



**LE SYSTÈME CONRAD :
ORGANISATION D'UN CHANTIER COMPLEXE
AU NIVEAU DES TÂCHES ÉLÉMENTAIRES**

par

Y. CAINE,

Ingénieur Civil des Ponts et Chaussées
Directeur de Travaux à CITRA - FRANCE

et

M. SOULIÉ

Directeur à la SEMA (Société d'Économie
et de Mathématiques Appliquées)

RÉSUMÉ

L'exécution de travaux de gros-œuvre du chantier de la Tour Maine-Montparnasse, chantier de bâtiment exceptionnel en Europe, a posé le problème de l'organisation des travaux au niveau des tâches élémentaires sous un jour nouveau.

L'auteur passe en revue les différents paramètres, non indépendants entre eux, constituant les données du problème (cadences de production, définition des ouvrages, complexité résultante, etc...) puis expose la solution apportée à ce problème : l'approche en système de la conduite des travaux.

Le système Conrad mis au point à Montparnasse utilise les moyens radio (dispatching du matériel et des équipes par tranche de un quart d'heure) et informatique (programme Conrad) qui permettent d'aller très au-delà des possibilités des méthodes classiques du type Pert dans la préparation, la coordination, l'exécution et le contrôle des tâches élémentaires : ce système se présente donc comme un complément aux méthodes classiques dans le cas de la conduite d'un chantier complexe.

ZUSAMMENFASSUNG

Bei der Ausführung der Rohbauarbeiten auf der für Europa aussergewöhnlichen Baustelle des Maine-Montparnasse Hochhauses in Paris, hat sich das Problem der Arbeitsorganisation auf der Stufe der elementaren Aufgaben in einem neuen Licht gezeigt.

Der Verfasser berichtet über die verschiedenen, untereinander abhängigen Parameter, die die Daten des Problems ausmachen (Produktionsrhythmus, Bestimmung der Bauwerke, sich ergebende Kompliziertheit, usw.) und geht anschliessend zur Darstellung der Lösung dieses Problems über, die darin besteht den Ablauf der Bauarbeiten als ein System zu behandeln.

Das für das Hochhaus Montparnasse entwickelte Conrad'sche System benutzt als Mittel sowohl Rundfunk (Materialverteilung und Baugrupps in jeweils viertelstündigem Einsatz) wie den Computer (Programm Conrad), die es gestatten weit über die Möglichkeiten der klassischen Methoden vom Typ der Netzplantechnik Pert hinauszugehen, was die Vorbereitung, die Koordination, die Durchführung und die Kontrolle der elementaren Bauaufgaben betrifft. Dieses System erscheint somit als eine Ergänzung der klassischen Methoden im Falle der Führung einer komplexen Baustelle.

Mots-clés : Ordonnancement • Opération sur chantier • Béton armé • Ordinateur • Programme • Programme (calculateur) • Liaison • Poste radio • Préparation • Travail • Contrôle • Chantier.

SUMMARY

The execution of masonry works of the Maine-Montparnasse high rise Building site, an exceptional building site in Europe, presented the problem of the organization of works on the level of elementary tasks in a new light.

The author reviews the different parameters, which are interdependent, constituting the data of the problem (rates of production, definition of the works, resulting complexity, etc.) then presents the solution found for this problem : the system approach to the carrying out of the works.

The Conrad system developed in Montparnasse uses radio means (dispatching of the equipment and of teams in fifteen-minute shifts) and data processing (Conrad programme) which make it possible to go far beyond the possibilities of conventional methods of the Pert type in the preparation, coordination, execution and checking of the elementary tasks: this system thus appears as a complement to traditional methods in the case of the running of a complex job site.

RESUMEN

La ejecución de las obras estructurales de la Torre Maine-Montparnasse, obras de características excepcionales en Europa, ha planteado el problema de la organización de los trabajos al nivel de las tareas elementales, en un nuevo aspecto.

El autor examina sucesivamente los distintos parámetros, no independientes entre sí, que constituyen los datos del problema (cadencias de producción, definición de las obras, complejidad resultante, etc.), exponiendo acto seguido la solución dada a este problema : el planteamiento en sistema de la dirección de los trabajos.

El sistema Conrad, puesto a punto en Montparnasse, hace empleo de los medios de radio (puesto de distribución de la maquinaria y de los equipos de personal por etapas de un cuarto de hora) y de informática (programa Conrad) que permiten ir más allá de las posibilidades derivadas de los métodos clásicos, del género Pert, por lo que se refiere a la preparación, la coordinación, la ejecución y el control de las tareas elementales : este sistema se presenta, consecuentemente, como un complemento de los métodos clásicos, en el caso de la dirección de obras complejas.

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.

LE SYSTÈME CONRAD

par Y. CAINE et M. SOULIÉ

INTRODUCTION

La préparation, la coordination et le contrôle des tâches élémentaires sur un chantier constituent les bases de la conduite quotidienne des travaux et ont de ce fait une influence certaine sur les résultats d'exploitation du chantier. Mais la taille, les cadences de production et la complexité de certains gros chantiers font que l'organisation de ceux-ci ne peut plus se satisfaire uniquement de l'ordonnancement tel qu'il existe aujourd'hui sous sa forme classique : systèmes PERT ou MPM potentiel. Au niveau de la

réalisation quotidienne des tâches élémentaires, la complexité des faits liée à la saisie tardive de l'information fait qu'il y a divergence entre prévisions établies suivant les méthodes classiques et réalisation. Lors de l'exécution du lot socle de l'opération MAINE-MONTPARNASSE, nous avons dû pour surmonter ces difficultés mettre en place un système de conduite de travaux que l'on pourrait qualifier de nouveau tant il est plus élaboré que les méthodes classiques.

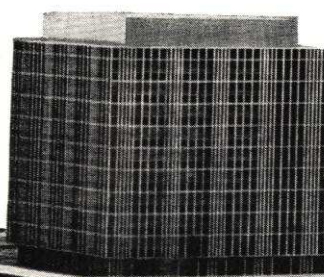
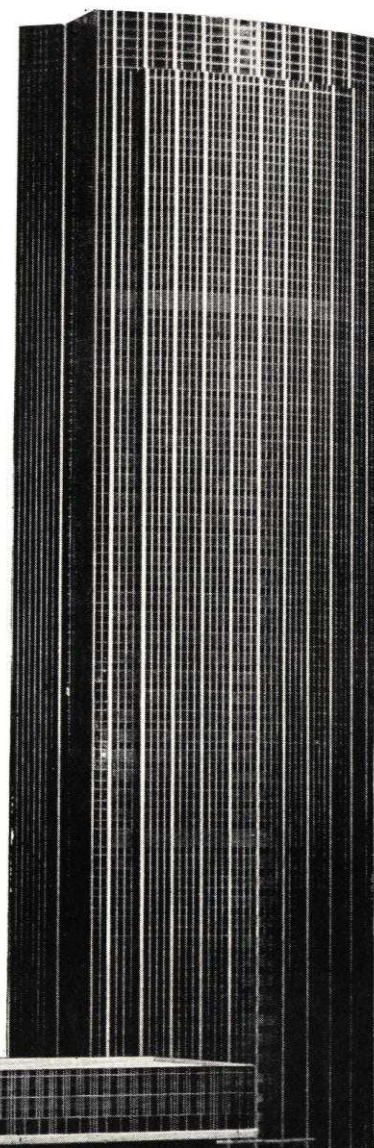
I. — LE SYSTÈME CONRAD

Ce système totalement différent par son approche des méthodes du type Pert permet de pousser bien plus dans le détail la préparation quotidienne des tâches et le contrôle de leur avancement tout en conservant une grande souplesse d'utilisation : il se présente donc comme le complément des méthodes classiques. C'est donc ce système de conduite de travaux complexes au niveau des tâches élémentaires, que nous allons examiner dans l'exposé qui suit. Afin de mieux préciser ce problème tel qu'il se présentait sur l'opération Maine-Montparnasse, nous décrirons sommairement les travaux à réaliser et les méthodes d'exécution mises en œuvre pour la réalisation.

Vue d'ensemble de l'opération terminée.

L'opération Maine-Montparnasse comporte l'exécution d'un vaste ensemble immobilier de 300 000 m² environ, constitué d'une tour et d'un socle. Le socle est lui-même constitué d'une superstructure (immeubles autres que la tour proprement dite) et d'une infrastructure bien plus importante puisqu'elle s'étend sur toute la surface de l'opération et s'enfonce à une profondeur de 25 m environ sous le niveau du sol.

Nota : Les travaux de la tour Maine-Montparnasse ont été décrits dans les ANNALES I.T.B.T.P., décembre 1971, n° 288, série : VC/68.



DESCRIPTION GÉNÉRALE DES TRAVAUX DU LOT SOCLE

(cf. Vue d'ensemble de l'opération terminée)

Notre propos concerne les travaux exécutés par les entreprises CITRA-FRANCE et MOISANT LAURENT SAVEY et représentant environ 150 000 m² de planchers composés d'ouvrages très divers : des parkings, des bureaux, des locaux techniques (Centrale pour air conditionné, Centrales Électriques, Centrale C.P.C.U., galeries de ventilation pour l'ensemble de l'opération), un Centre socio culturel pour la ville de Paris comprenant deux piscines, des locaux commerciaux, grands magasins, restaurants, petits commerces, galerie marchande, etc...

