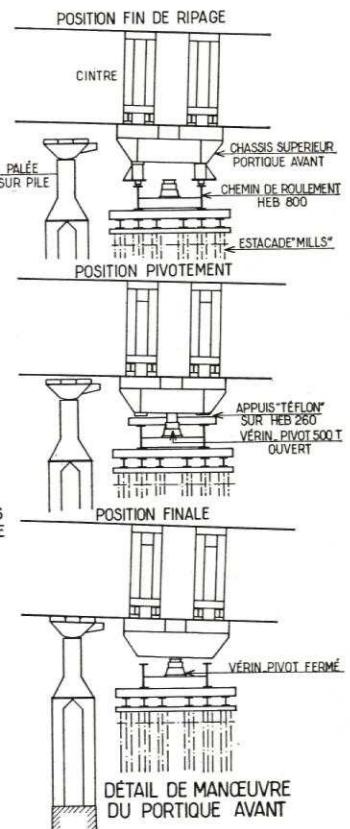
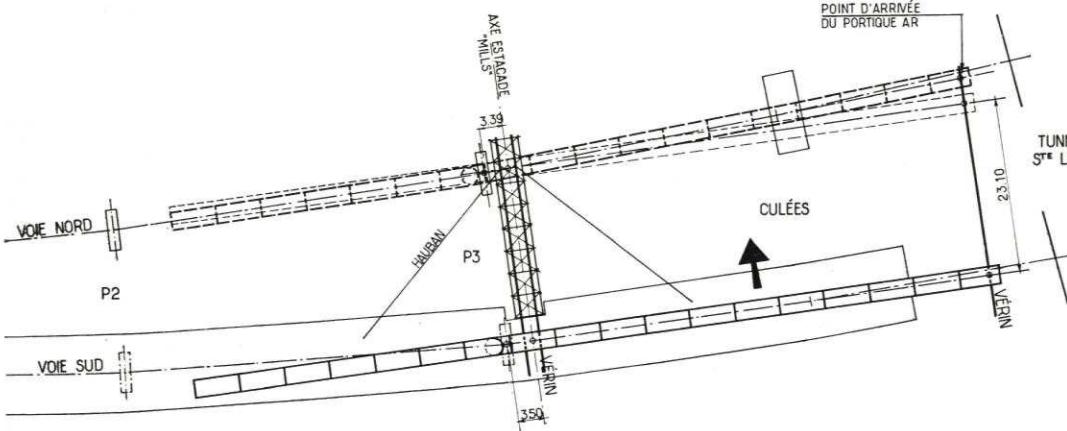


Fig. 79. — Schéma de translation de courbure.

POSITION DÉPART VOIE SUD



VUE EN PLAN



CONSTITUTION DE L'ESTACADE (fig. 80).

Quatre pylônes en cadres « Mills Béton », surmontés de camarteaux et de profilés HEB 800, permettent de faire rouler une charge de 300 t correspondant à la réaction du portique avant.

Le tassement élastique observé sur l'estacade chargée a été conforme aux calculs, c'est-à-dire voisin de 12 mm.

Malgré la vitesse de ripage très faible, 3 mm/s, de grandes précautions furent prises pour la stabilité aux efforts horizontaux : ancrage du chemin de roulement sur le tablier existant (2 axes ø 80) et haubannage à l'aide de deux haubans de 230 t, tendus à 4 t seulement, permettant ainsi de reprendre d'importants efforts horizontaux sans permettre des déplacements importants de l'estacade en tête des tubes. 1 200 m de haubans étaient montés à l'intérieur de l'ossature tubulaire pour le contreventement. Ces haubans reportaient les efforts à trois niveaux d'arrimage de l'estacade aux deux piles béton existantes. Seule la pile sous tablier existant pouvait être considérée comme fixe, étant donné la grande flexibilité des piles. Le faux aplomb de l'estacade a pu être limité à 9 mm pour une hauteur de 32 m. Des feuilles de plomb étaient intercalées entre les pieds et le massif de fondation. L'implantation du chemin de roulement sur l'estacade dut être réalisée avec une grande précision afin d'assurer le parallélisme des deux voies de translation (chariot avant et portique arrière).

DÉLAIS

Toutes les opérations se sont déroulées en travail à deux postes afin de terminer la mise en place du cintré sur la deuxième voie en même temps que les équipes de génie civil terminaient la dernière travée de la première voie exécutée sur étalement PAL.

Au total, l'opération de transfert du cintré de la première à la seconde voie a tout juste duré le temps d'exécution d'une travée (la dernière, exécutée sur étalement), soit une semaine :

- Recul proprement dit : 3 postes.
- Ripage : 1 poste (de nuit).
- Descente sur vérin de 0,70 cm : 1 poste.
- Pivotement : 1 poste.
- Reprise de la charge par la palée sur pile : 1 poste.

Les autres postes ont été consacrés aux préparatifs et manœuvres diverses.

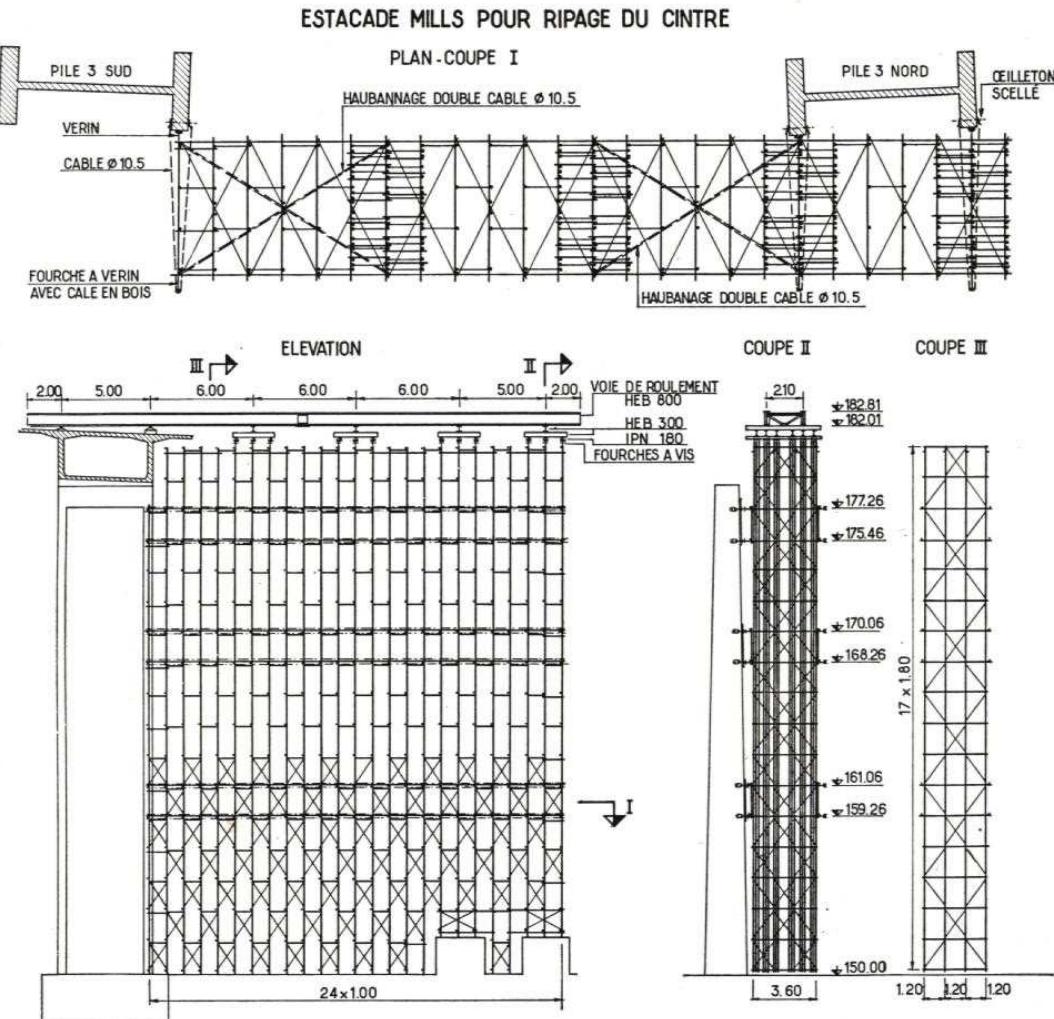


Fig. 80.

