

déplacements d'immeubles

Jacques PRÉVOST

Chef du service SAINRAPT & BRICE travaux spéciaux
Société COFEX (Groupe S.G.E./S.B.)*

Résumé

De tous temps, les hommes ont éprouvé le besoin de déplacer des immeubles ;

Pour quelles raisons ?

Des motifs très variés ont été rencontrés :

- Historique depuis la maison de la Vierge Marie jusqu'à nos jours, où un procédé hydraulique de suspension a permis des réalisations nombreuses et économiques.
- Examen des différents moyens de prise en charge, dont le plus utilisé actuellement est la précontrainte temporaire.
- Moyens de roulement et moyens de poussée.
- Conclusion sur les limites techniques et financières.

Abstract

From any time, men had felt a kind of need to move their buildings. For what reason ? We found very different causes.

- Historical. From Mary' house till today. Nowadays an hydraulic system of bearing allows many economics realisations.*
- Examination of different ways of bearing which one of them is actually the most used : temporary prestressing.*
- Ways of rolling, ways of pushing.*
- Conclusions on technical and financial limits.*

* 43, rue Bobillot, 75013 Paris.

1. INTRODUCTION

Le mot *Immeuble* dans ce qui suit n'est pas employé bien sûr, dans son sens juridique puisqu'un champ de blé est un immeuble, ni au sens courant du mot, opposé à « pavillon » par exemple.

Nous appelons immeuble toute construction érigée à un endroit précis avec l'intention de l'y laisser.

Cette définition exclut de l'exposé les ouvrages conçus en vue d'un déplacement comme par exemple les poutres de pont ou les énormes structures flottantes destinées à l'industrie du pétrole off shore.

Le mot *déplacement* signifie non seulement les mouvements en plan, mais aussi :

- les soulèvements
- les redressements
- et les soulèvements partiels que nous nommons « détorsions ».

2. POURQUOI DÉPLACE-T-ON DES IMMEUBLES ?

Dans les derniers cas cités (soulèvements et redressements) le motif est généralement la réparation d'un désordre. L'opération est souvent liée à un problème de fondation et la solution consiste d'abord à renforcer les fondations par un procédé approprié, puis à soulever et redresser la construction en prenant appui sur la fondation consolidée.

Dans certains cas, la situation du terrain a été considérée comme stabilisée et on a redressé à partir des fondations existantes. Ceci est un cas assez rare. Il est d'ailleurs arrivé que les assureurs d'un sinistre qui avaient choisi cette solution par économie, soient obligés de revenir après deux ans pour reprendre la fondation.

Par contre, on procède souvent à des reprises de fondations sans relèvement si les inclinaisons ou déformations sont considérées comme admissibles. Ce fut le cas de l'immeuble « Liberté » à Nanterre.

Des soulèvements ont été également réalisés pour mettre hors d'eau des constructions (immeubles à St-Cast, Dreux, Vertou, etc.). Les hauteurs de soulèvement peuvent atteindre plusieurs mètres comme le pont de Tsernaoua au Niger qui a été levé de 3,06 mètres.

Les déplacements en plan ont généralement pour but de libérer la place occupée. Le plus souvent il s'agit de création ou de modification de voies publiques ou d'agrandissement d'installations industrielles.

Mais nous avons rencontré bien d'autres motifs : par exemple, ce sont des raisons de sécurité qui ont conduit NAPHTACHIMIE à Lavera à déplacer trois fours de cracking pour les éloigner d'autres installations dangereuses.

Le déplacement peut résoudre un problème juridique. Nous pouvons citer dans ce domaine un cas curieux :

Un pavillon situé sur la côte de Champigny a été l'objet d'un procès.

Le propriétaire de la parcelle surplombant ce pavillon a opposé, après la construction, une servitude de « non altius tollendi » constituée en 1910 par le grand-père de notre client.

Après des mois de procès, ce dernier fut condamné à démolir le toit et l'étage supérieur du pavillon ; il a pu éviter ce traitement extrême. La solution a consisté à déplacer la construction en bloc latéralement de 30 mètres environ avec une pente de 10 %, ce qui a dégagé la vue de la parcelle dominante (fig. 1).

La solution « déplacement » s'est imposée dans un certain nombre de cas pour des monuments historiques.

En effet, bien que les spécialistes des monuments défendent avec énergie la conservation des ouvrages dans leur site, ils sont souvent heureux de se rabattre sur le déplacement. Il est arrivé que la conservation sur place dans un site transformé soit catastrophique au point de vue aspect : on peut citer l'exemple de la maison de Christophe Colomb à Gênes. Cette vieille maison médiévale se dresse aujourd'hui comme un chicot au milieu d'un square.

Par contre, la maison de l'échevin de Cabre, la plus vieille maison de Marseille, qui a été déplacée, forme l'angle de deux rues modernes d'une manière très heureuse.

Dans les autres cas, le choix du déplacement est une question de rentabilité et accessoirement, une question de délai.

On a vu des cas où un déplacement a évité une expropriation et permis de gagner un an pour le déroulement des opérations projetées.

D'autres déplacements ont été décidés pour remédier à une erreur d'implantation.

Le cas le plus typique est celui de l'immeuble de Port-Camargue, déplacé en cours de construction. Par suite de l'annulation d'un permis de construire accordé par erreur, la démolition de l'immeuble avait été ordonnée.

Enfin, des déplacements ont été utilisés quelquefois comme procédés de construction. Ceci a lieu quand le site final n'est pas disponible au moment de la construction. L'exemple le plus connu est celui des nouvelles tribunes de Longchamp : la durée totale des travaux correspondait à l'arrêt des courses qui était de 4 mois ; dans ce délai, il fallait démolir les anciennes tribunes et construire les nouvelles avec tous les équipements. Aucun procédé, même avec préfabrication lourde, ne le permettait.

Les tribunes neuves ont donc été construites dans le prolongement de l'emplacement futur du côté du moulin, puis déplacées. La longueur du terrain dis-

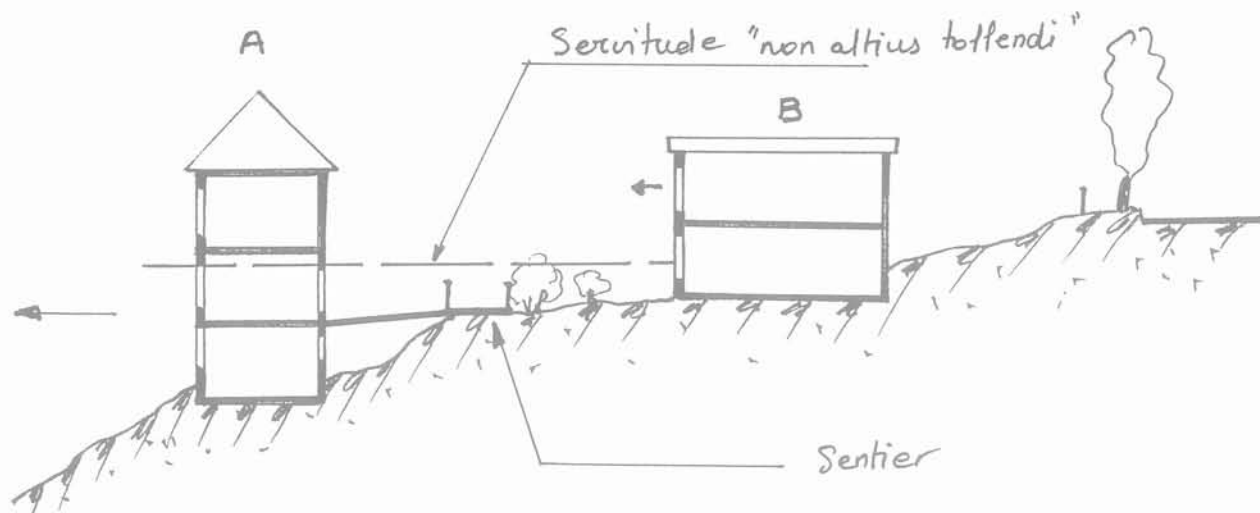


Fig. 1. - Champigny, déplacement du pavillon A pour libérer une servitude de vues existant au profit du pavillon B.
Le déplacement est effectué dans le plan perpendiculaire à celui de la figure et comporte une pente de 10 %.