L'ensemble de ces ouvrages est donc constitué en partie de structures classiques plus ou moins répétitives (poteaux, poutres, voiles, escaliers, planchers, etc...), en partie de structures spéciales (piscines, hall de piscines couvert par des portiques précontraints supportant les 14 étages du bâtiment textile, escaliers monumentaux de la Place basse, rampes de parkings, etc...).

Les délais d'exécution étaient très réduits puisque le planning général de l'opération ne laissait que seize mois pour l'exécution de ces travaux représentant 50 000 m³ de béton environ. Les cadences de construction devaient atteindre et ont atteint les 600 m²/jour de plancher ou structures équivalentes, grâce à la mise en œuvre de méthodes industrielles.

MÉTHODES D'EXÉCUTION

Le démarrage et la poursuite des travaux, alors que le projet n'était toujours pas figé, fit exclure la préfabrication qui eut d'ailleurs posé des problèmes car il n'était pas facile de disposer d'une usine capable de produire les éléments nécessaires à 600 m² de bâtiment par jour. Cette cadence très élevée sur un chantier relativement exigu et sans possibilités d'installations autres que les installations strictement nécessaires (grues et centrale à béton) imposèrent donc des méthodes de coffrages et d'étaisements industrielles. Une étude systématique de tous les niveaux devait établir des calepins définissant les différents types de coffrages suivant leur degré de répétitivité (photos 1 à 8) : tables coffrantes métalliques (ou en bois suivant le nombre de réemplois) sur sapines Indumat, prédalles (dans certaines zones répétitives et difficiles d'accès pour l'étalement, le coffrage et le décoffrage), coffrages traditionnels dans les autres zones, coffrages métalliques pour poteaux répétitifs ou non, coffrages métalliques pour poutres répétitives, coffrage de voiles de type Bulle compte tenu de la non répétitivité des voiles, coffrage spécial métallique pour escaliers, coffrage spécial mixte pour mur périphérique, et enfin naturellement coffrages bois traditionnels pour ouvrages divers non répétitifs.

Les zones spéciales, notamment les zones de piscine et de rampe ont nécessité des méthodes de coffrage et d'étalement spéciales étudiées suffisamment dans le détail afin de permettre leur exécution dans la foulée : la cadence de 600 m² de structure par jour s'appliquait également à ces zones (photos 10 à 15).

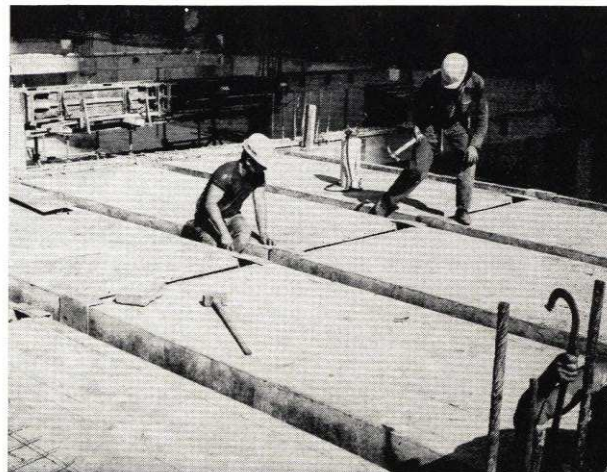


Photo 1.

Tables coffrantes métalliques : deux tables coffrantes permettent de coffrer une maille de 7,20 m x 8 m soit en dalle pleine, soit en dalle nervurée : plusieurs types de dalles nervurées sont possibles (hauteur des nervures et épaisseur de la dalle variable).

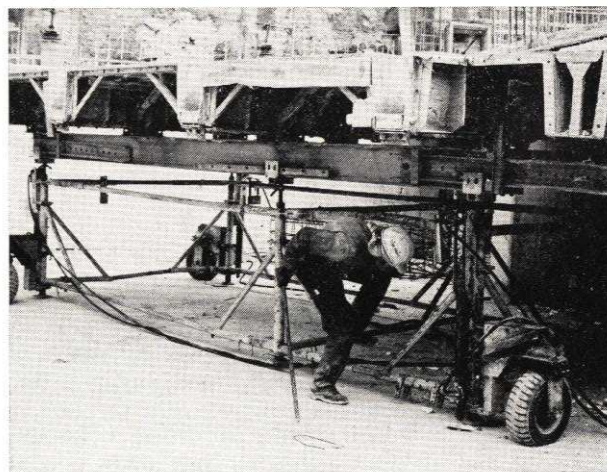


Photo 2.

Tables coffrantes métalliques sur sapines télescopiques Indumat : des vérins hydrauliques et une petite centrale mobile permettent le décoffrage. Les déplacements se font par roulement ou à la grue dans certains cas particuliers. Ces coffrages sont calorifugés par de la mousse de polyuréthane et permettent d'atteindre un cycle de rotation de 24 h même en hiver nonobstant l'emploi simultané de béton chaud et de bâche isotherme sur la face supérieure des dalles : dès le décoffrage de la première table, des étais provisoires peuvent être mis en place à mi-portée avant décoffrage de la deuxième table.



Photo 3. — COFFRAGES MÉTALLIQUES DE POTEAUX.

Plus de 2 000 poteaux différents les uns des autres ont pu être coffrés à l'aide de quelques coffrages métalliques seulement : ces coffrages pouvaient s'adapter à des dimensions transversales de poteaux variant de 10 cm en 10 cm. Ces coffrages et (ou) leur rehausse peuvent se superposer de par leur structure sans étaieement annexe, permettant ainsi de coffrer des poteaux de hauteur variable de 2 m à 6,50 m environ. Le décoffrage et nettoyage du coffrage s'exécutent par simple écartement des quatre faces à l'aide de vérins fixés à demeure sur le coffrage.

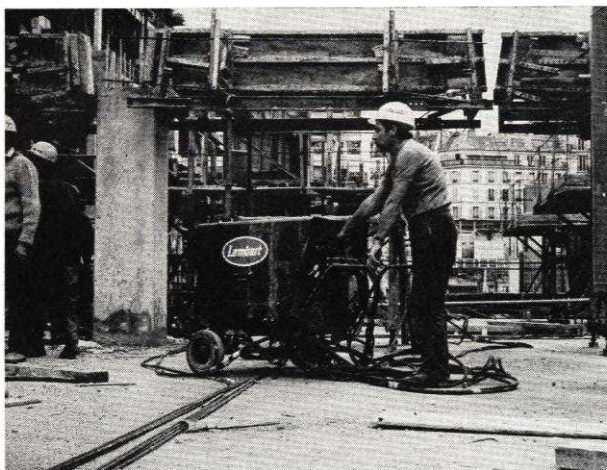


Photo 4.

Coffrage des poutres métalliques : sur sapine télescopique Lambert utilisant également des vérins et une centrale hydraulique. Coffrages calorifugés : 2 demi coffrages permettent le coffrage de poutres de longueur variable de 7 à 8 m de long, de largeur et hauteur variable ; l'étaieement à mi-portée des coffrage du premier élément permet l'étaieement provisoire de la poutre.

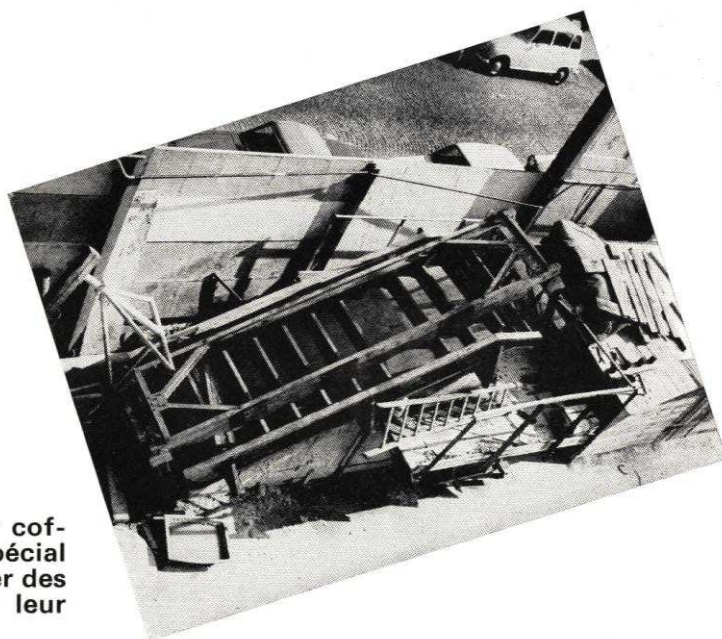
Photo 6.