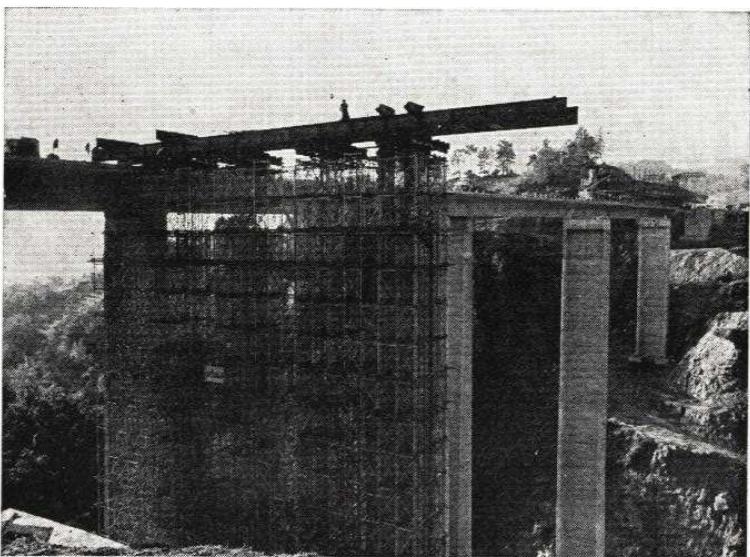


Fig. 81. — Préparation estacade de ripage. Mise en place des HEB 800 sur rouleurs express. Pose des renforts, entretoisements et vérins de 500 t pour pivotement. Recul du chemin de roulement HEB 800 pour laisser le passage sur le viaduc au portique arrière du cintre. Mise en place des vérins de dégagement des rouleurs de lancement des HEB 800.



Fig. 82. — Pose de la palée sur pile devant recevoir le cintre après pivotement et descente sur vérins. Pose, à l'aide d'un chariot provisoire roulant sur les HEB 800, la pile étant inaccessible aux grues de chantier.

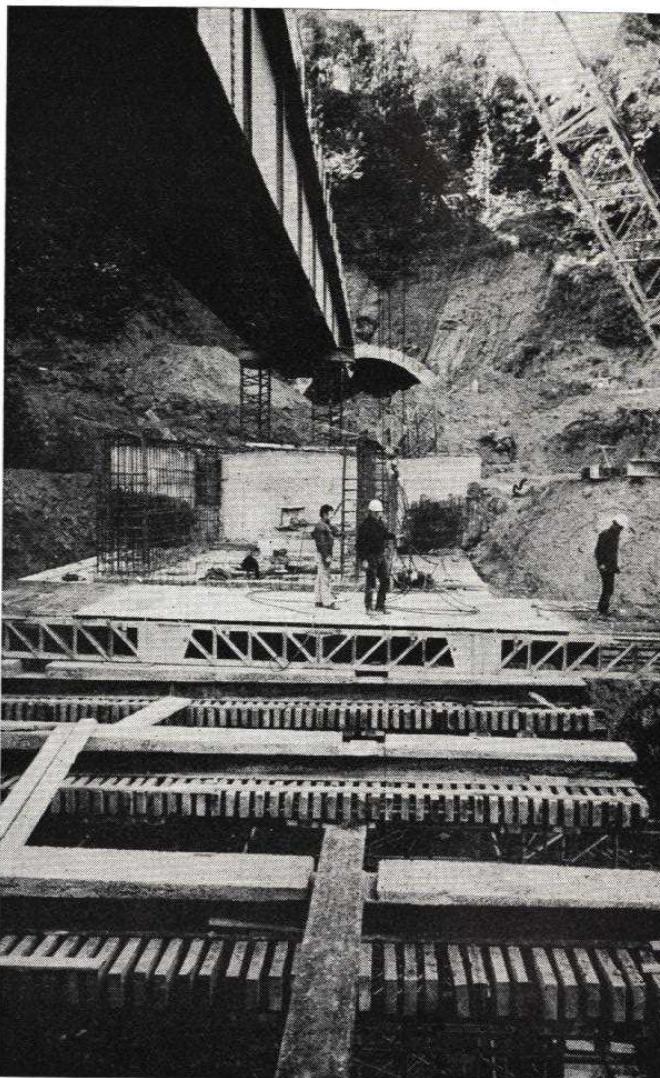
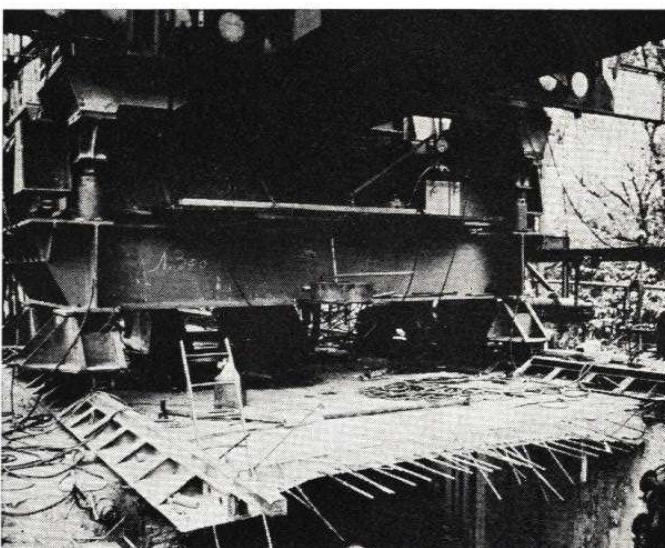


Fig. 83 et 84. — Préparation du recul (dernière travée du Pescaire).

Dépose des planchers sur l'estacade Pal. Béton de pour dévers. Amenée des éléments du portique sur profilés et des équerres de fixation du portique le cintre.

Montage en SL 40 de la palée sous avant-bec. Montage du châssis supérieur du portique avant puis introduit du châssis inférieur et de son pivot vérin de 500 t.



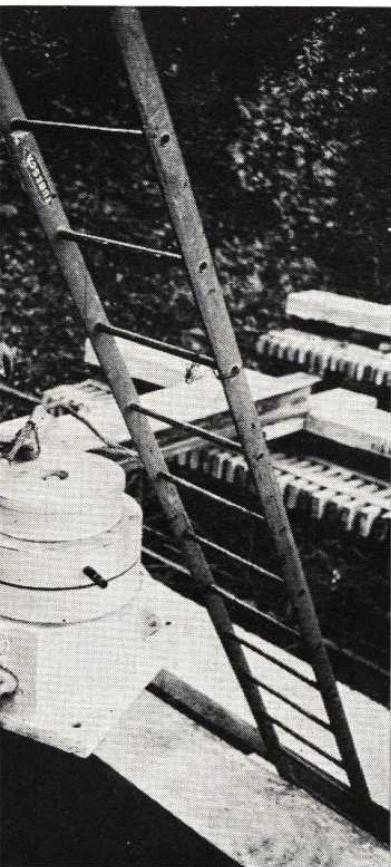
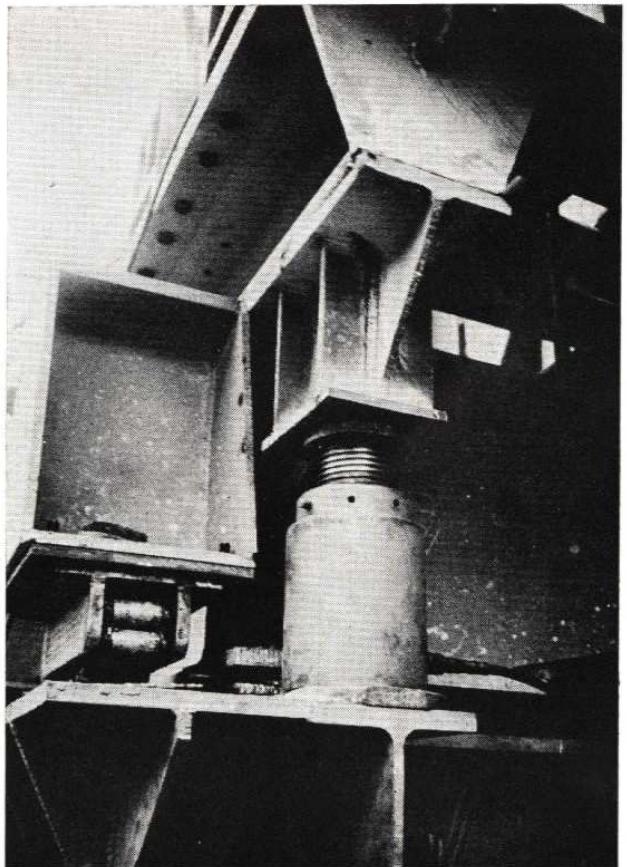


Fig. 85, 86 et 87. — Montage du portique avant pour le recul. Le pivot (vérin de 500 t fig. 26) est placé entre les deux châssis du portique. Noter la pompe du vérin de pivot et des vérins de reprise aux quatre angles du châssis supérieur.

Voir détail figure 87.



près montage du portique avant, retrait de la palée sous le cintre afin de permettre le recul du portique (fig. 88), après mise en tension de l'avant-dernière travée, décintrement et transfert du poids du cintre sur le avant par mise en charge du vérin pivot de 500 t.

autres préparatifs au portique arrière. Préparation d'une charpente provisoire permettant de réaliser l'encasement du portique sur la poutre pendant le ripage sur l'estacade.

réparation de la voie de ripage et pivotement du portique arrière devant les tunnels (fig. 89).