ponible étant insuffisante, le petit élément dénommé « Présidence » a même été construit à l'écart et a subi un trajet perpendiculaire pour regagner l'alignement et s'insérer à sa place.

La chaufferie de la ZUP de Meaux-Beauval a été construite à un emplacement provisoire. L'emplacement définitif (à 1 km) était dans une zone future dont les terrains n'étaient pas encore acquis (fig. 2).

Dans de tels projets, les structures sont spécialement conçues en vue du déplacement. Les emplacements des voies, des vérins, les contreventements sont prévus. Ainsi, l'opération transport se déroule dans des conditions de facilité et de sécurité tout à fait favorables.

Un soulèvement utilisé comme moyen de construction intéressant à noter est celui des châteaux d'eau : par exemple, à Port-Gentil au Gabon, une cuve conique de 28 mètres de diamètre pesant 700 tonnes a été construite au sol. Après essai en eau, elle fut soulevée de 36 mètres en prenant appui sur les douze colonnes de fût qui montaient progressivement. Les vérins s'appuyaient alternativement sur deux groupes de six poteaux pour permettre l'introduction des éléments préfabriqués.

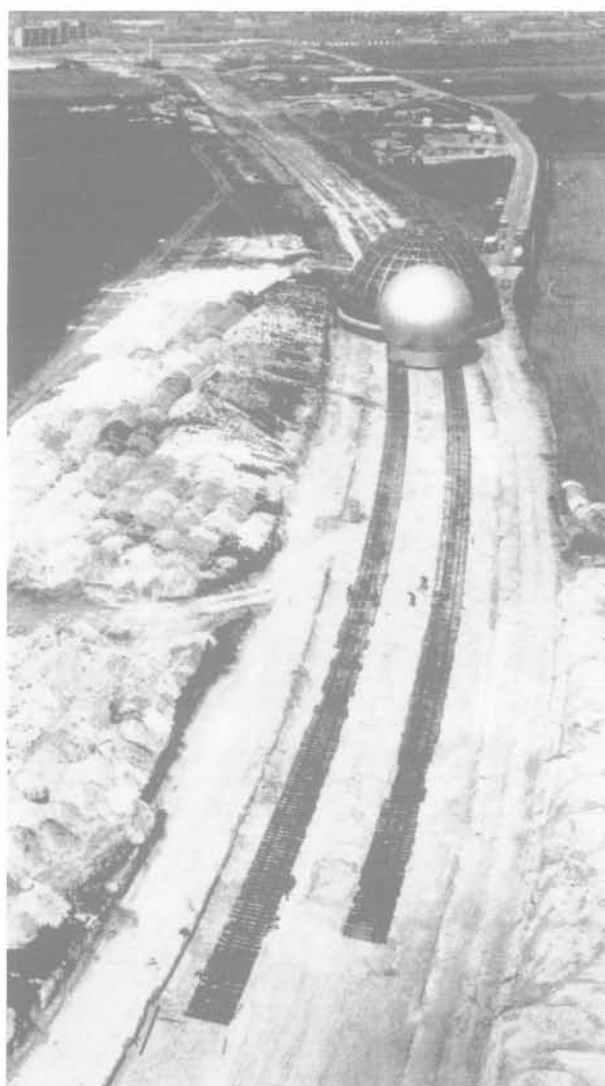


Fig. 2. - Déplacement de la chaufferie de la Z.U.P. ► de Meaux-Beauval
Trajet de 1 km - 2 structures précontraintes et 1 citerne - Poids : 400 tonnes - 600 tonnes et 70 tonnes.