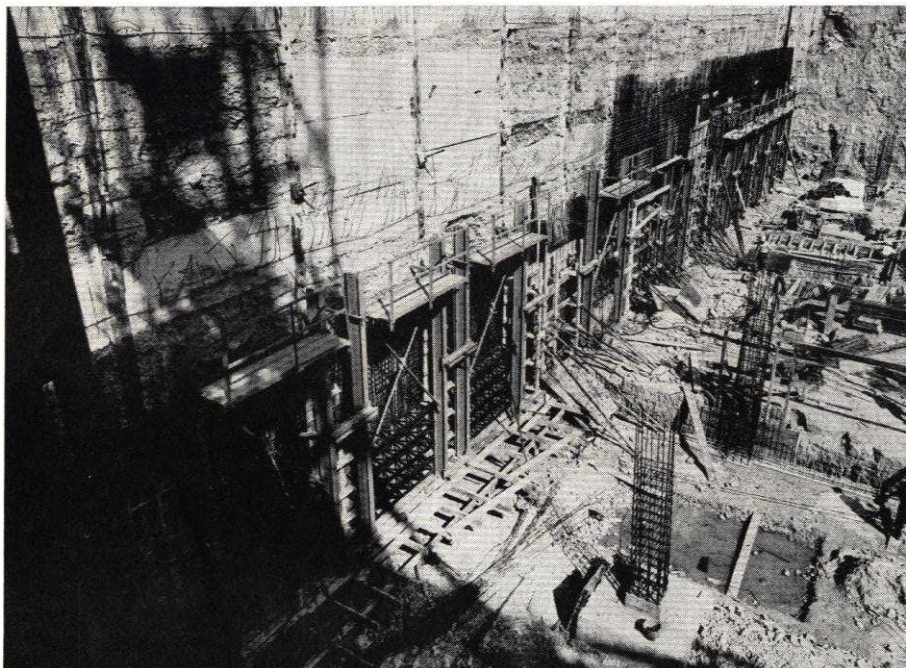
Moule métallique spécial pour coffrage d'escaliers : ce moule spécial (Blaw Knox) a permis de couler des escaliers non répétitifs avec leur limon.



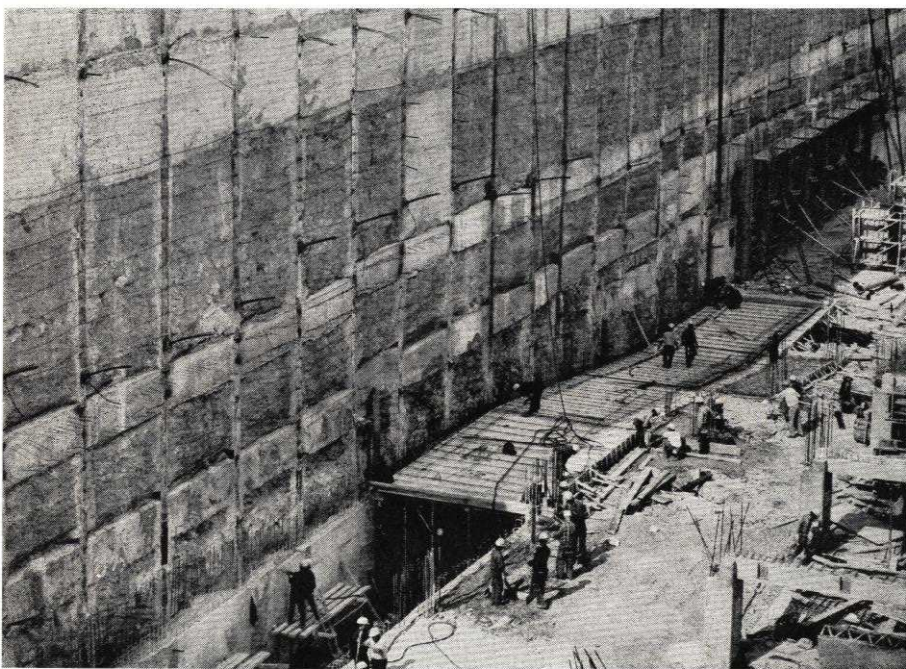
Photo 5.

Coffrage Bulle — noyau textile : compte tenu du ferrailage dense (10 nappes d'acier pour une épaisseur de 30 cm) ces coffrages ont été vibrés de l'extérieur.



**Photo 7.**

Coffrages du mur périphérique : des coffrages spéciaux ont dû être utilisés pour l'exécution du mur périphérique qui est un mur définitif coulé contre le mur Berlinois. Les seuls points d'attache possibles étant les profilés du Berlinois, le coffrage était constitué d'éléments standard de hauteurs variables grâce à des rehausses. Dans les zones situées au droit du profilé le coffrage était fait à la demande pour tenir compte de la non verticalité des profilés et des réservations pour les ancrages du mur Berlinois. Les coffrages sont fixés aux profilés par l'intermédiaire de tiges filetées venant se prendre dans des écrous soudés sur les profilés. Côté extérieur, des écrous avec rotule type Stup permettaient de remédier à la non perpendicularité de la tige filetée au plan du coffrage.

**Photo 8.**

Utilisation de prédalles dans une zone d'accès difficile.

En définitive, on notera que coffrages et étalements devaient être étudiés systématiquement pour chaque zone au fur et à mesure de l'établissement des plans d'exécution en vue d'établir des calepins pour chaque niveau sur lesquels étaient figurés les différents types de coffrages et d'étalements adoptés suivant les cas (photo 9).

Photo 9.

Calepin d'un niveau, définissant le système de coffrage et d'étalement pour chaque maille.

Photo 10.

Zones spéciales : place Basse et piscines. 14 niveaux du bâtiment textile reposent en partie à mi-portée sur les portiques qui recouvrent les piscines. On peut se demander à priori pourquoi dans un ensemble aussi vaste on a superposé les piscines et le bâtiment textile. Il y a certainement à cela d'excellentes raisons architecturales. En tout cas, cela contraint à une certaine imagination : compte tenu du planning, l'entreprise a été dans l'obligation de faire l'impasse sur les piscines c'est-à-dire de construire directement la zone des portiques afin de permettre la poursuite des travaux du bâtiment textile en superstructure tandis que l'on reviendrait exécuter les piscines à l'intérieur de leur hall.

Photo 11.

C'est ce qui fut fait. Les poutres constituant les portiques sont des poutres précontraintes. Les voussoirs en béton armé ont servi de coffrages perdus et ont permis

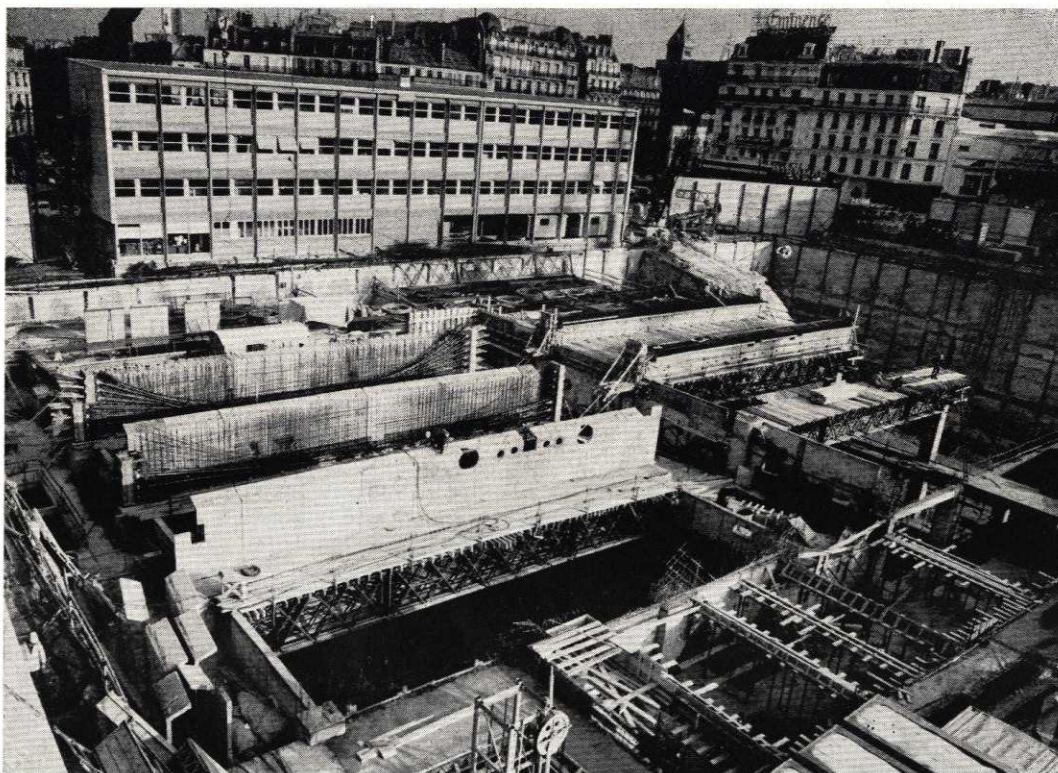


Photo 12.

On voit bien la succession de différentes phases de coffrage et câblage des poutres précontraintes.

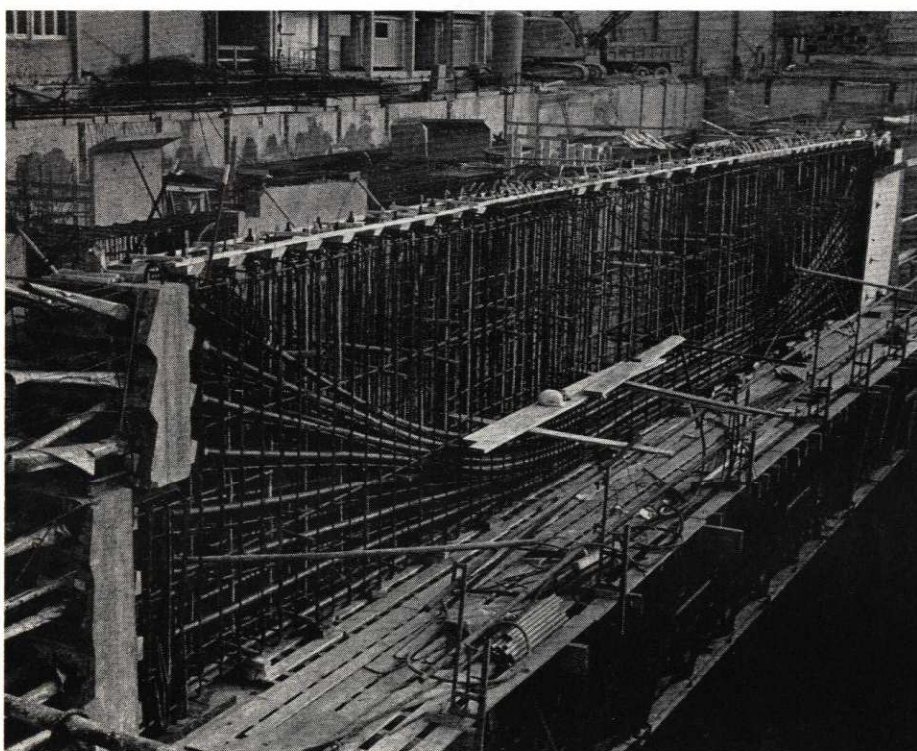


Photo 13.