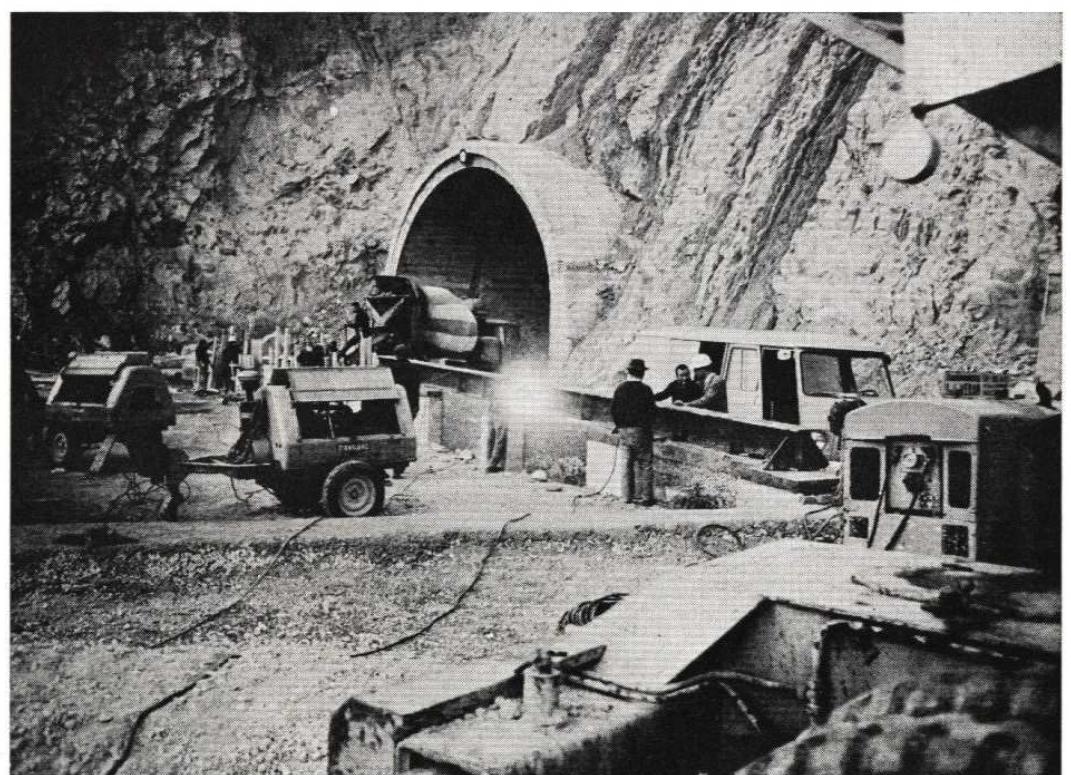


Fig. 88.

Fig. 89.

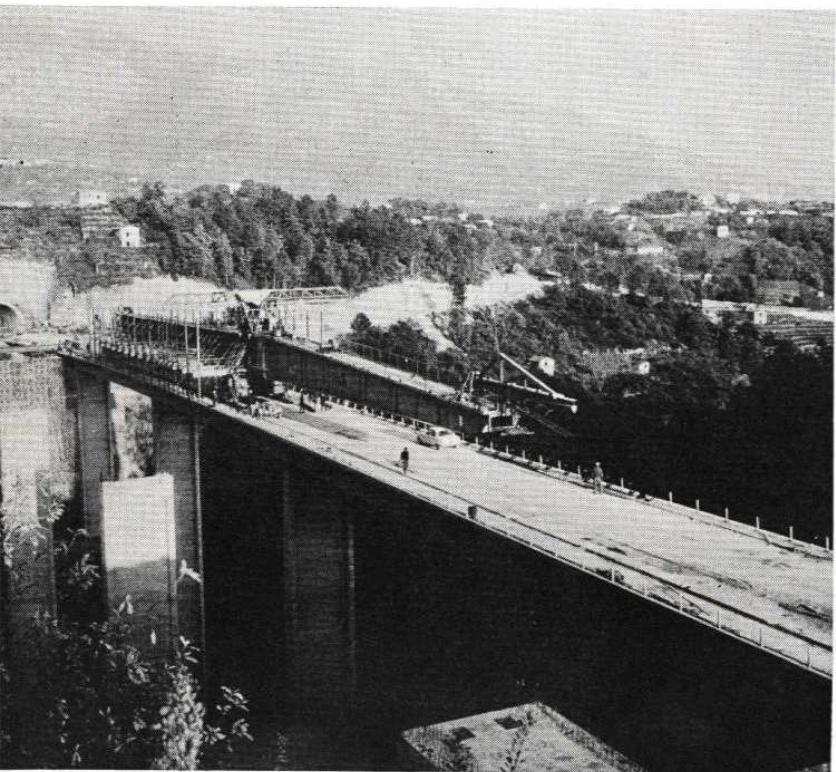


Fig. 91.— Recul. Arrivée du cintre dans la zone de ripage.

Fig. 92.— Mise sur vérin du portique arrière pour remplacement d'un axe de bogie cassé.

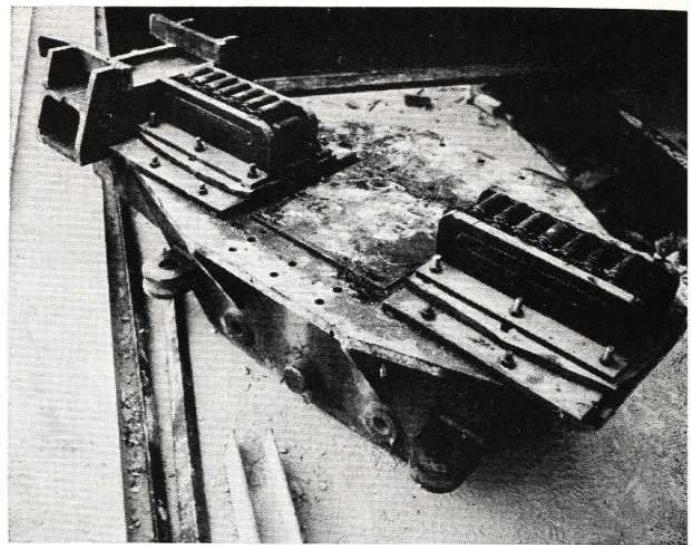
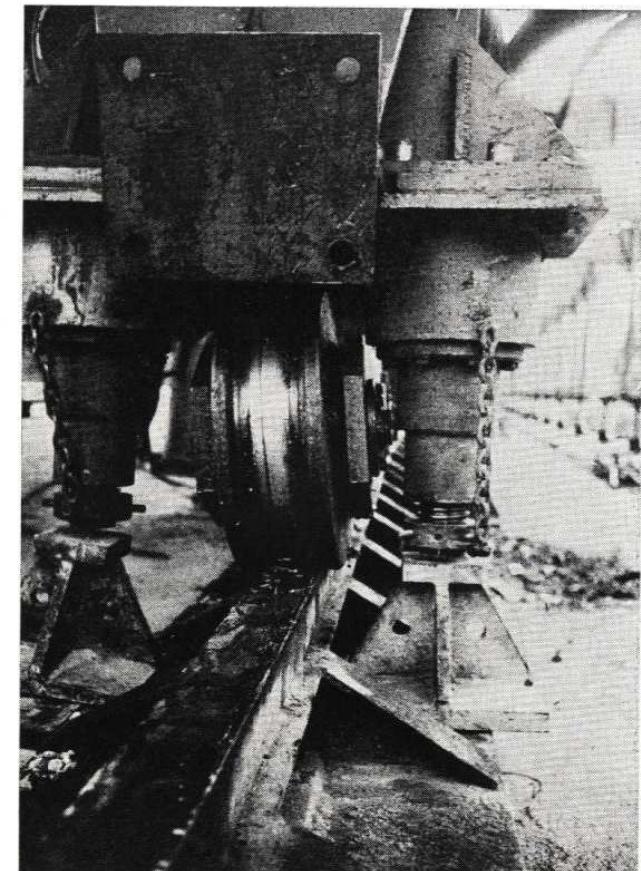
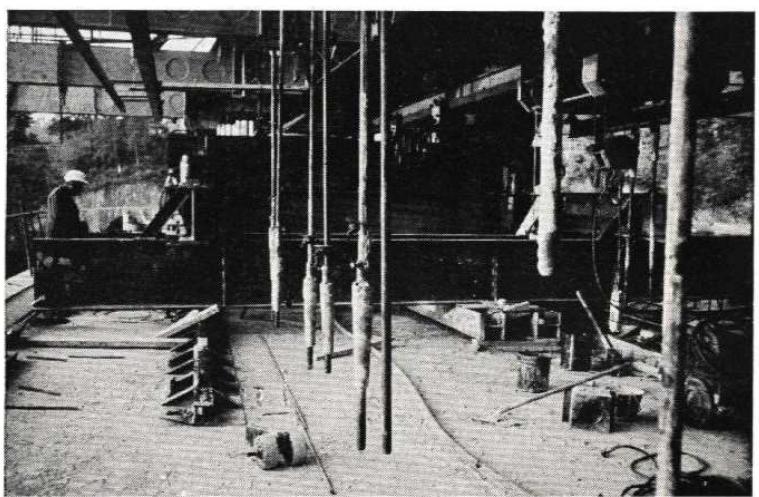


Fig. 90. — Détail d'une balancelle de roulement : rouleurs express de 100 t en acier spécial. Néoprène interposé pour mieux répartir les contraintes.