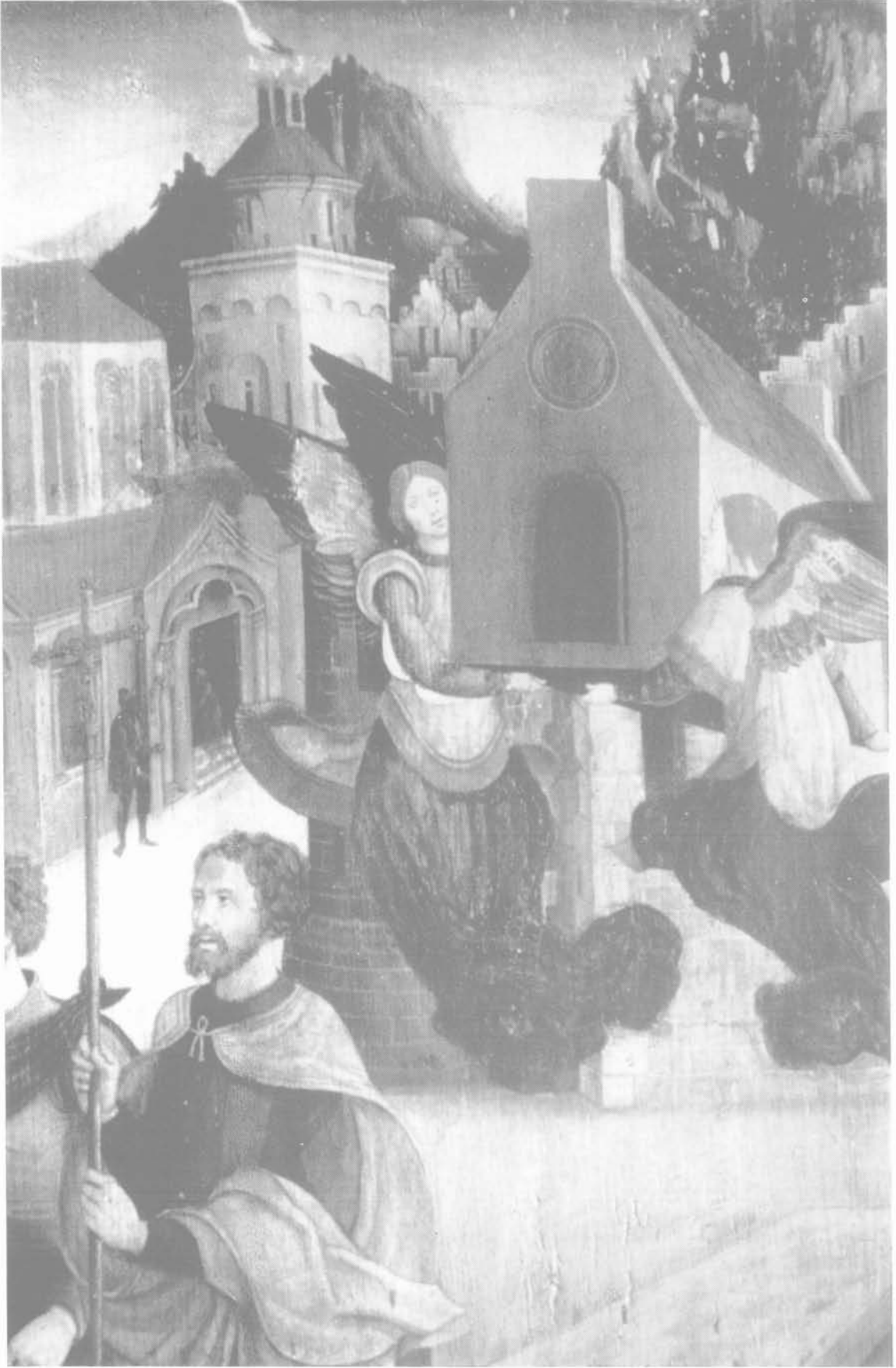


Fig. 3. - Déplacement de la maison de la Vierge de Nazareth en Galilée à Ephèse en Asie mineure.

3. HISTORIQUE

– Les manutentions d'énormes blocs exécutées par les cyclopes, les Egyptiens ou les hommes de l'île de Pâques, ne rentrent pas dans le cadre de cet exposé.

– Le premier déplacement d'immeuble connu au sens défini plus haut, est celui de la maison de la Vierge Marie depuis Nazareth en Galilée à Ephèse en Asie Mineure (où on peut encore la voir aujourd'hui). Le transport a été effectué par les anges (fig. 3).

– La statue d'Apollon à Rome, haute de 45 mètres, a été construite par Néron devant le vestibule de sa maison, la *DOMUS AUREA*. Un siècle plus tard, pour permettre la construction du temple de Vénus, la statue fut déplacée et tirée par 12 paires d'éléphants. Dans le bas du forum, on voit encore de nos jours, les ruines de ce temple, mais du colosse il ne reste rien ou plus exactement, il en reste le nom du Colisée (en latin *colosseus*, en italien *colosseo*).

– Nous sauterons au XVIII^e siècle pour trouver le déplacement d'un clocher d'église dans la Plaine du Pô (fig. 4). On voit apparaître sur ce document, tous les éléments d'une opération actuelle : plan de roulement, rouleaux, charpente de support, contreventements et pour la traction, des cabestans.

– Au XX^e siècle, en 1952, un hôtel en bois a été déplacé dans la banlieue de New-York. C'est le premier déplacement effectué sur des voies ferrées et la traction a été assurée par six locomotives (fig. 5).

– En 1931, les Etablissements Christiani & Nielsen de Copenhague, ont déplacé l'Hôtel de Ville de Randers (fig. 6). Le déplacement est fait au moyen d'une grille métallique scellée dans les murs, de train de rouleaux roulant sur des profilés. On voit apparaître le « *vélin pousseur* » comme moyen d'avancement.

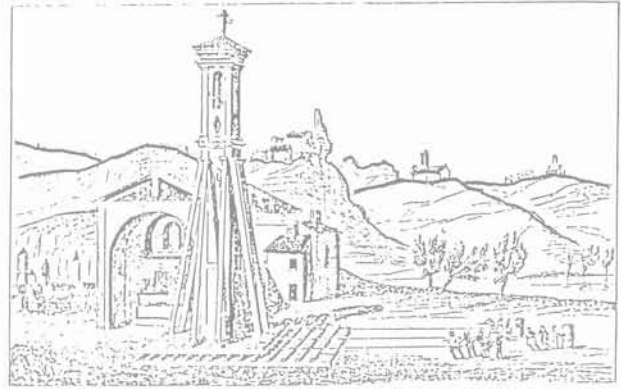


Fig. 4. – Déplacement d'un clocher d'église au XVIII^e siècle pour l'agrandissement d'une église dans la plaine du Pô. Déplacement sur rouleaux et traction par cabestans.

Sur ce principe, un certain nombre de déplacements ont eu lieu en U.R.S.S. (Cercle de la Noblesse, devenu maison des syndicats – rue Gorki à Moscou), aux U.S.A., en Allemagne et en Suisse.

– En 1948, à l'occasion des déplacements de pavillons à Châtillon-sous-Bagneux, sur le trajet de la Nationale 306, apparut un système hydraulique original permettant de transporter une construction rigide sur des voies souples et compressibles. Les vérins porteurs de dimensions appropriées aux charges qu'ils ont à supporter, sont connectés en trois groupes de manière à former un système isostatique. Ce procédé permet d'aborder des rampes et des pentes, d'exécuter des manœuvres de rotations et de changements de direction. Il est à l'origine du grand développement des déplacements d'immeubles en France (fig. 7).

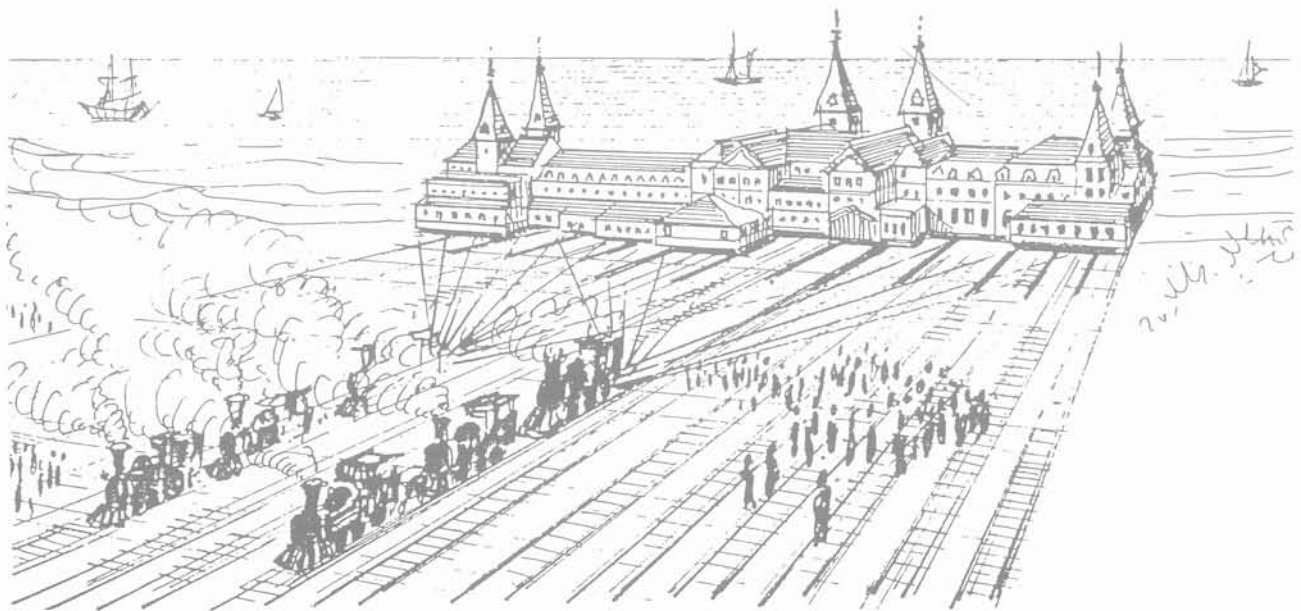


Fig. 5. – Déplacement d'un hôtel en 1892 région de New York Transport sur 16 voies ferrées et traction par 6 locomotives.