On peut constater que ces poutres sont énormes pour un chantier dit de bâtiment : 3,20 m de haut par 1,50 m de large.

Une précontrainte verticale par barres était nécessaire compte tenu des efforts tranchants importants. Les câbles sont des câbles KA 40 de 200 t environ.

Il est également intéressant de décrire sommairement les installations figurant sur les photos ci-jointes (photos 16 à 18) car celles-ci même titre que les coffrages et étalements faisaient partie des moyens qu'il fallait répartir harmonieusement dans le temps entre les différentes équipes du socle. Compte tenu des cadences et du travail à postes, il a fallu fabriquer le béton sur le chantier à l'aide d'une centrale à béton d'une capacité de 35 m³/h environ

située autant qu'il était possible près du centre de gravité des bétons. Le transport par dumper dut être éliminé faute de zone de circulation sur le chantier. La distribution par l'extérieur du chantier était naturellement impossible. On voit donc sur la photo 16 qui représente la première phase des travaux c'est-à-dire l'exécution des zones Z1 et Z2, que deux grues sur trois peuvent se servir directement à la centrale. Les deux autres grues (et plus

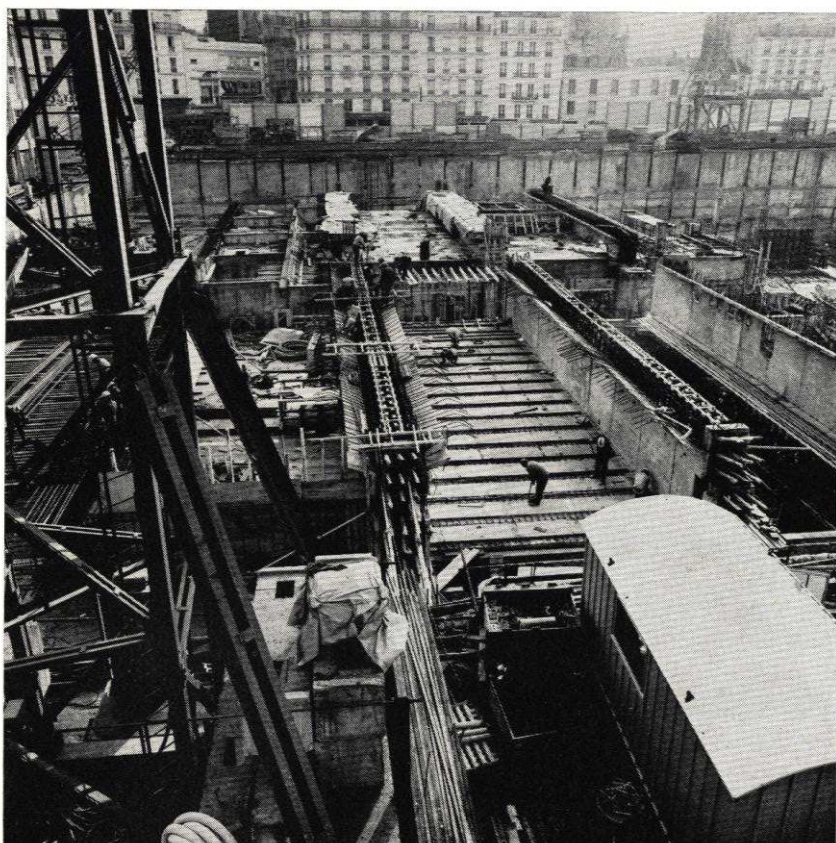


Photo 14.

Les poutres sont prêtes à être coulées. Les dalles préfabriquées sont posées. Il ne reste plus qu'à couler le béton entre les dalles et à poser les prédalles en partie supérieure.

Photo 15.

Exécution des piscines sous les portiques précontraints après décintrément de ceux-ci. On peut voir les tuyaux en cours de pose pour le bétonnage à la pompe.

tard dans la seconde phase, les trois autres grues) se servent à des trémies de reprise comportant un malaxeur et elles-mêmes alimentées par une pompe à béton située sous la centrale à béton.

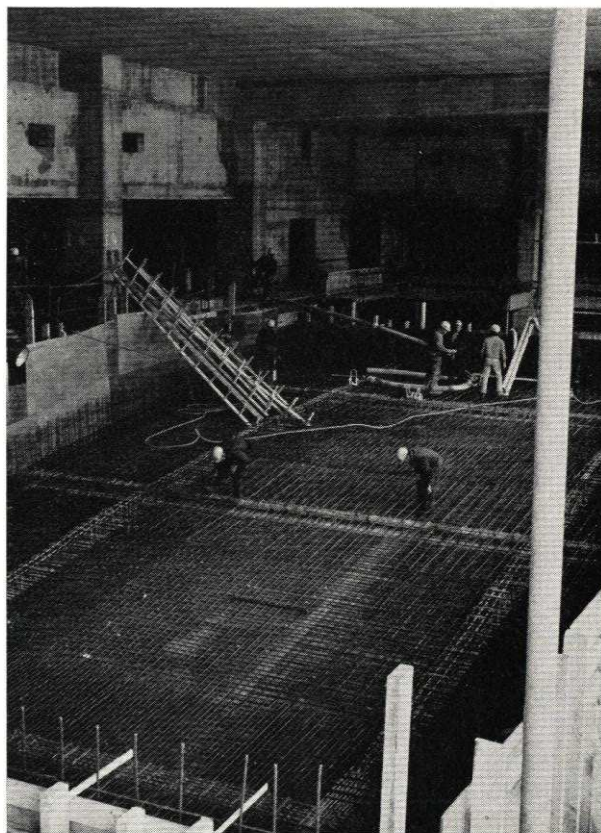
LES PROBLÈMES POSÉS PAR L'ORGANISATION DU CHANTIER

Il s'agissait donc en dehors des zones spéciales (telles que piscines, escaliers monumentaux, rampes, etc...) de couler des poteaux, des poutres, des voiles et des planchers (photo 19), ce qui *a priori* peut paraître fort simple. Mais ce n'est là qu'une impression et beaucoup d'éléments sont à prendre en compte qui expliquent qu'en fait l'organisation des travaux au niveau des tâches élémentaires devint un problème complexe : les principaux éléments concourant à cette complexité du chantier (photos 21, 22) étaient les suivants :

- Définitions tardives du projet empêchant des études complètes et optimisées de rotation des coffrages et étalements.

- Manque de surfaces disponibles pour le façonnage et l'assemblage du ferrailage du fait que les ferrailages ne pouvaient être livrés en totalité façonnés et assemblés soit du fait des structures (pour quelques ouvrages spéciaux tels que portiques des piscines, certains escaliers, l'assemblage n'était pas possible sur le chantier), soit du fait de définitions ou modifications tardives du projet.

- Manque de surfaces disponibles pour le stockage de ferrailages, coffrages, étalements, étais, poutrelles, bennes à béton, bois, etc... en dehors des



planchers eux-mêmes : autrement dit stockage devant s'adapter sans cesse à la progression des équipes et du matériel (photo 20).