Fig. 93 et 94. — Accostage du portique avant sur les profilés HEB 800, chemin de roulement du ripage.



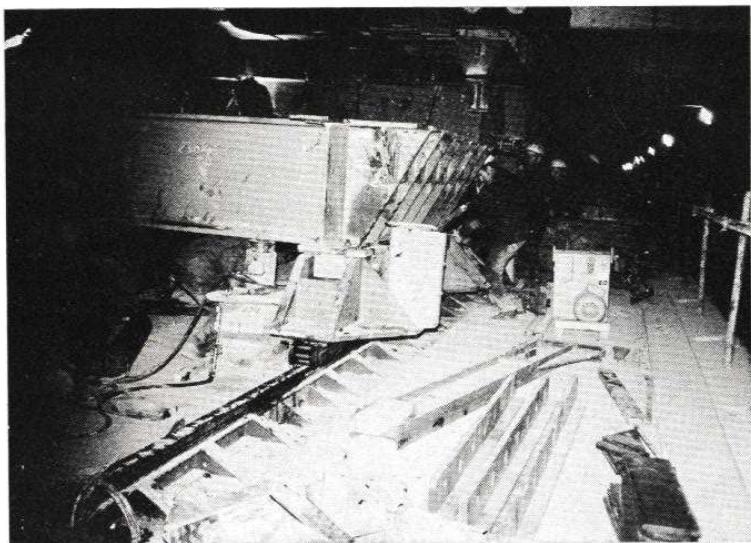


Fig. 95 et 96. — Après enlèvement du vérin pivot et désaccouplement des deux châssis du portique avant, transfert du châssis supérieur sur les profilés 800. Le châssis supérieur va servir de chariot de ripage après incorporation des balancelles du châssis inférieur. Le châssis inférieur est abandonné.

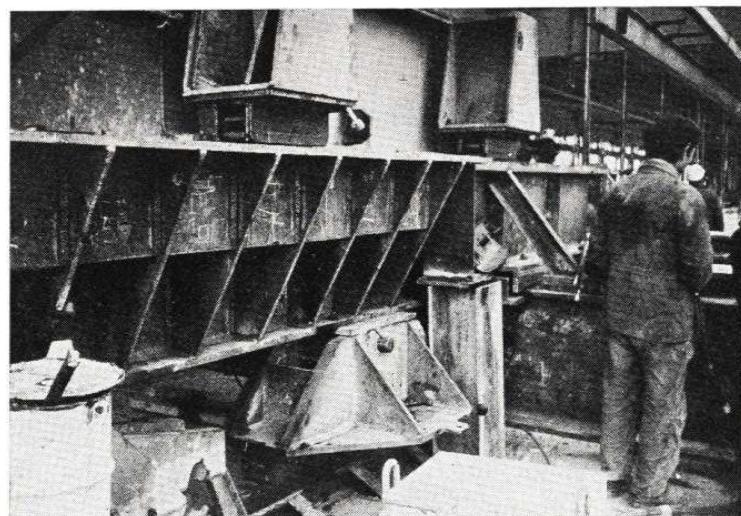


Fig. 97 et 98. — Mise sur vérins du châssis supérieur pour introduction des balancelles de ripage.



Fig. 100. — Préparatifs de ripage du portique arr
Introduction du profilé HEB 300 servant de rail. Fixa
de rouleurs de 100 t entre ce profilé et le portique. Fixa
des dispositifs de guidage (patins latéraux) et de pouss
vérin de 30 t.

Le ripage sur l'estacade a dû être exécuté de nuit
de ne pas interrompre les postes.

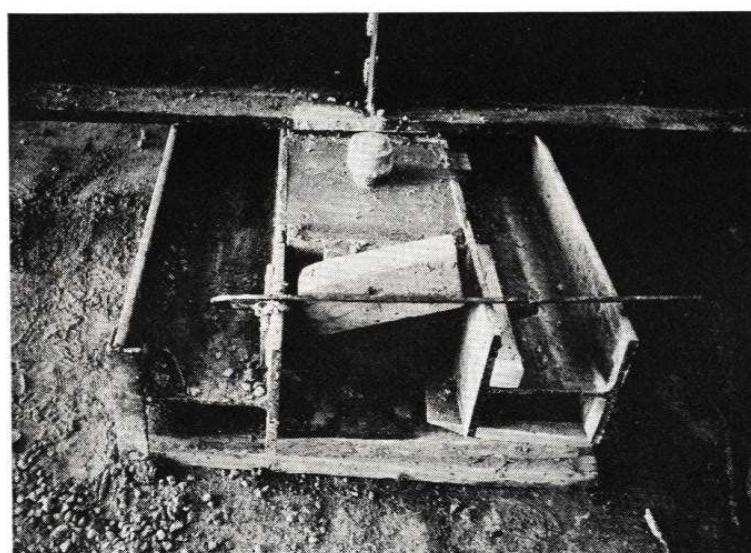
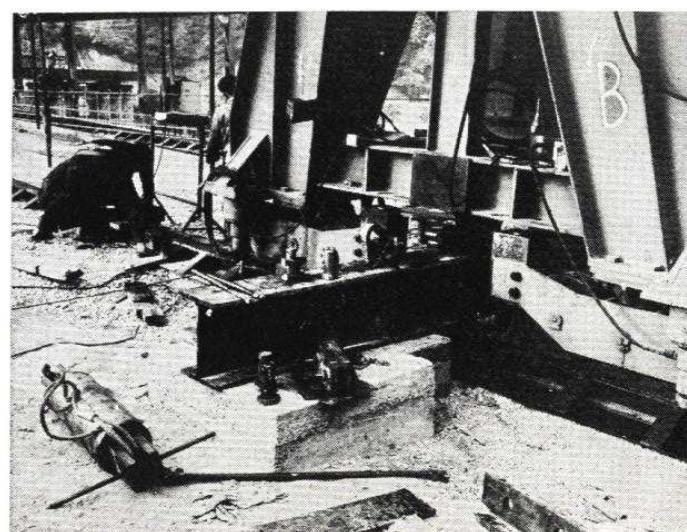


Fig. 99. — Anchorage des HEB 800 sur le tablier béton
(deux axes Ø 80 acier dur).



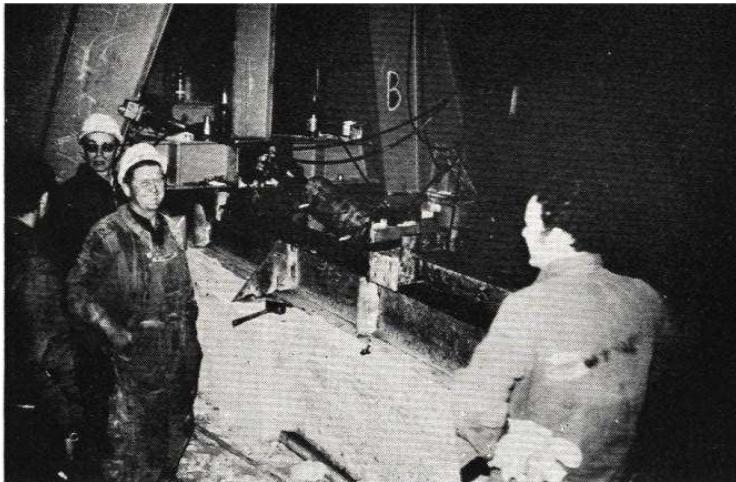


Fig. 101. — Ripage du portique arrière. Deux régulateurs de débit assurent une vitesse de déplacement égale au portique arrière et au chariot avant, évitant tout coincement et, par suite, tout effort transversal sur l'estacade.

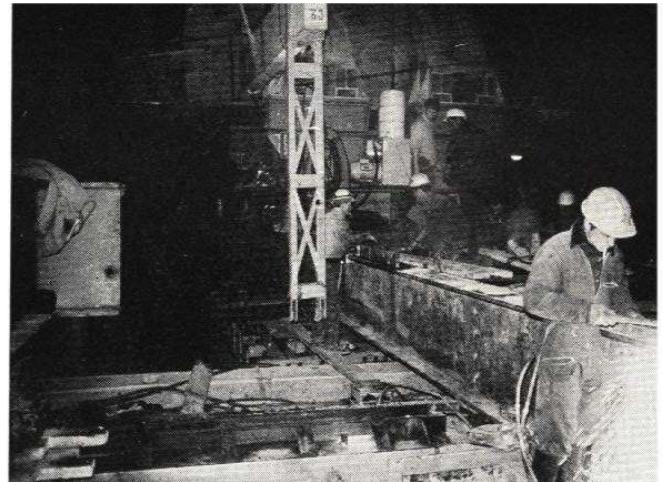


Fig. 103. — Ripage du portique avant. Noter la pente de l'arrière du chariot. Des tirfors de sécurité retiennent le cintre pour le cas où, en fin de cycle de poussée, le chariot aurait tendance à continuer, compte tenu de la pente des HEB 800 due aux tassements de l'estacade et aux flèches des HEB 800.