Fig. 6. – Déplacement de l'Hôtel-de-Ville de Randers (Danemark), 1930.
Poids 700 tonnes, ripage 3 mètres, soulèvement 7 cm.

4. MOYENS DE PRISE EN CHARGE

Les moyens de transférer les charges d'une construction sont très nombreux et très variés. Sans suivre fidèlement l'ordre chronologique, nous examinerons rapidement les systèmes qui ont été utilisés couramment.

Les grilles métalliques

Une « grille » est un ensemble de profilés métalliques enfilés et scellés dans les murs.

Certaines grilles concentrent les charges sur un nombre très limité de chariots. Elles comportent alors une grille dite « directe » portant la maison en de très nombreux points. Cette grille repose à son tour sur des fers porteurs fléchis. Entre ces deux systèmes, est interposé un réseau de petits vérins qui compensent les flèches. Ainsi, une construction rigide peut reposer sur un support souple et fléchi sans apparition de fissures.

SUSPENSION ET PROGRESSION HYDRAULIQUES

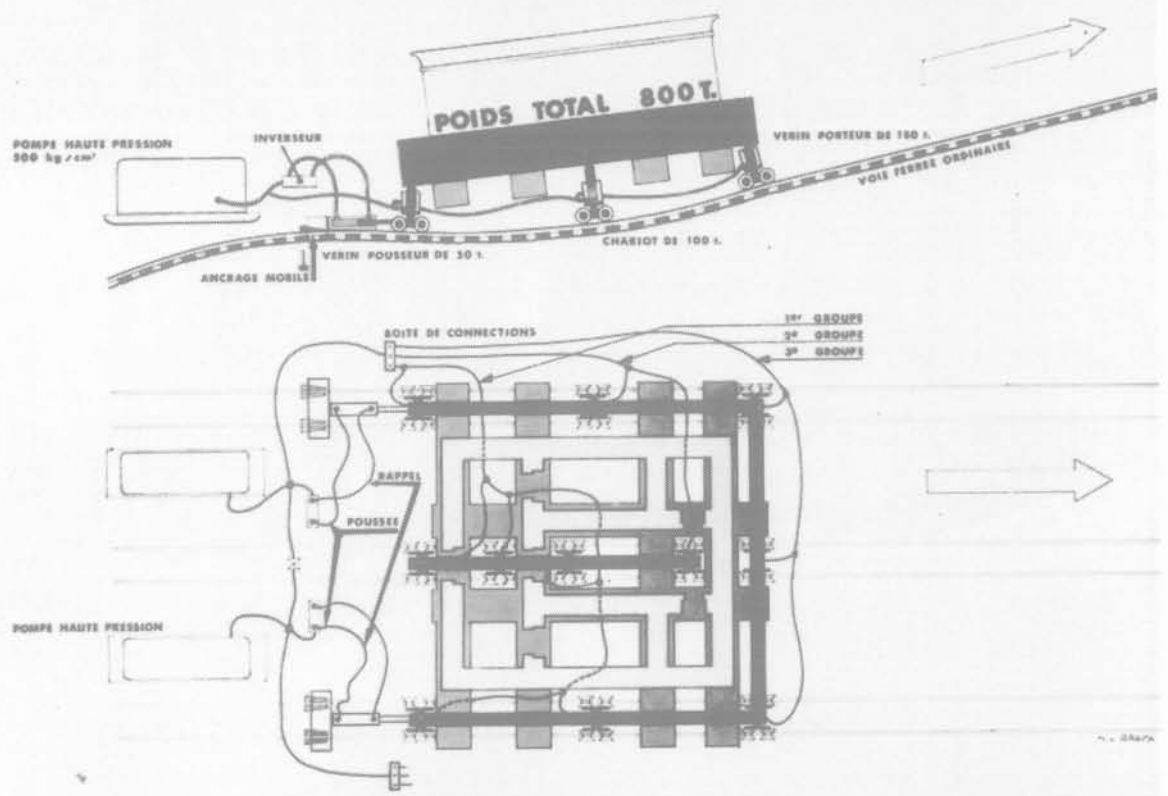


Fig. 7. – Déplacement du temple d'Amada (Nubie).
Les schémas explicitent les principes de connections hydrauliques qui permettent de déplacer les constructions rigides sur des voies souples. La coupe montre comment le système permet d'aborder les changements de pente des voies.

D'autres grilles sont sans concentration des charges. Elles comportent des chariots nombreux et les portées entre points d'appui permettent de négliger les flèches.

Les premières sont plus coûteuses puisqu'il faut dépenser de l'argent pour concentrer les charges puis à nouveau pour les répartir sur le sol.

Mais cette réduction du nombre des appuis favorise les trajets longs et complexes. En particulier, il permet les changements de direction et des rotations sûres et rapides.

Les grilles métalliques qui ont été le premier système utilisé en 1948, ont connu récemment un renouveau d'actualité à l'occasion de soulèvements d'immeubles.

Des profilés (HEB 300) ont été enfilés par « lançage » sous les radiers de pavillons pour permettre de les hisser. Ce fut le cas à la Ferté Alais et surtout à Vertou (Loire-Atlantique) où une maison importante fut soulevée de 1,40 m pour la sortir du lit majeur de l'Erdre.

Le béton armé

Pour économiser les transports et les manipulations de tous ces éléments métalliques, nous avons eu recours au béton armé exécuté en sous-œuvre. Ce matériau est très souple d'emploi. Les formes et dimensionnements s'adaptent à la demande et le béton exécuté reste incorporé à l'ouvrage.

Le béton armé est réalisé selon les méthodes habituelles des reprises en sous-œuvre : travail par petites parties à l'abri d'étaisements transversaux. La particularité est qu'ici ces reprises concernent toute la surface de l'immeuble.

Un cas particulier concerne les murs de très grande épaisseur que l'on rencontre dans de vieilles constructions : château du Landas à Loos-les-Lille : murs de 1,20 mètre, Colombier du XIV^e siècle à Créteil : murs de 1,50 mètre, Moulin à vent d'Ivry, XIV^e siècle : murs de 2,50 mètres.

Dans ce cas de construction, on prend le mur en sandwich entre deux poutres en béton armé, plaquées contre les deux faces légèrement engravées de la maçonnerie à transporter (fig. 8).

Des entretoises relient les deux poutres. Celles qui serviront d'appui aux têtes de vérins sont renforcées.

Enfin, le béton armé peut être exécuté de façon tout à fait normale dans les cas déjà cités où le déplacement est prémédité lors de la construction de l'édifice.