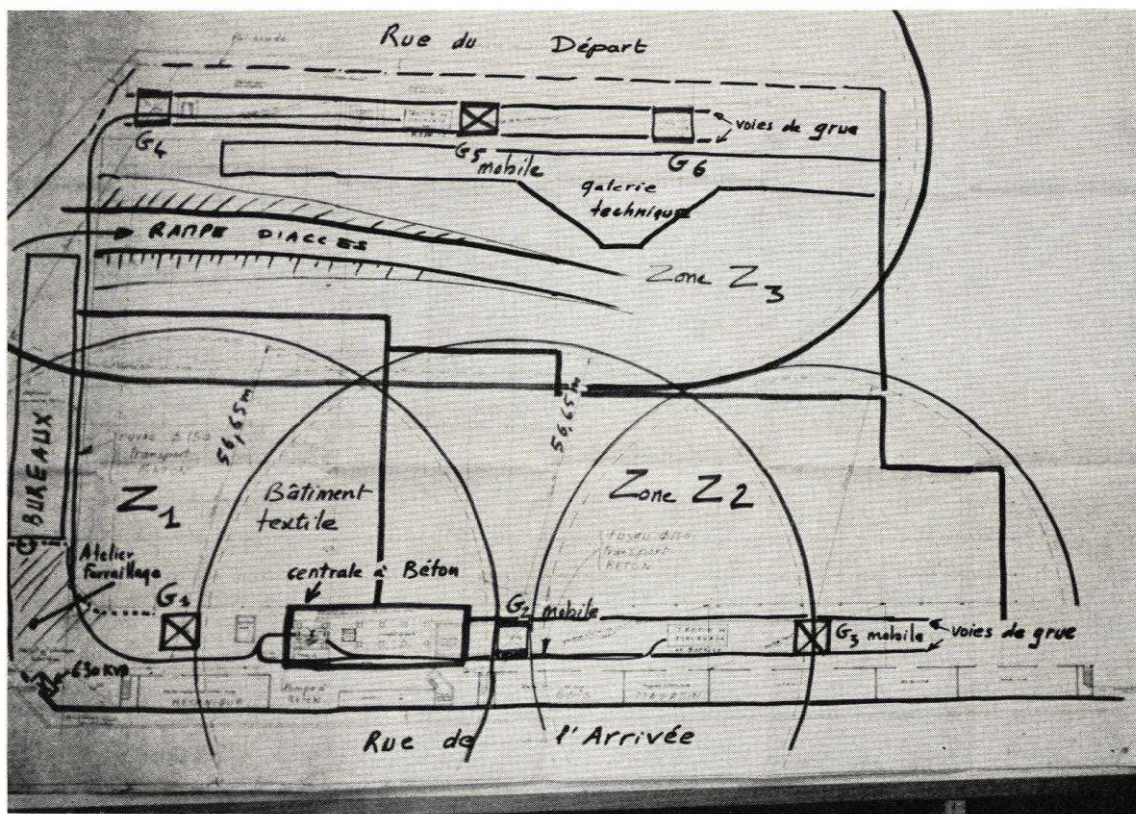


Photo 16.

Schéma des installations communes
aux différentes équipes opérant dans
les zones Z1 Z2 Z3.

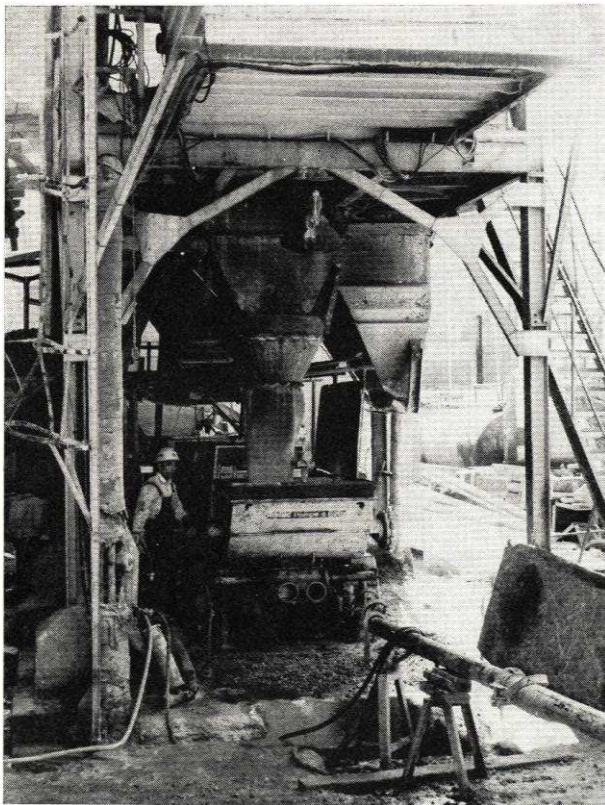


Photo 17.

Alimentation de la pompe à béton
directement à la centrale sous une
des trois sorties de la centrale.

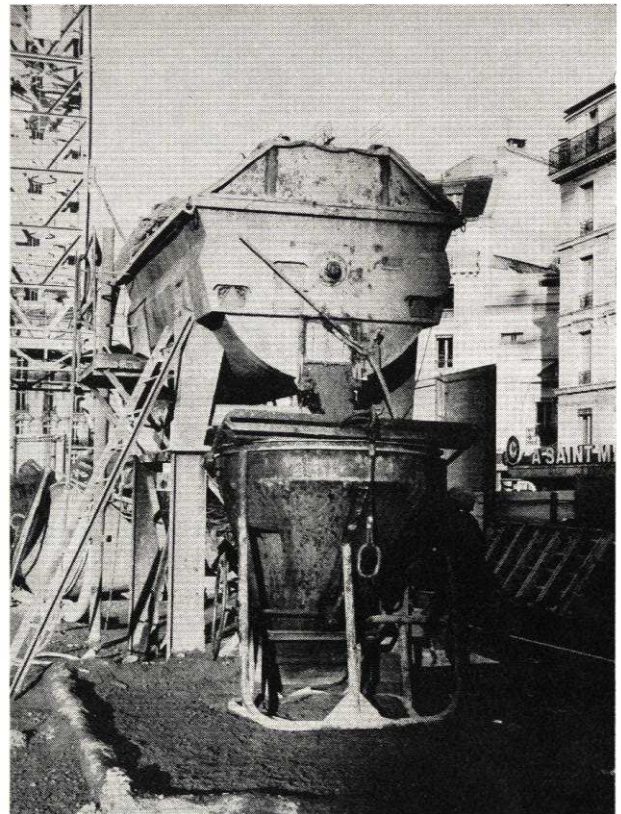


Photo 18.

Trémie de malaxage et reprise
(« Braima »).

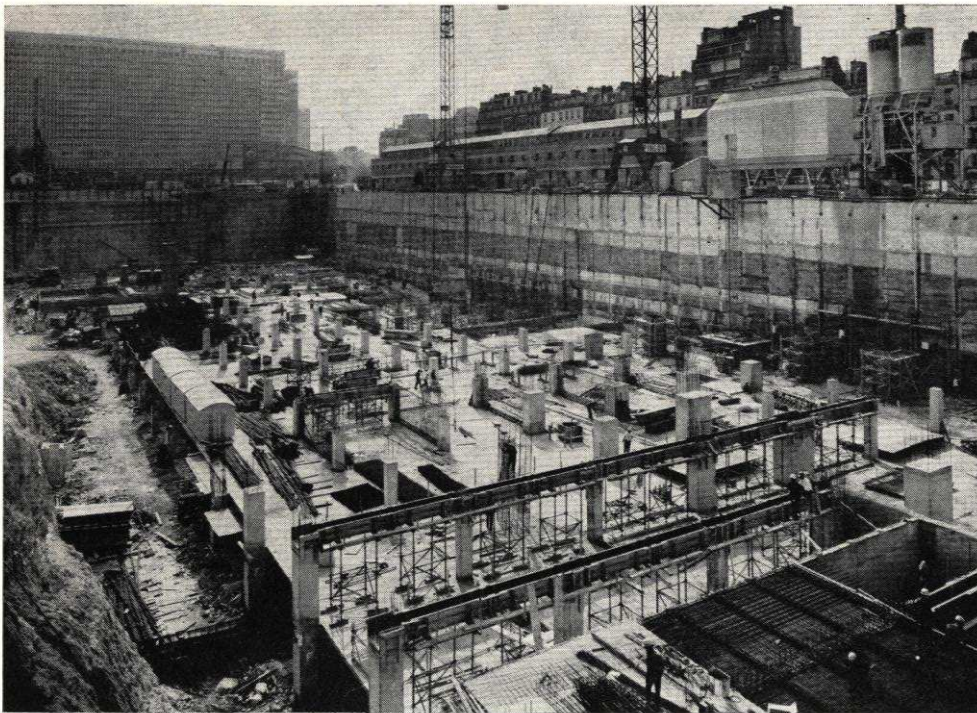


Photo 19.

Exécution du socle — période de démarrage du chantier : on voit bien la progression de l'exécution des différents types d'ouvrages élémentaires : poteaux, voiles, poutres, planchers.



Photo 20.

Vue aérienne du chantier montrant l'importance du problème de stockage. Ce stockage contrôlé par un Conducteur pour l'ensemble du chantier, afin de tenir compte des exigences des programmes d'avancement et d'éviter un stockage sauvage.