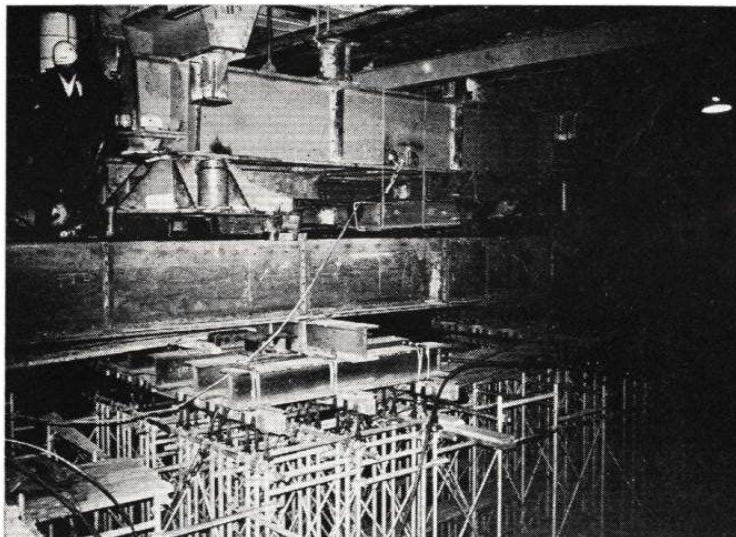


Fig. 102. — Ripage du chariot avant sur estacade. Le chariot se déplace avec, en son centre, les profilés de calage pour la descente sur vérin, et, aux extrémités, les vérins qui serviront à dégager les balancelles.

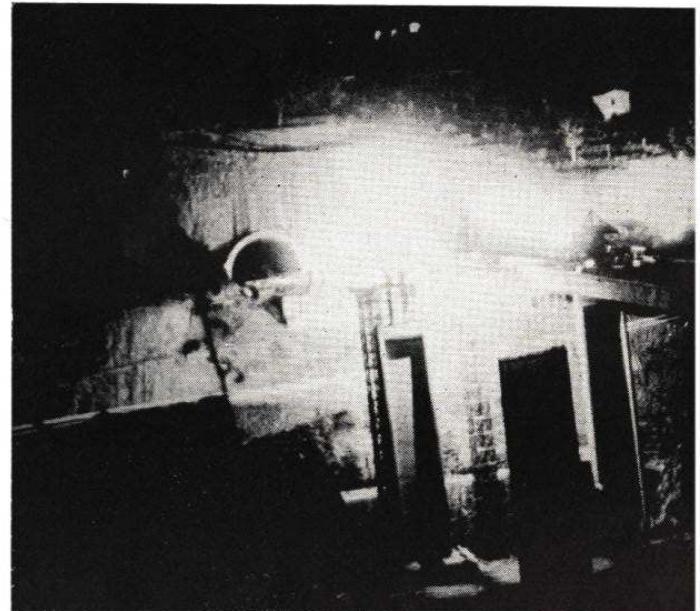


Fig. 104. — Ripage : de nuit. Vue d'ensemble.

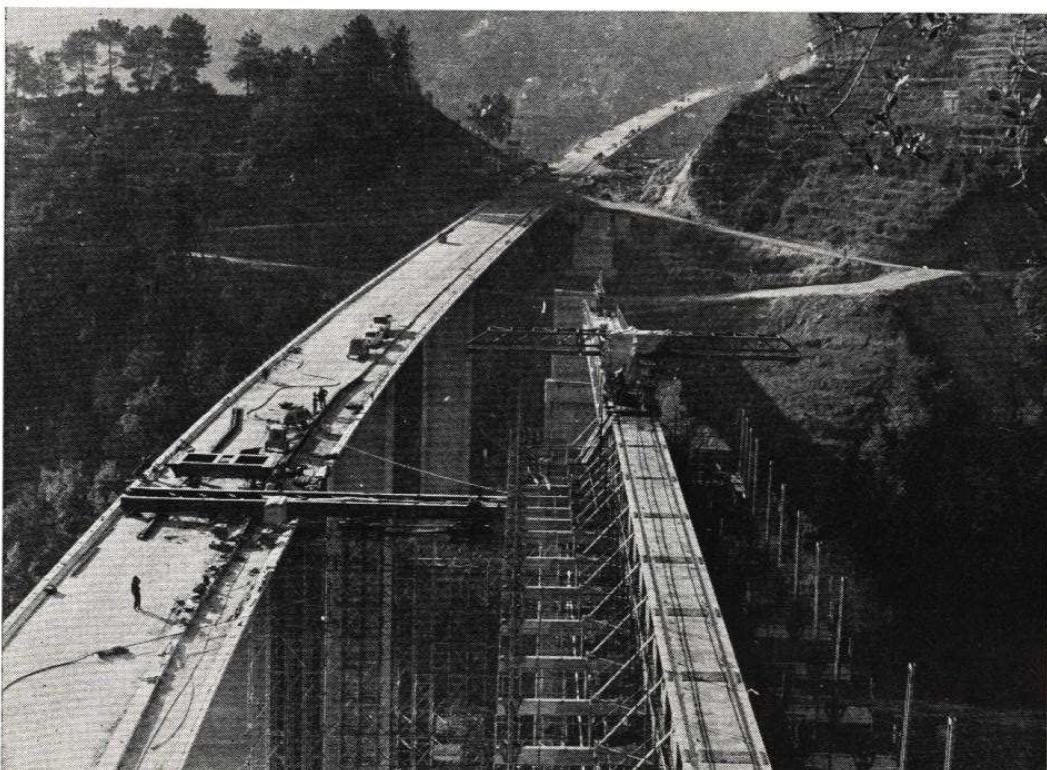


Fig. 105. — Fin de la tranche. On voit sur le tablier le niveau inférieur du portique avant donné avant ripage. On sait bien compte du non parallélisme des deux voies.

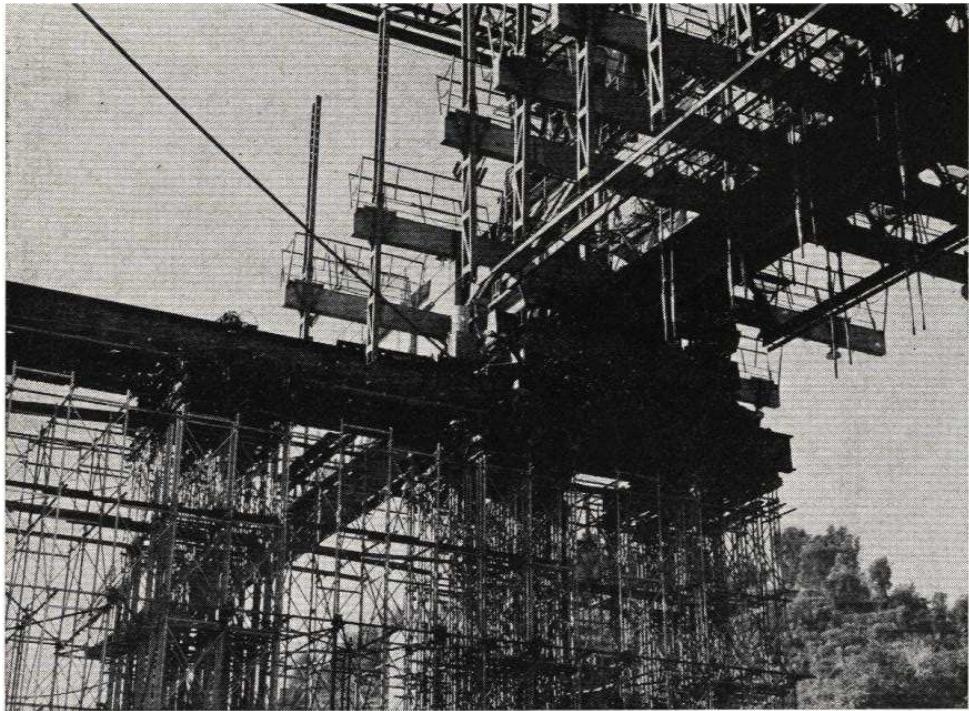


Fig. 106. — Position du chariot en fin de ripage avant descente sur vérin et pivotement.