Le béton précontraint utilisé en poutres extérieures dites « Brancards »

A titre d'exemple, citons le déplacement du portail monumental de l'Arsenal de Toulon. Il s'agit de la façade d'un bâtiment construit sous Louis XV et destinée à être utilisée comme façade du futur musée de la Marine. Cette construction pesait 800 tonnes et a parcouru un trajet très complexe ; un soulèvement de 1,20 mètre permettait de rouler au niveau du sol. En

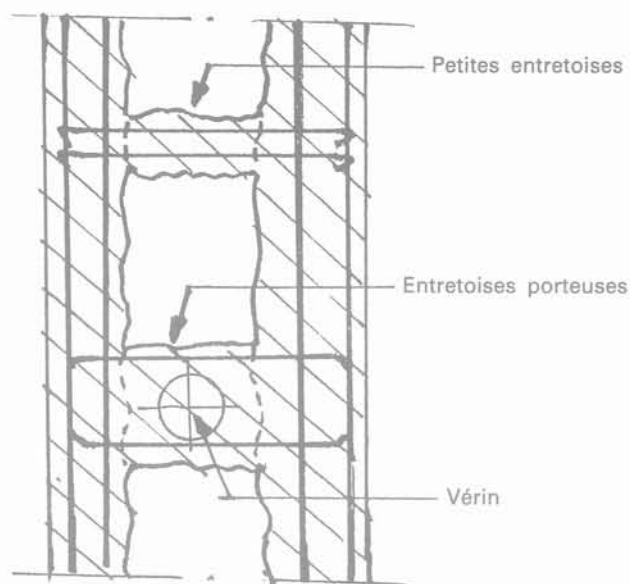
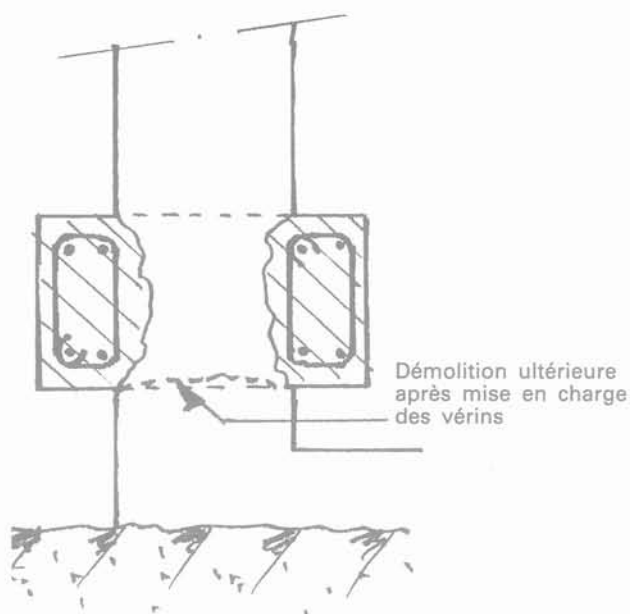


Fig. 8. — Prises de gros murs en maçonnerie par poutraison S.A. en sandwich.

effet, sous une croûte d'environ 1 mètre d'épaisseur, on rencontrait plus de 20 mètres de vase qui n'aurait pas supporté directement les voies de roulement. Le trajet comportait une translation de 50 mètres, une rotation de 90° (par une méthode n'utilisant que des voies droites), puis une nouvelle translation de 20 mètres, et enfin une descente sur les nouvelles fondations, pour remettre le portail à son niveau initial.

La précontrainte des « brancards » fut alors déposée car les câbles n'avaient pas été injectés.

Le matériel de précontrainte peut d'ailleurs être utilisé plusieurs fois.

Les brancards qui n'ont pas d'autres armatures longitudinales continues sont démolis aisément.

Mise en précontrainte de maçonneries ou de béton armé existant

Cette méthode, quand elle est possible, est certainement la plus économique.

La maçonnerie de moellons se prête très bien à ce procédé. Des portées de 6 à 8 mètres entre points d'appuis ont pu être ainsi réalisées. Dans la meulière assisée, il convient d'être plus prudent. Le renforcement du béton armé par de la précontrainte dite additionnelle est devenu un procédé assez répandu qui a trouvé ici une application de choix. Un exemple typique est celui de l'immeuble de Port-Camargue déjà cité (fig. 9) : cet immeuble a vu son permis de construire annulé en cours de construction. Il a fallu le retourner de 180° en le déplaçant en trois tronçons séparés par les joints de dilatation.

La précontrainte additionnelle et temporaire a permis de faire reposer chaque refend porteur sur deux points seulement, ce qui a permis de limiter le nombre de voies circulaires.

Un autre exemple est caractéristique : un laboratoire à Ham fondé sur une couche de vase de 12 mètres d'épaisseur s'était enfoncé et incliné de 40 cm selon sa diagonale. Sa fondation était constituée par deux dalles en béton armé séparées par un vide sanitaire. Des tympans placés sous chaque refend rigidifiaient cette double dalle.

Une telle structure se prêtait fort bien à une prise par précontrainte additionnelle. L'espace compris entre les deux cellules adjacentes se présente comme une poutre en H à laquelle il ne manque que les aciers tendus pour porter la charge totale. La précontrainte additionnelle joue ce rôle en même temps qu'elle liaisonne les blocs de clavage des pieux (fig. 10).

Grilles mixtes

Très souvent, la prise d'un immeuble exige la combinaison de plusieurs des procédés décrits ci-dessus.

Par exemple : une maison d'habitation à Villemomble comportait un grand perron en béton et pierres de taille. La maison était prise par précontrainte des maçonneries, mais le perron a été supporté par une grille métallique préfléchie par vérins (fig. 11).

Le temple d'Amada en Nubie a été transporté en utilisant une combinaison de poutres en béton armé