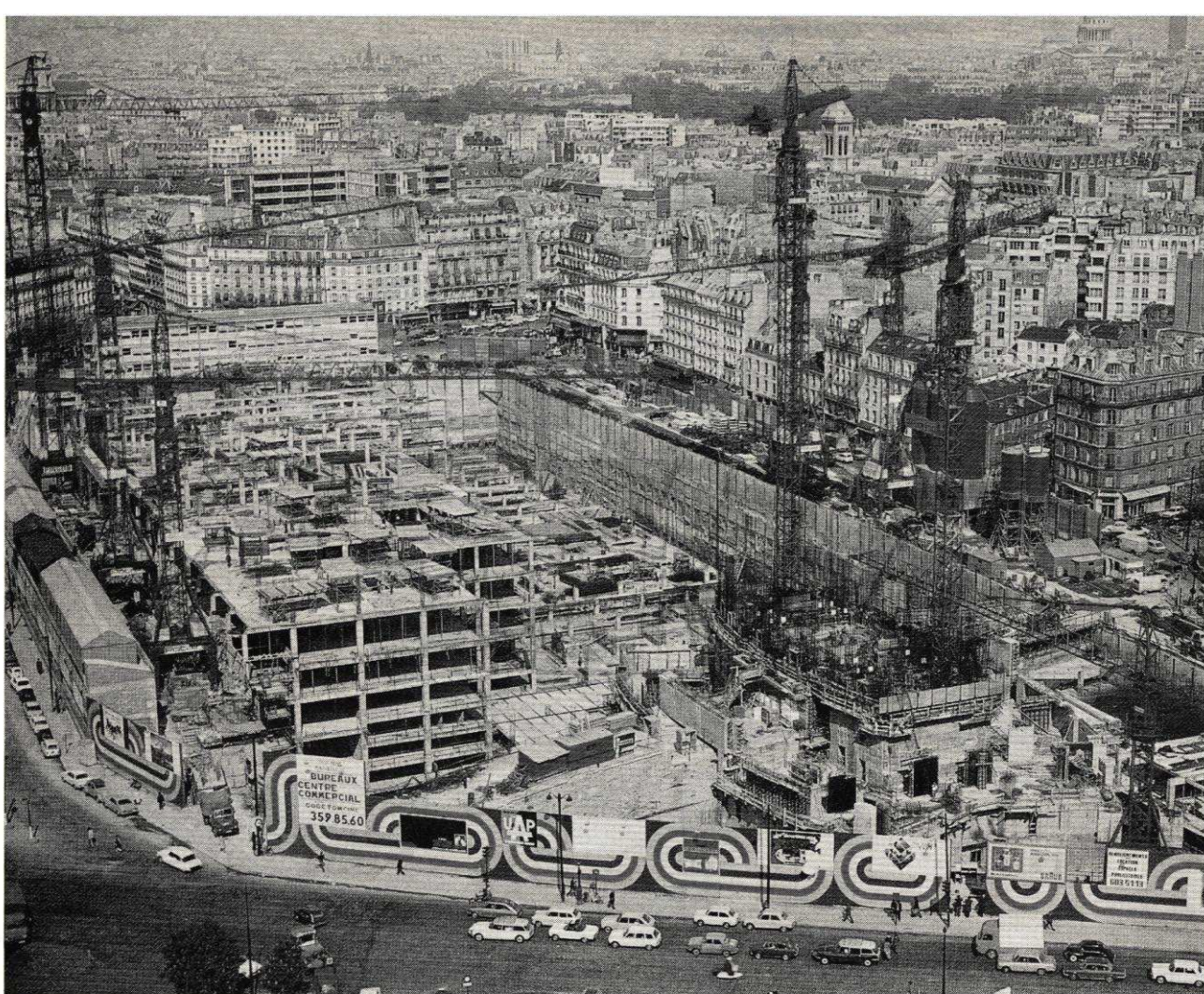


Photo 21.

Vue d'ensemble.

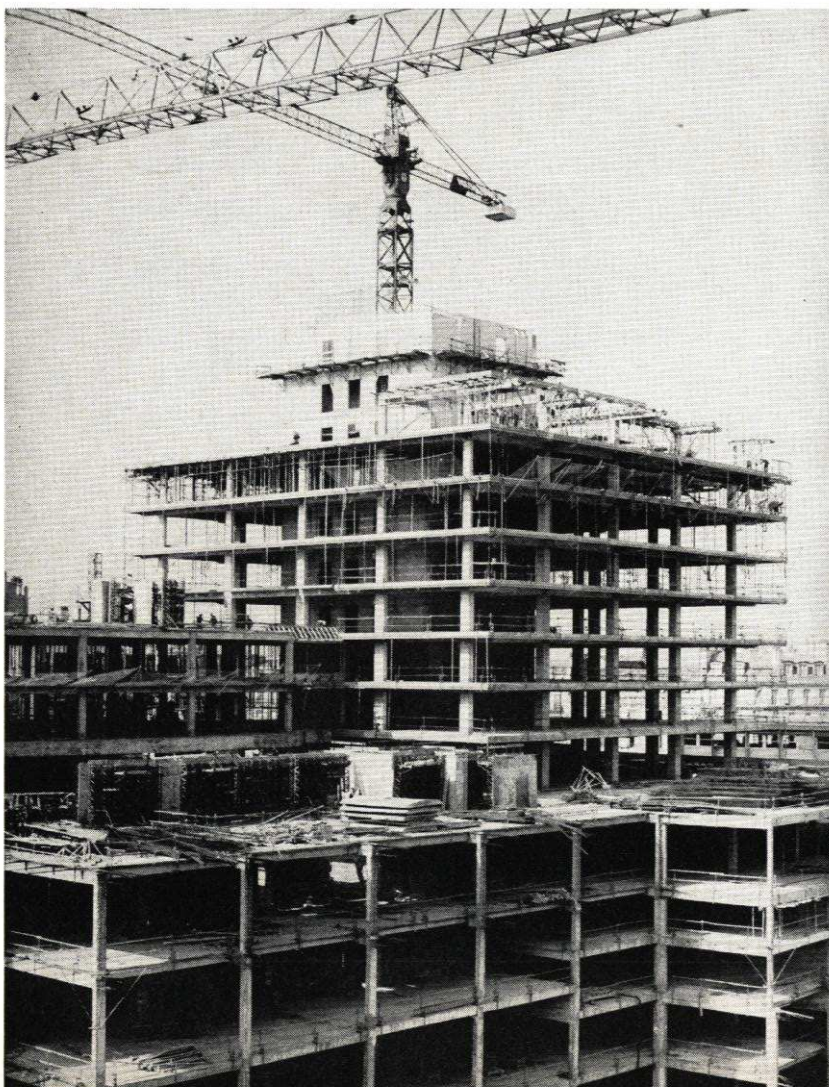


Photo 22.

Bâtiment textile en cours d'exécution — Le noyau est exécuté en coffrage grim pant à l'avancement. Les planchers suivent et sont coffrés à l'aide de tables coffrantes.

Cycle du noyau : 5 jours ouvrables.

Cycle des planchers : 6 jours ouvrables.

● Manutentions de reprise : faute de place et donc d'accès, les transports d'une zone à l'autre du chantier étaient difficiles : certains transports de coffrages, matériaux, etc... d'une zone à l'autre devaient se faire à l'aide de reprises de grues (à l'exception naturellement des tables coffrantes lorsque l'on pouvait les rouler, des matériaux transportés par Sambron, du béton transporté à la pompe, ou d'autres cas particuliers).

● Et par suite :

— **Travail à deux postes** et surtout chevauchement de ces deux postes nécessité par l'obligation de ne pas faire de bruit de 22 h à 7 h du matin (premier poste de 7 h à 17 h, deuxième poste de 12 h à 22 h).

— Bétonnage simultané en plusieurs points du chantier : la centrale desservant par exemple deux grues, directement et une troisième grue par pompage dans une trémie de reprise.

— Nombre limité de grues : ce nombre étant limité par la configuration géométrique du chantier. Il est évident en effet que pour une grue donnée le coefficient d'utilisation diminue lorsque le nombre de grues interférant avec elle augmente. A Montparnasse bien que chaque grue interféra au moins avec deux autres grues, on put obtenir un coefficient d'utilisation de 90 % à la programmation se traduisant pratiquement par un coefficient de 100 % compte tenu de diverses petites manœuvres non programmées.

— **Cadences élevées** 600 m²/jour de plancher (ou de structures équivalentes), non pas en pointe mais pendant la quasi totalité de la durée du gros œuvre, et ce même lorsque les niveaux sont peu ou **pas répétitifs** du tout.

Nombre d'équipes relativement très important : l'effectif était de 300 ouvriers présents dont les 2/3 à poste. On avait donc pendant la période de recouvrement du poste du matin et du poste du soir, 40 équipes, 12 chefs de chantier et 4 conducteurs opérant sur le tas.

*
* *

L'ensemble des éléments passé en revue ci-dessus explique la complexité du chantier du point de vue exécution : il fallait répartir d'une façon précise dans le temps des moyens de base à un nombre très important d'équipes dont les postes de travail se recouvraient, tâche rendue considérablement plus difficile du fait de définitions ou modifications tardives du projet en cours de travaux.

Le système de préparation et de contrôle des tâches élémentaires mis sur pieds est allé bien au delà des possibilités de la méthode Pert sans que pour cela il ait dispensé le chantier du pilotage classique assuré par CO.TE.BA. sur la base d'un ordonnancement du type Pert. Sur la base du planning général (photo 23) et dans le cadre de ce pilotage, il était donc fourni à l'Entreprise des plannings enveloppe par zone (planning objectif général : photo 24) des plannings d'exécution générale de gros œuvre par zone (photo 25) des plannings d'exécution T.C.E. par zone ou par local. Tous ces plannings étaient établis naturellement sur la base des éléments fournis par les Entreprises : ils permettaient le pointage de l'avancement mensuel ou hebdomadaire par le Maître d'ouvrage ; ils permettaient également de vérifier globalement si les moyens mis en œuvre étaient

suffisants. Mais ils ne permettaient pas la conduite quotidienne des travaux au niveau des tâches élémentaires du type coffrage d'un poteau, ferrailage d'une poutre, etc...), compte tenu des équipes et du matériel disponible. En effet à ce niveau de conduite les contraintes qui interviennent sont d'un tel détail qu'elles ne furent connues que quelques semaines avant pour celles résultant de plans d'exécution définitifs et, parfois même, que quelques jours avant voire même quelques heures pour celles résultant de modifications tardives ou de certaines contraintes de chantier. On observait donc nécessairement une divergence entre l'avancement des éléments prévu et l'avancement réalisé : s'il existe un chemin critique au niveau du PERT cela reste très général et devient pratiquement impossible à expliciter au niveau de la journée : telle zone est critique, mais cela ne va pas très loin le chantier n'étant pas linéaire à l'intérieur des quelques zones le constituant ; en définitive se serait plutôt la cadence de production et non tel ou tel ouvrage qui serait critique : le problème de l'entrepreneur est donc d'obtenir une production maximale sur un chantier non linéaire en utilisant d'une façon continue les moyens en main-d'œuvre dont l'effectif est sensiblement constant et d'une façon maximale les moyens en matériel.