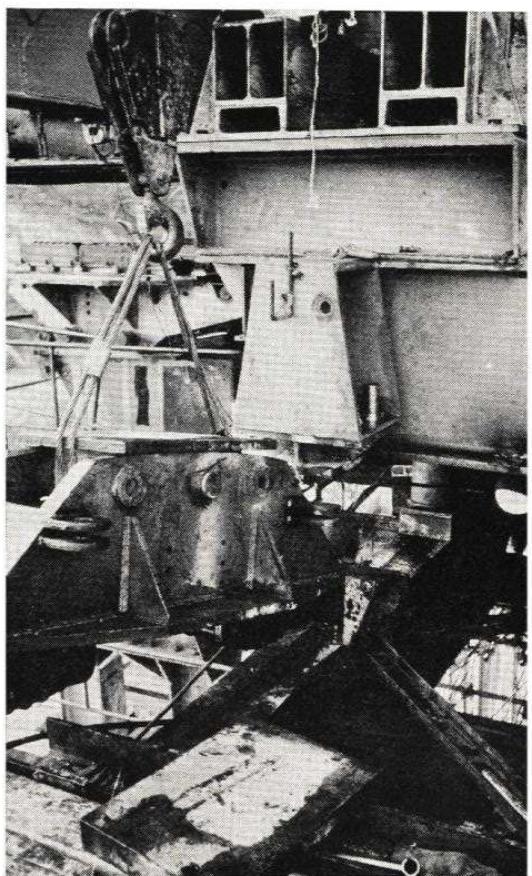


Fig. 109 et 110. — Mise en vérin du chariot en fin de ripage afin d'enlever les balancelles de translation et de pivotement à la descente sur vérins.

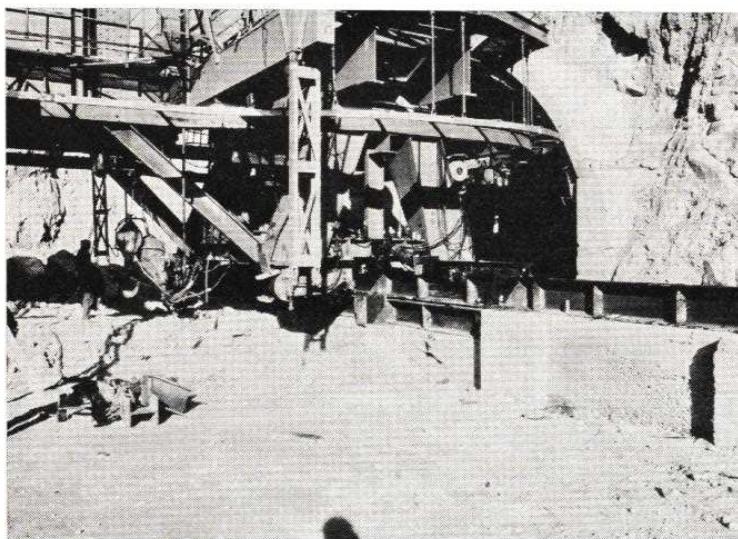


Fig. 107. — Fin du ripage du portique arrière. Le profilé supérieur de translation va être enlevé et, après descente sur vérin du portique arrière, se déplacera pendant son pivotement autour du chariot avant, sur le profilé inférieur supportant un rail circulaire.

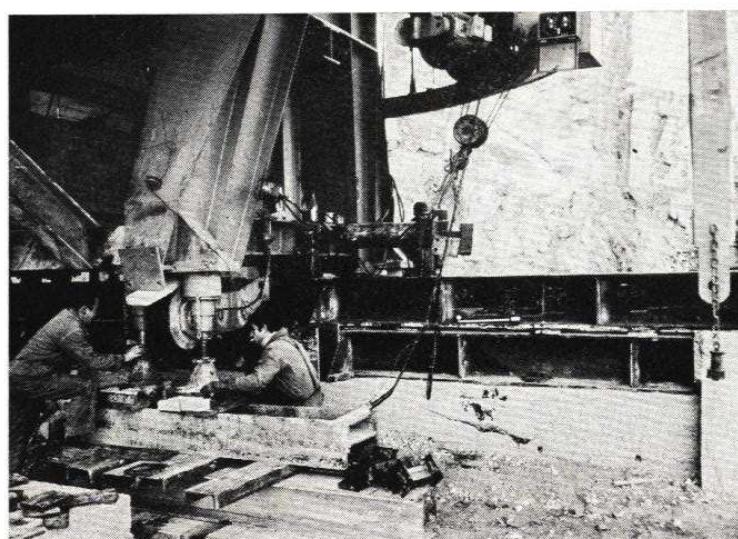


Fig. 108. — Préparatifs pour la descente sur vérin du portique arrière.



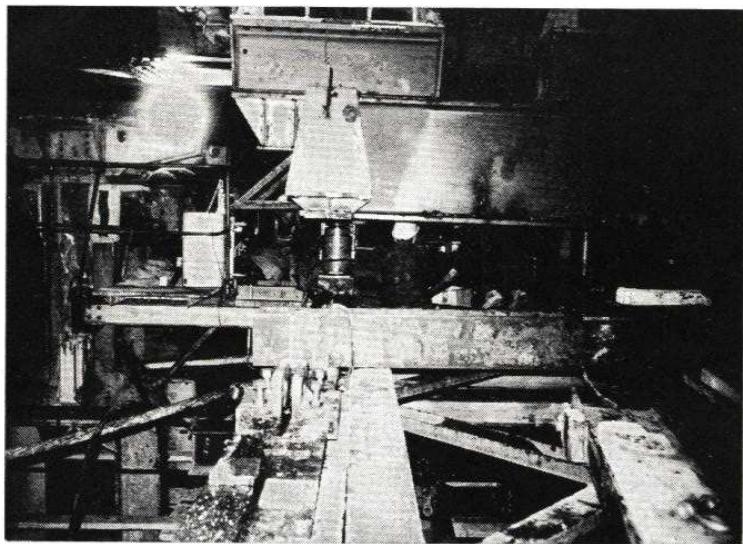


Fig. 111. — Mise sur vérin du chariot avant pour enlèvement des balancelles.

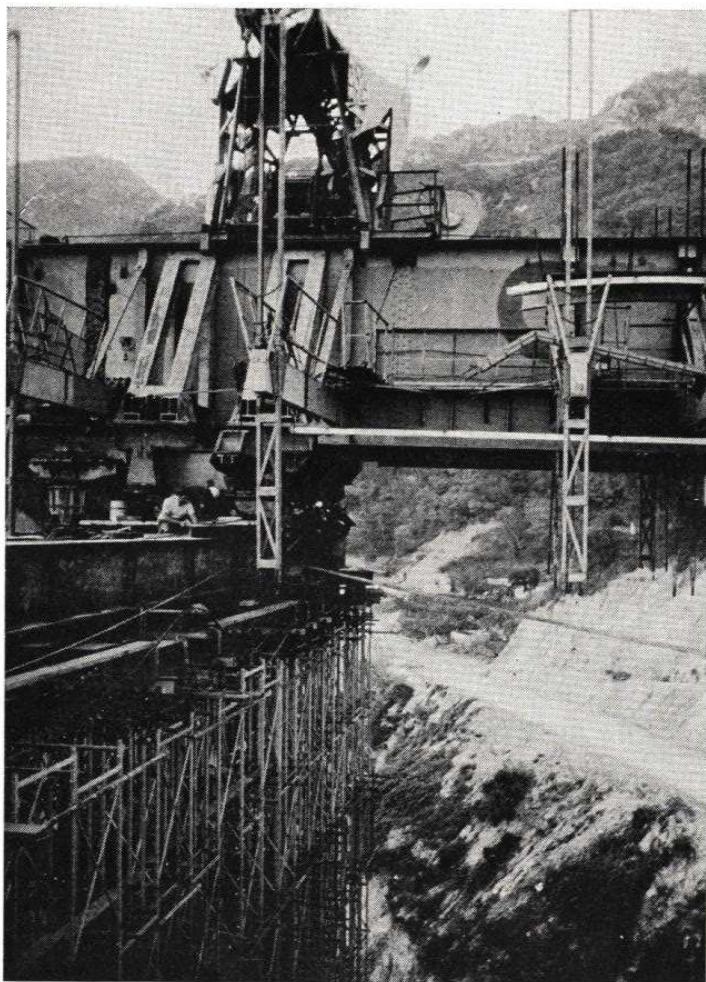


Fig. 112. — Enlèvement d'une balancelle.

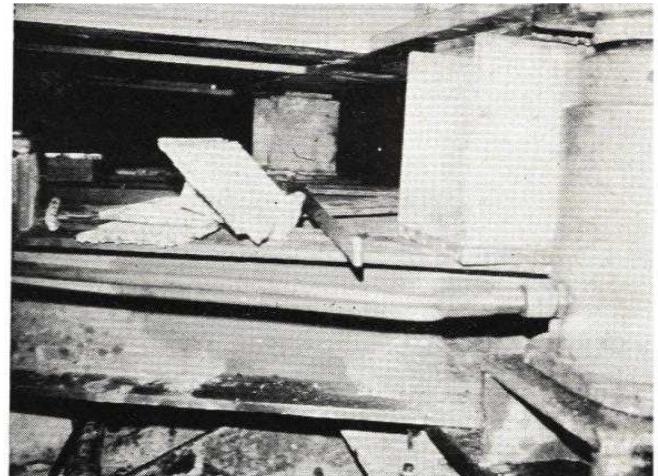


Fig. 113. — Descente sur vérin afin de faire reposer le centre sur le vérin pivot de 500 t, placé entre l'esta et le centre du chariot de ripage.