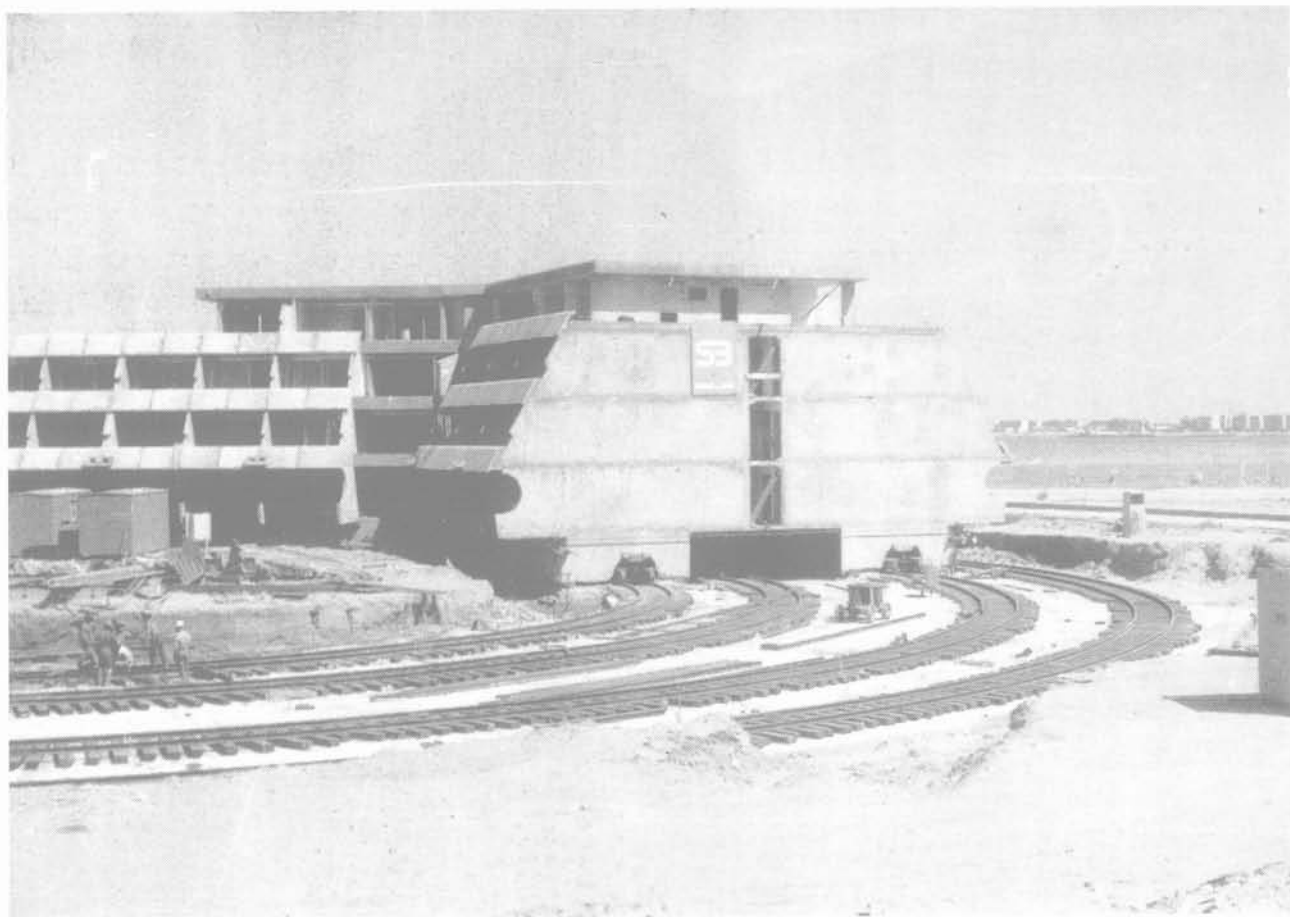


Fig. 9. - Immeuble en cours de construction déplacé par rotation de 180°. Utilisation de la précontrainte additionnelle pour supporter chaque refend par 2 chariots.

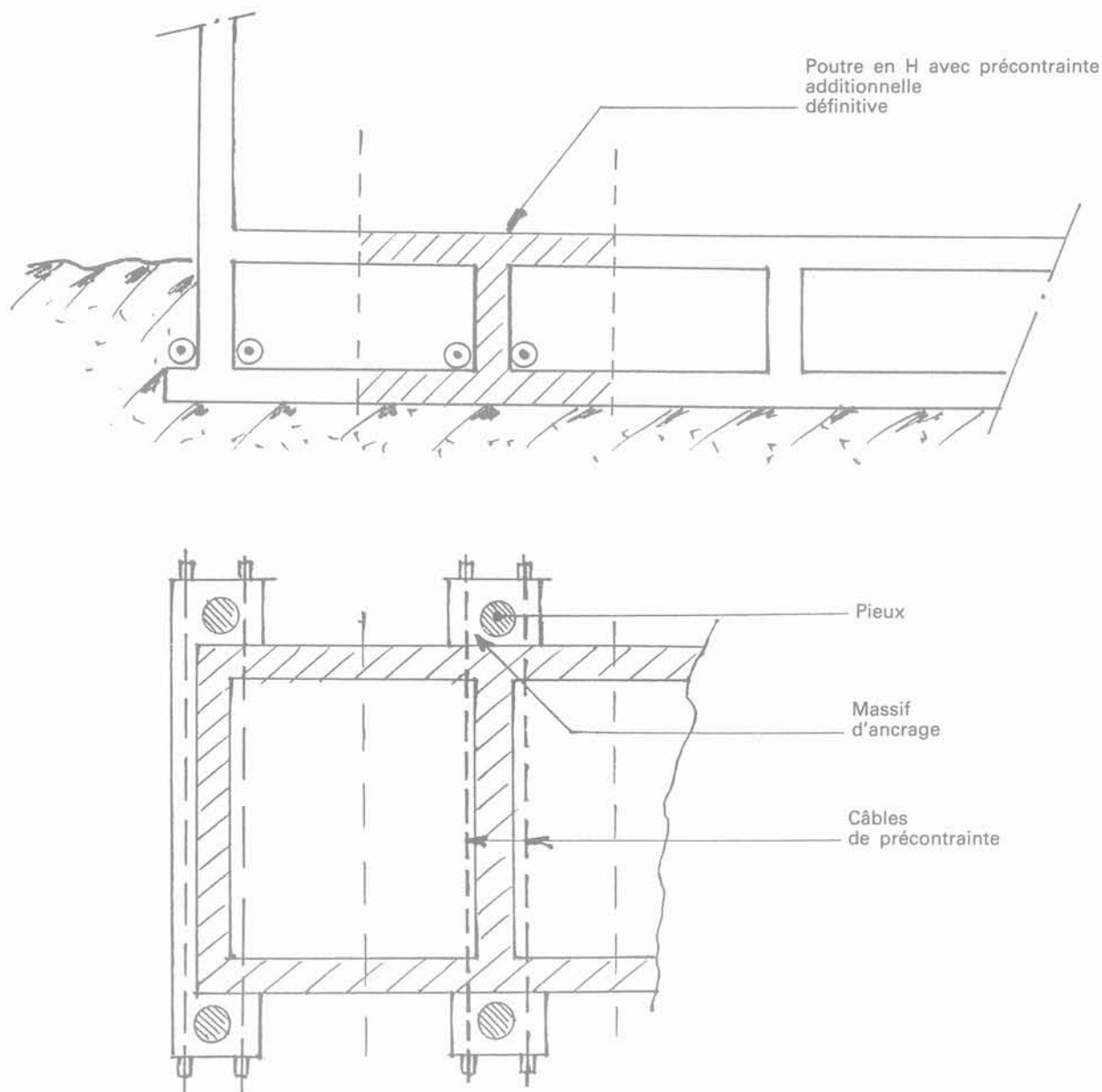


Fig. 10. — Laboratoire de Ham.
Mise en précontrainte de béton armé pour porter en flexion entre pieux.

exécutées en sous-cœuvre et des poutres « brancards » en béton précontraint (fig. 7 et 12).

Ce temple était l'un des dix-huit temples condamnés par le barrage d'Assouan. Le plus ancien de la vallée. Commencé sous la XVIII^e Dynastie, c'était un des rares temples construits, les autres étant généralement creusés dans les grès. Il était constitué de blocs d'environ 2 mètres \times 0,80 \times 0,60 assisés sans liants. Dans la partie fermée, le Naos, ces blocs étaient recouverts de plâtre à l'intérieur et toute la décoration était gravée dans ce plâtre.

Les solutions de démontage ou découpage adoptées pour les autres temples n'auraient, ici, rien conservé. Aussi, le transport en un seul bloc selon les techniques

de déplacement d'immeubles a été retenu. Le trajet était de 2,6 km avec une dénivellation de 65 mètres. Tous les détails sur cette opération sont donnés dans un bulletin de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics (I.T.B.T.P. n° 228 du mois de décembre 1966).