C'est ainsi que l'on a été amené dès le début du chantier à mettre en place un système de préparation, de coordination et de contrôle des travaux très élaboré : le système Conrad, et cela afin d'aller au delà des méthodes classiques, du type planning Pert, rotation de coffrage ou rotations d'étaisements.

LE SYSTÈME CONRAD

Ce système mis en place par la Société Sema est tout simplement l'application dans le détail des principes de base de toute organisation : préparation et contrôle de chaque tâche élémentaire, coordination de l'ensemble des moyens de main-d'œuvre et de matériel.

1. Préparation par simulation (photos 26 et 27)

Celle-ci se fait en deux étapes : **une préparation hebdomadaire** qui consiste à établir les programmes quotidiens de chaque équipe pour une période d'une semaine, et **une préparation quotidienne** qui consiste à établir les programmes pour chaque poste (poste du matin et poste du soir) pour chaque équipe, en détaillant les tâches élémentaires du type de ferrailage de tel poteau, coffrage de telle poutre, etc...

Les programmes hebdomadaires servent en outre à fixer les objectifs globaux à chaque équipe et à vérifier que ces objectifs sont effectivement réalisables : étalement des pointes de bétonnage ou de ferrailage, aciers commandés et livrés, etc...

Il arrive que réalisation et prévision hebdomadaire divergent dès le 2^e jour sur un chantier très complexe : les programmes journaliers doivent donc réajuster le tir deux fois par jour : les programmes du poste du soir sont établis en fin de poste du matin et les programmes du poste du matin sont établis en fin de poste du soir : l'unité de temps est le 1/4 d'heure.

Coordination des moyens (photo 28)

L'établissement des programmes des 40 équipes aboutit à l'établissement d'un programme des moyens

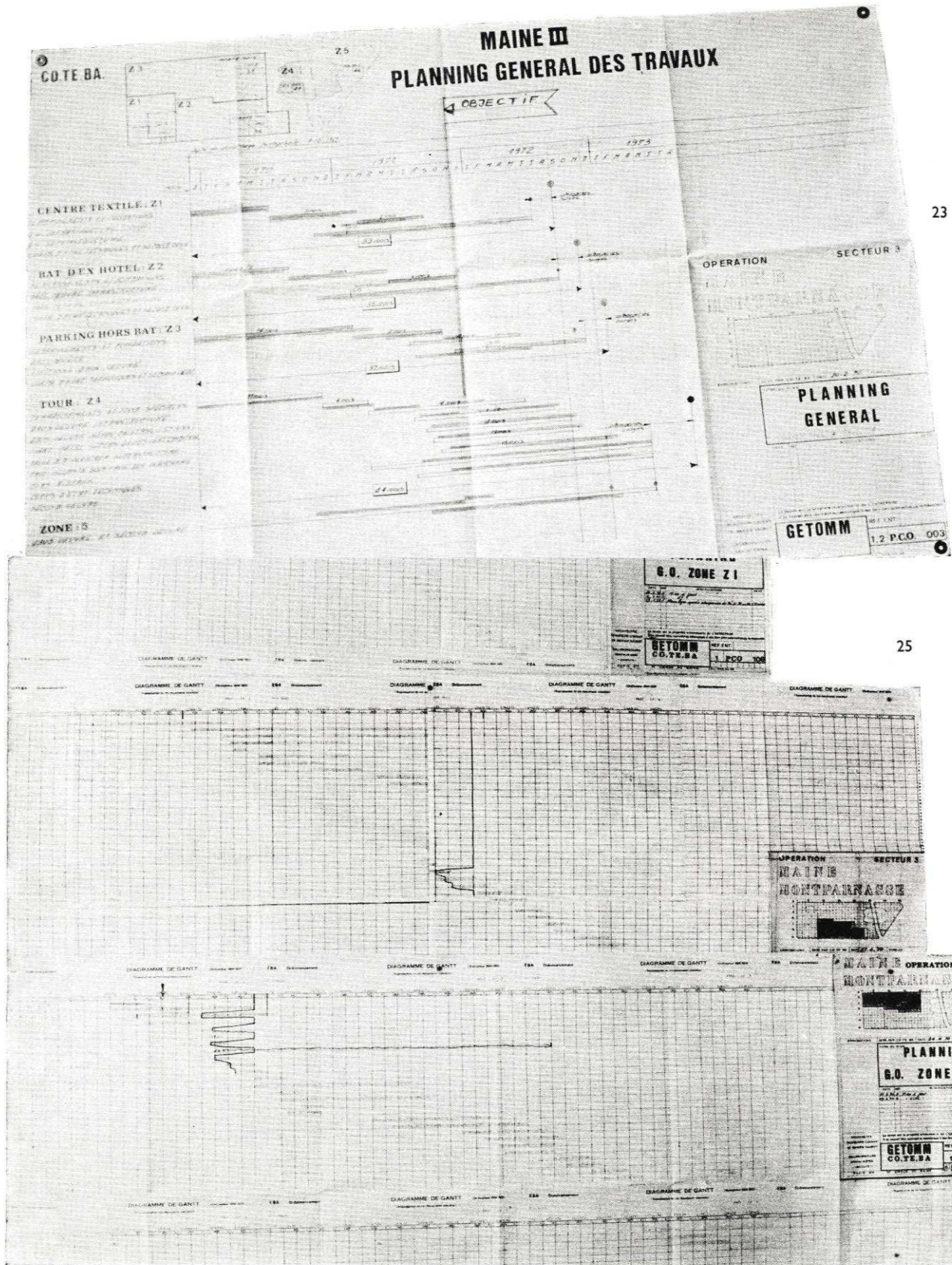
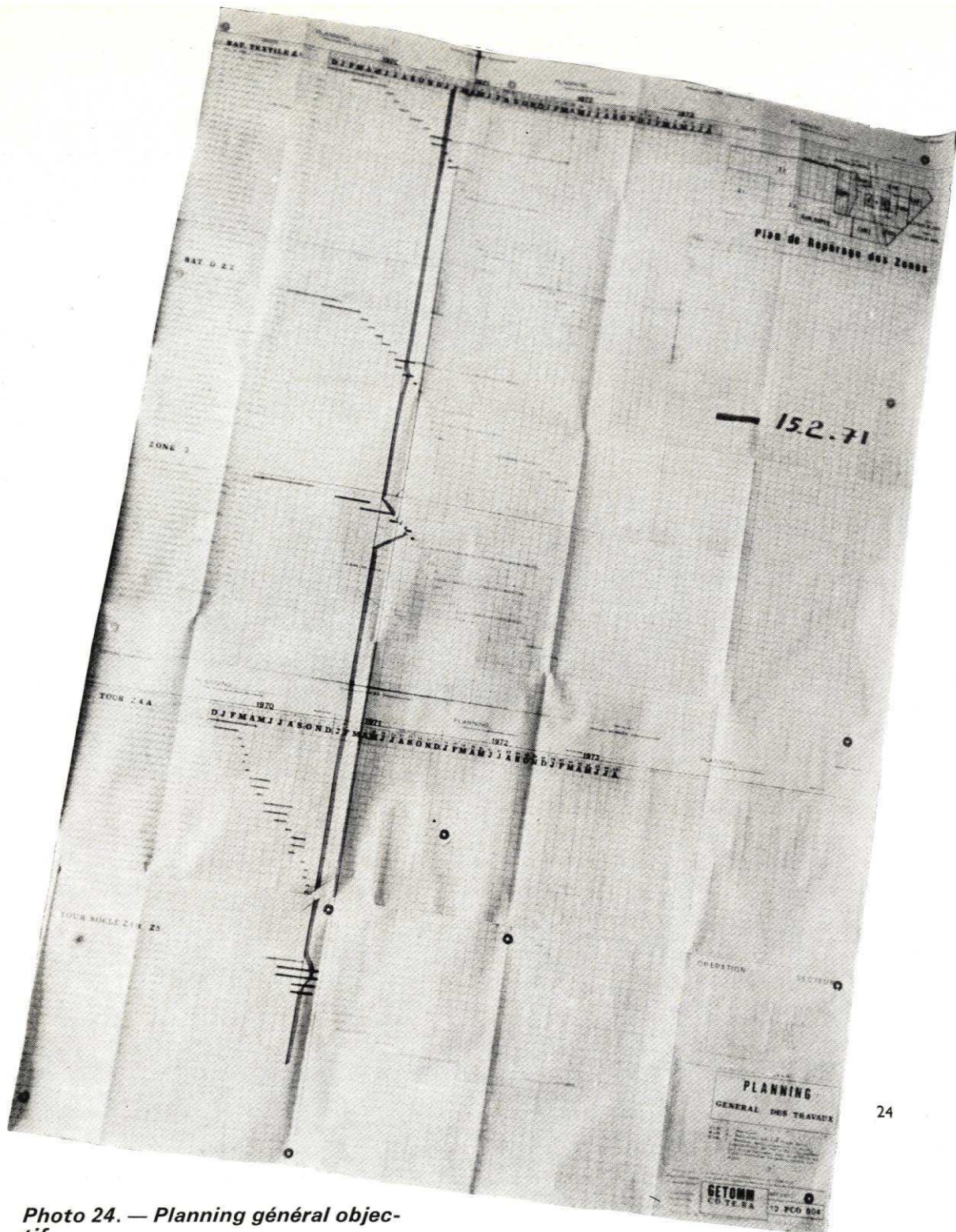


Photo 23.