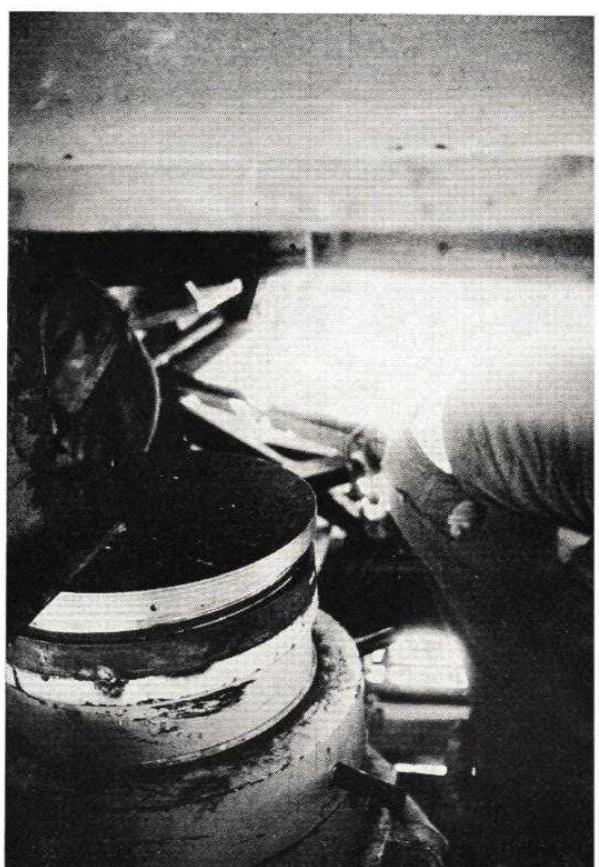


Fig. 114. — Tête du pivot. Vérin de 500 t sur lequel le centre repose en équilibre pendant le pivotement.

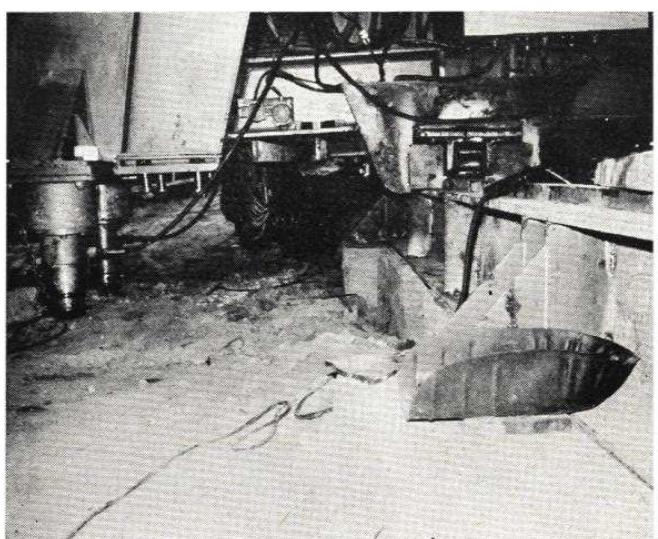


Fig. 115. — Portique arrière en cours de pivotement.



Fig. 116. — Pivotement du cintre sur la tête du vérin de 500 t.

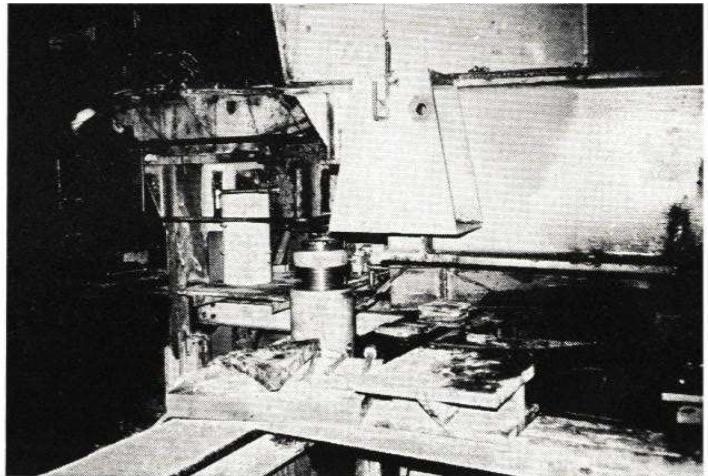


Fig. 117. — Après pivotement, transfert du poids du cintre du vérin pivot aux balancelles de la palée sur pile (à gauche de la photo) : ces balancelles mises sur vérin ont donc repris la charge du cintre avant d'abaisser le vérin pivot sur l'estacade.

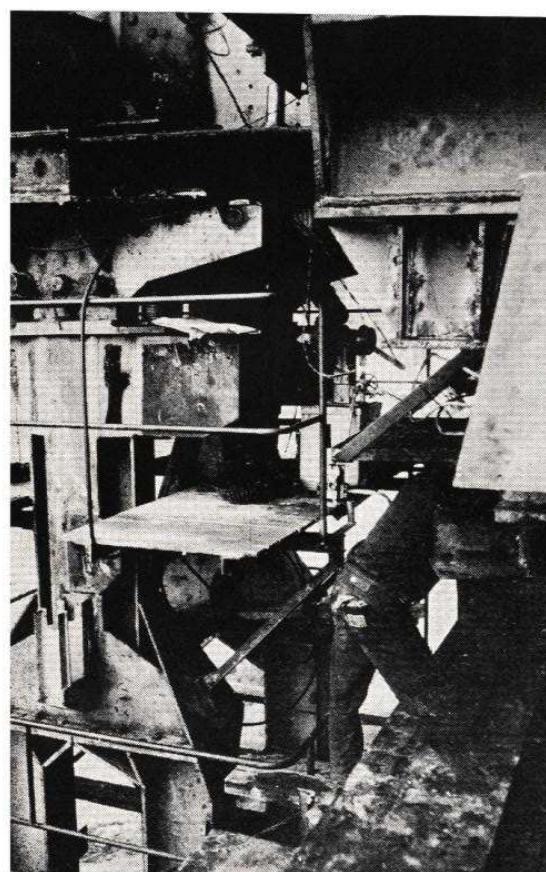


Fig. 118. — Palée sur pile située immédiatement devant le chariot.



Fig. 119. — Fin de l'opération. Le cintre repose sur le portique arrière et sur la palée sur pile. Il est prêt à être lancé dès que seront montés les planchers et démonté le chariot de ripage ainsi que la partie supérieure de l'estacade.