5. MOYENS DE DÉPLACEMENTS

Les glissements

Les déplacements de charges lourdes par glissement sont certainement les plus anciens.

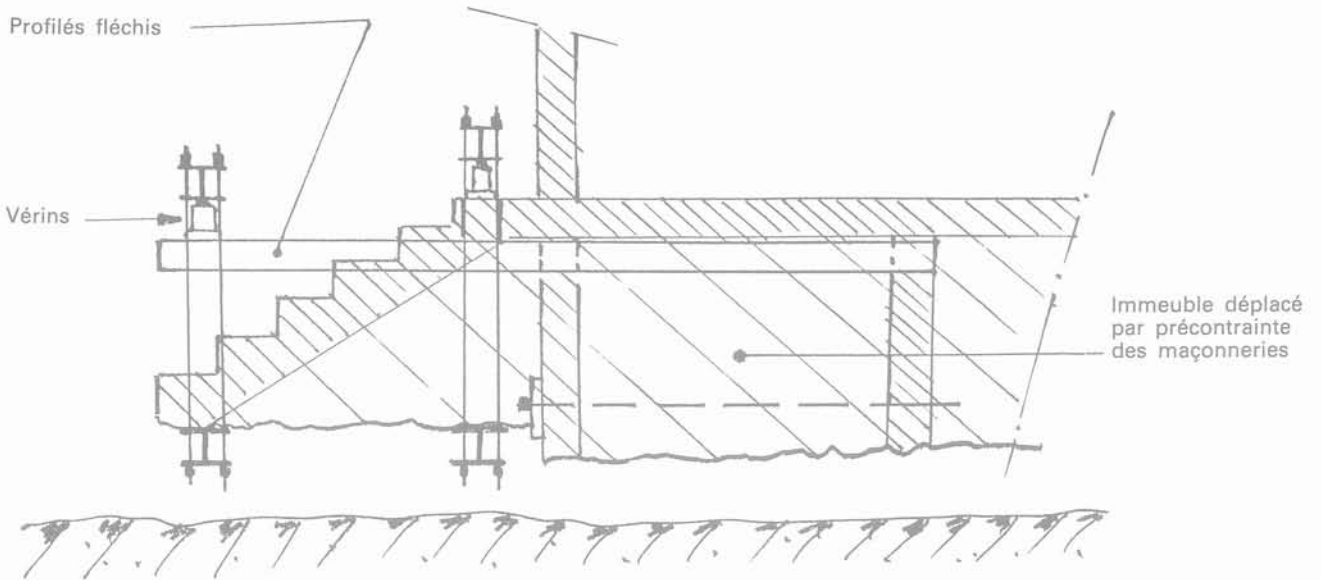


Fig. 11. – Maison à Villemomble. Exemple de grille mixte. Maçonnerie précontrainte et grille métallique préfléchie.

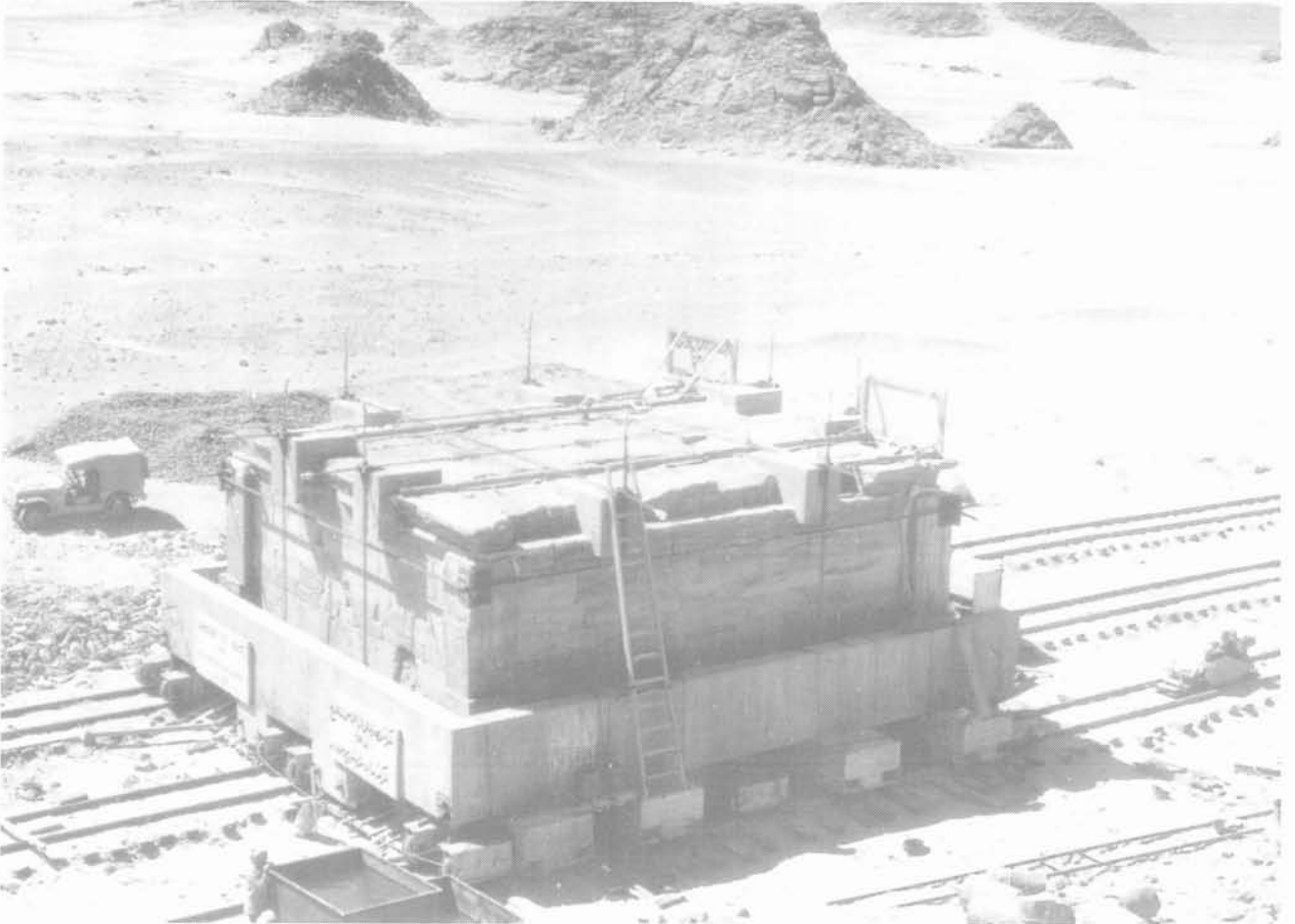


Fig. 12. – Temple d'Amada en Nubie. Déplacement pour sortir de la vallée du Nil inondée par le barrage d'Assouan en 1965.
Trajet : 2,6 km – dénivellation 65 m – schémas sur fig. 7.

Les Egyptiens faisaient couramment glisser la pierre sur le bois lubrifié à l'argile.