Planning général définissant les principaux travaux : terrassements et mur Berlinois, gros œuvre du socle, gros œuvre de la tour, Corps

d'Etats Techniques et Second œuvre. Ce planning définit donc la date contractuelle de l'ensemble de l'opération et les dates clefs propres à chaque lot.



24

Photo 24. — Planning général objectif.

Ou planning enveloppe gros œuvre et T.C.E. par zone; ce planning définit par zone la durée du gros œuvre de chaque niveau et la durée globale des Corps d'Etats Techniques et Secondaires; unité de base, le mois.

Photo 25.

Palnning détaillé gros œuvre par zone. Ces plannings décomposent chaque niveau en un ensemble de grandes tâches : planchers, poutres,

poteaux voiles; unité de temps: le jour. Ces plannings sont basés sur des plans de marché et permettent de définir les moyens à mettre en œuvre. Ces plannings n'individualisent pas pour chaque jour les éléments d'ouvrages à réaliser (poteau Xi, poutre Yi, etc.) : ils ne permettent donc que le contrôle global de l'avancement notamment le pointage hebdomadaire du volume d'ouvrages réalisés; ils ne permettent pas la conduite quotidienne des travaux : préparation et contrôle des tâches élémentaires de chaque équipe.

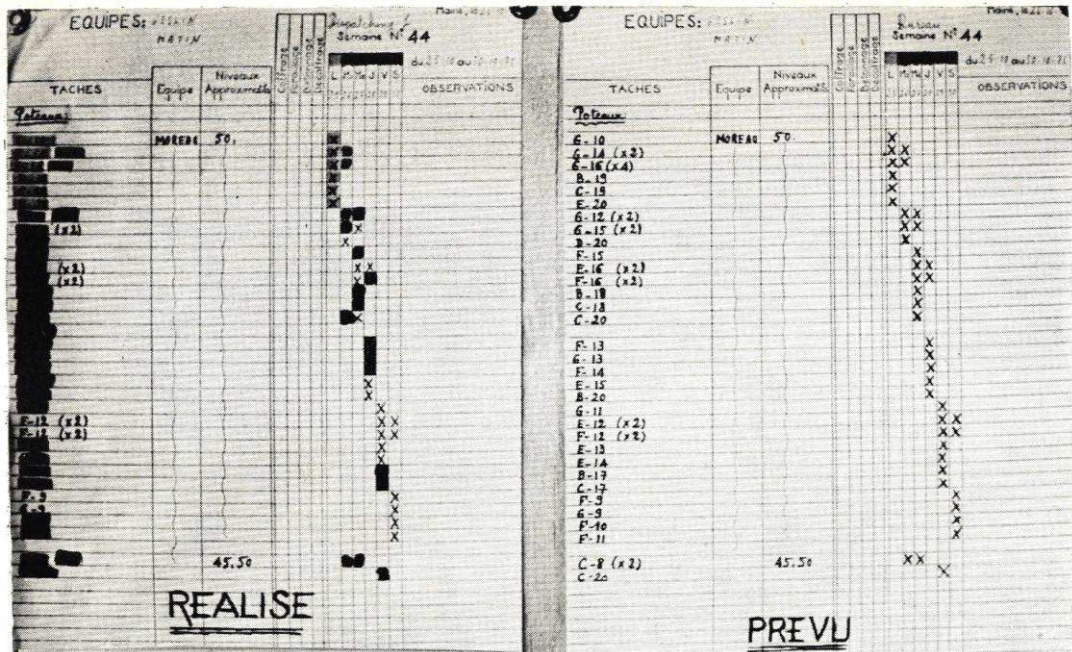


Photo 26.

Programme hebdomadaire d'une équipe — Prévission et réalisation.

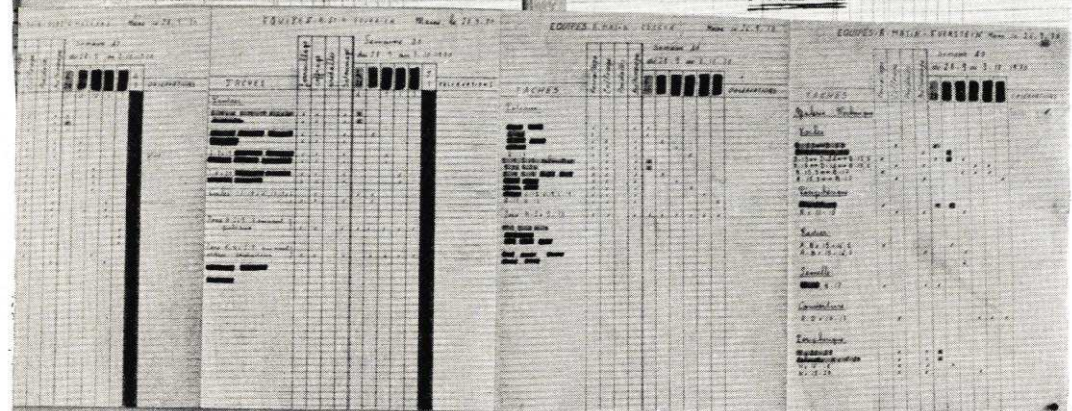


Photo 27.

Programmes hebdomadaires et programmes journaliers des équipes.

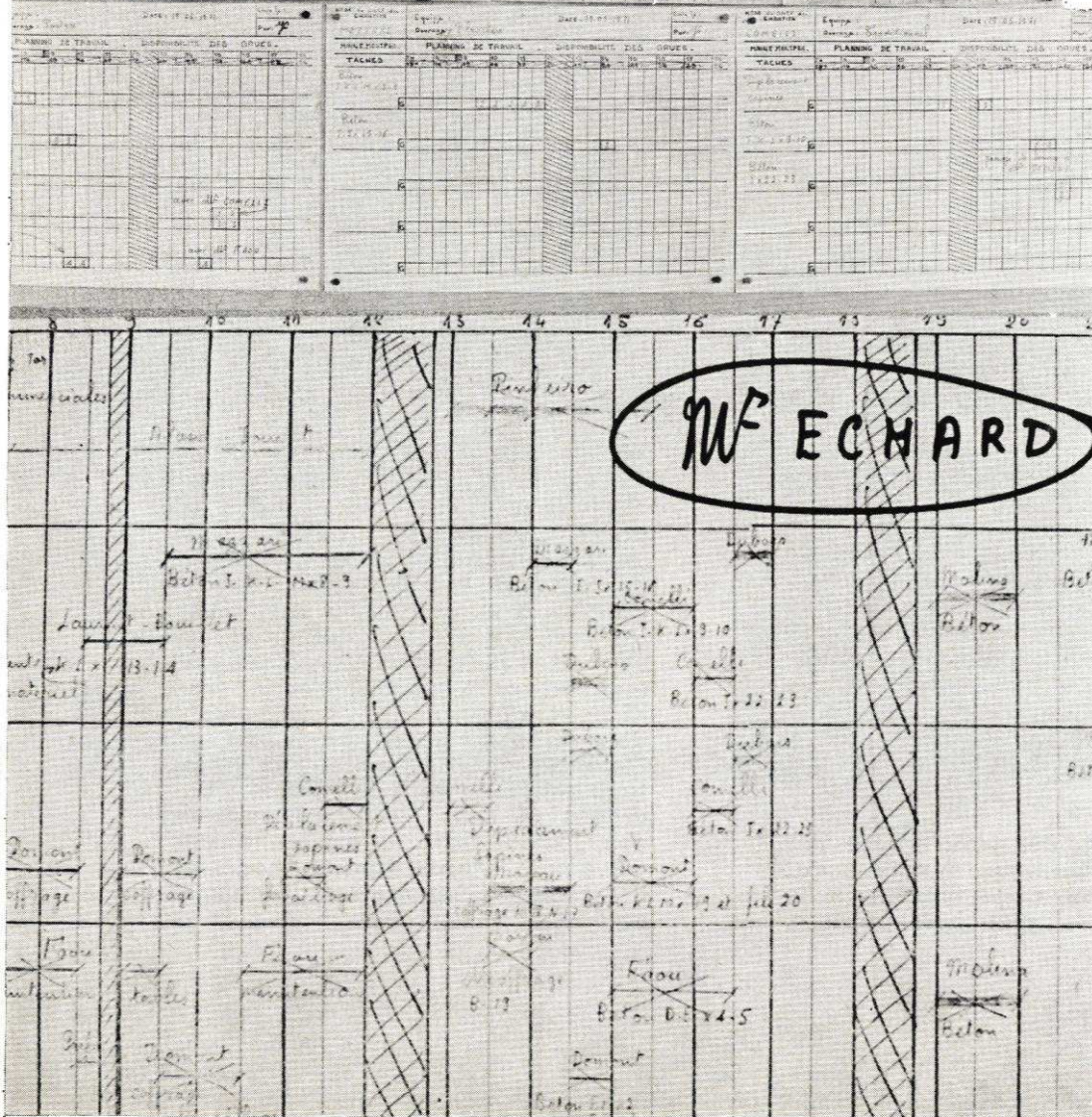


Photo 28.

Programmes journaliers des moyens.