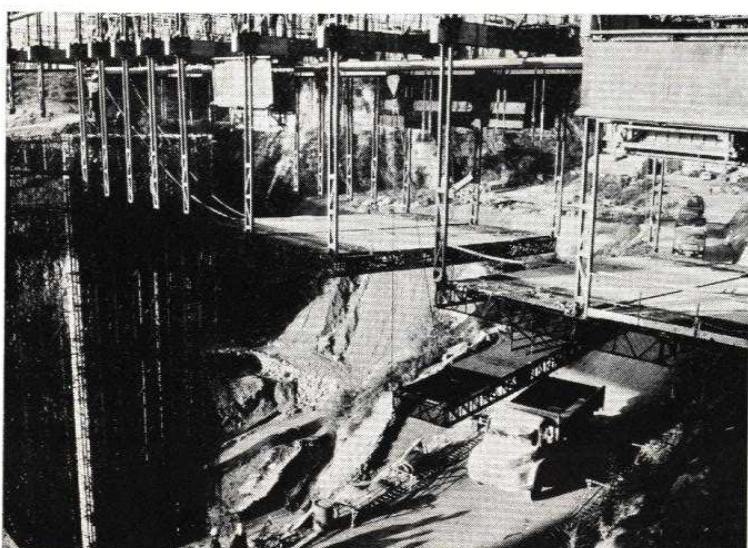
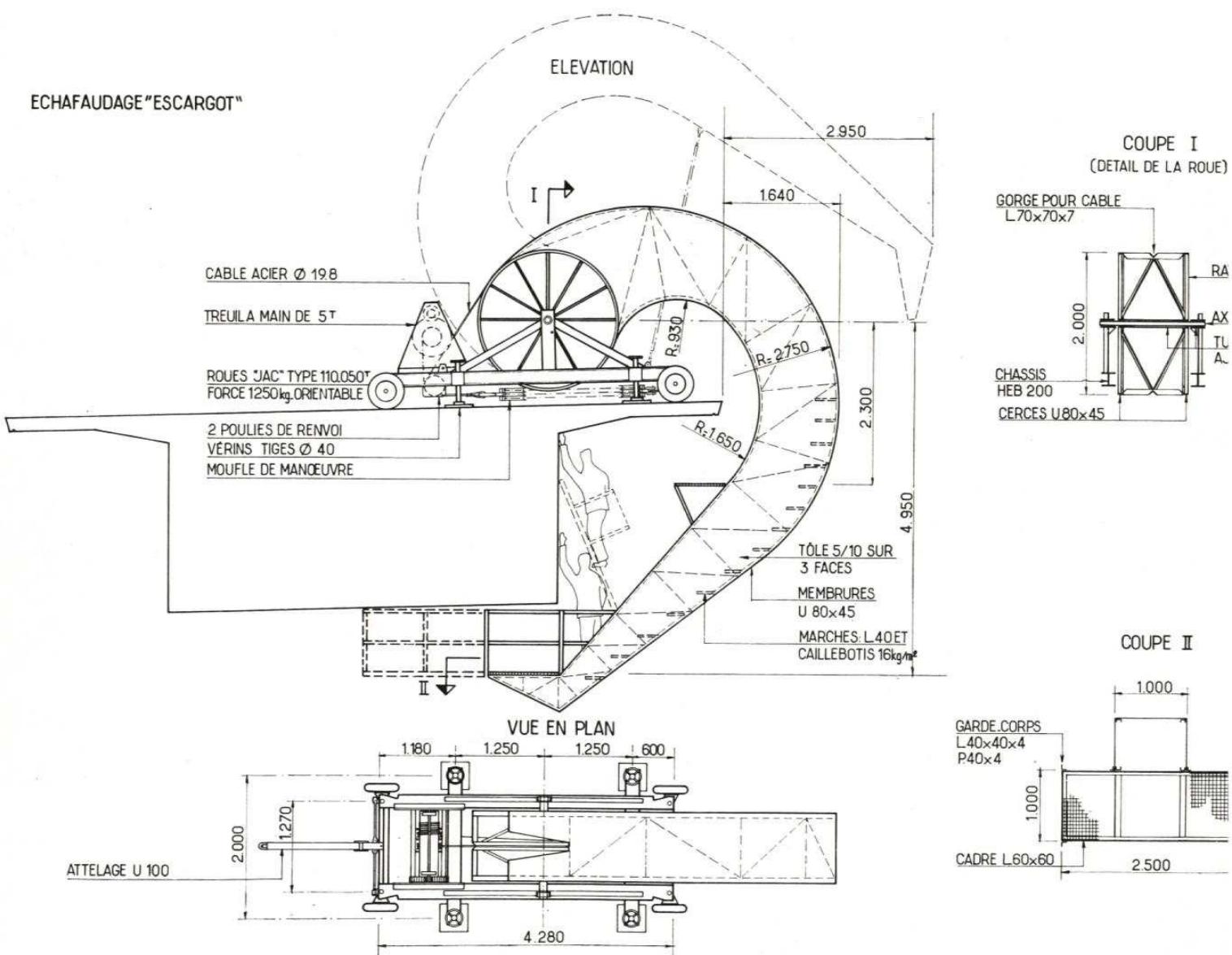


Fig. 120. — Montage des planchers en fin de manœuvre ; ces planchers proviennent de la dernière travée exécutée par étalement Pal pendant le ripage.

XI. « ESCARGOT » PASSERELLE DE RAGRÉAGE

Une passerelle de ragréage (fig. 121) a été étudiée qui peut se déplacer d'une travée à l'autre ou d'un viaduc à un autre sans démontage. Cette passerelle a permis d'exécuter les ragréages dans les conditions de parfaite sécurité. Elle a permis également d'intervenir sous les caissons lors d'incidents d'injection.

Cette passerelle peut se déplacer sans démontage aucun, tout en respectant le gabarit routier.



XII. CONCLUSION

On voit donc que la construction d'une autoroute de montagne pose des problèmes d'exécution difficile voire imprévisibles. Il n'est donc pas étonnant que le coût s'en ressente lourdement.

Dans le cas particulier qui nous intéresse, ces problèmes ont dû être résolus, pour ainsi dire, dans la foulée les délais d'exécution étant extrêmement courts. Piles et tabliers ont, d'ailleurs, été entièrement exécutés en travail continu ; les opérations les plus délicates : ripage du cintre sur estacade, lancement de pile à pile, mise en tension, décentrement, etc... ont été exécutées de nuit.

Les 1 600 m de viaducs ont en effet été exécutés en 15 mois en ce qui concerne la Voie Sud ; la Voie No 1 était terminée 5 mois plus tard, soit avec une avance de plus d'un an sur le délai contractuel.

Le bel esprit d'équipe qui a régné sur ce chantier a rendu fructueuse la coopération de l'Entreprise et de l'Administration, permettant de surmonter toutes les difficultés exceptionnelles d'un tel chantier dans des délais aussi exceptionnels.

Nous remercions la Direction de l'Équipement des Alpes Maritimes d'avoir bien voulu nous accorder sa confiance dans l'exécution des opérations les plus délicates.

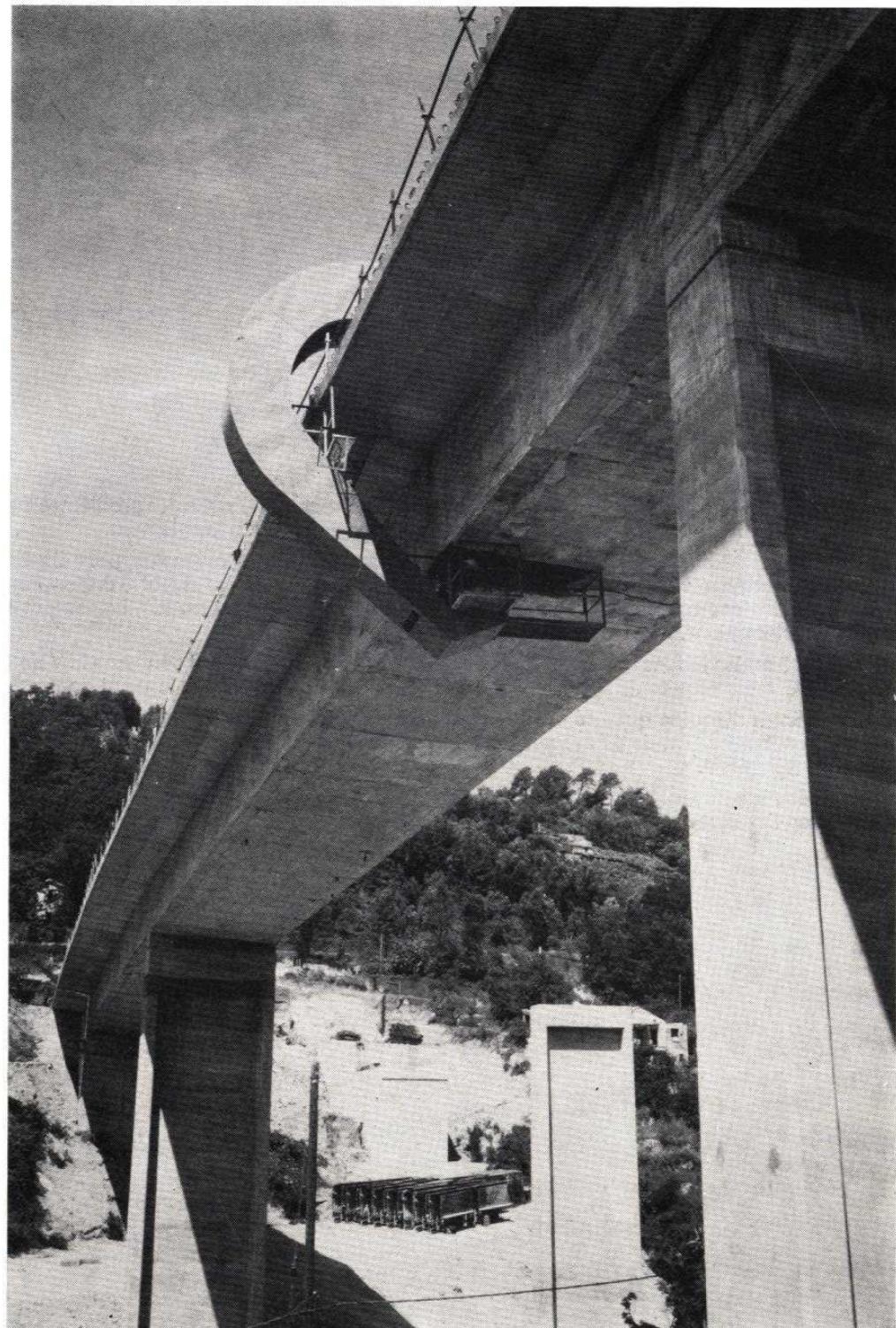


Fig. 122. — R agrage au Fossan.