Dans le tombeau de Ramsès VI, on voit la scène de la descente d'un sarcophage sur un plan incliné, utilisant ce procédé.

Les anciens Grecs faisaient glisser le bois sur la pierre : le Diolchos était un chemin de pierres permettant de faire passer les navires à travers l'isthme de Corinthe. Ce chemin comportait deux saignées pour des guidages. Des tronçons du Diolchos ont été retrouvés lors du percement du canal de Corinthe.

Dans les déplacements d'immeubles, on a évidemment utilisé le frottement acier sur acier et en particulier skis métalliques sur rails. Le coefficient moyen avec graissage est de l'ordre de 10 %.

Ce système de ripage est utilisé pour des déplacements courts. Il permet de parcourir des trajets en descente en poussant, ce qui est plus facile que de retenir de cette manière. Le pavillon de Champigny, déjà cité, a descendu une pente de 10 %. La pression dans les vérins pousseurs mesurait la force nécessaire et on a pu constater qu'en agissant sur la lubrification à l'avant du ski, on pouvait presque réduire cette force jusqu'à zéro.

Dans certains travaux spéciaux, on utilise le téflon glissant sur de l'acier poli : ripage de tabliers de ponts par exemple. C'est ainsi que fut déplacé le tablier du pont de Japoma (Cameroun). Ce double fléau de 80 mètres de long, pesant 1 400 tonnes, a subi des mouvements en plan et en niveau pour remédier à un tassement de la pile centrale.

Les coefficients varient dans de grandes limites selon les états de surface des matériaux mais peu en fonction de la charge (de 1,5 à 6 %).

Les roulements

Le rouleau-rouleau

Il s'agit là du véritable rouleau qui roule sous la charge et se déplace par rapport à elle en même temps que par rapport au plan de roulement. Il a été utilisé depuis la période mégalithique sous la forme de troncs d'arbres.

Le clocher d'église cité dans l'historique est translaté de cette manière.

De nombreux immeubles ont été déplacés aux U.S.A., en Allemagne, en Suisse et en U.R.S.S., avec de tels rouleaux ; notamment l'ancien cercle de la Noblesse, rue Gorki à Moscou, déjà mentionné.

Le rouleau-chariot

Dans ce cas, les rouleaux sont munis d'axes portant sur des paliers et travaillent en fait comme des roues. L'avantage de ce système est que le point d'appui ne bouge plus par rapport à la charge. Ceci permet de constituer les grilles préfléchies et les réseaux de vérins connectés qui sont la base du procédé décrit plus haut.

Le chariot de type ferroviaire

Ces chariots utilisés depuis 1948 par Christiani & Nielsen puis par Sainrapt & Brice utilisent des voies rudimentaires (fig. 13).



Fig. 13. – Chariot de type ferroviaire. Roues à double boudin. Charge 100 à 200 tonnes. Ils peuvent être accouplés par un berceau pour former un chariot de 200 tonnes.

Les voies sont constituées par du matériel S.N.C.F. de réemploi et posées sur des ballasts variés suivant les terrains et les charges.

Ces chariots sont construits pour des charges de 100 à 120 tonnes et peuvent être accouplés pour créer des unités de 200 tonnes. Ils sont très surbaissés puisqu'entre le rail et la tête du vérin, on mesure environ 700 millimètres.

Chariots constitués de « rouleurs express »

Les rouleurs express sont des petits engins du commerce constitués par un train de galets circulant sous une plaque métallique (fig. 14 et 15).

Un chariot de 100 tonnes par exemple sera constitué de deux rouleurs de « 100 tonnes » accouplés. En effet, dans le cas de roulement, le coefficient de résistance au déplacement dépend beaucoup de la charge et il y a intérêt à se limiter à la moitié des valeurs nominales annoncées par le constructeur.

En roulant sur une tôle reposant sur une assise solide, le coefficient est compris entre 1 et 2 %.



Fig. 14. – Déplacement d'un bâtiment à Rungis. Soulèvement de 1,20 m, puis trajet sans voies ferrées.

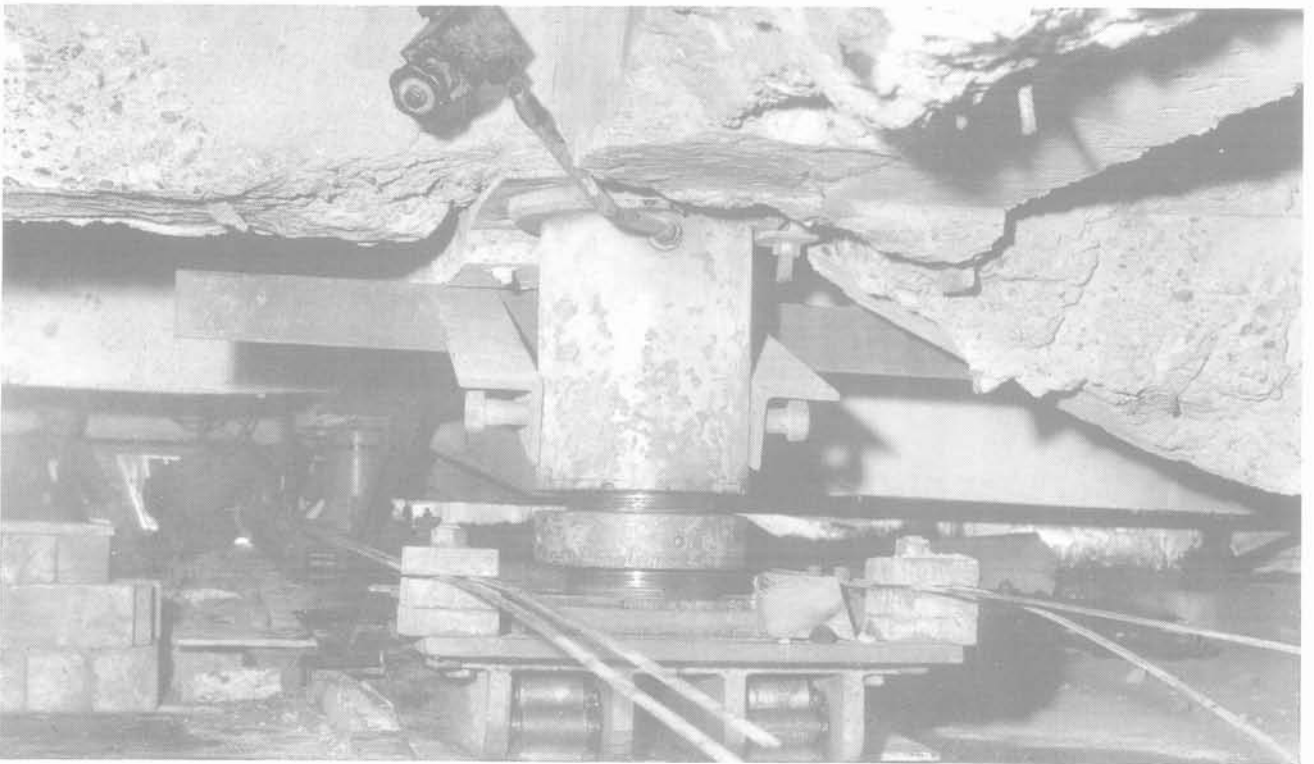


Fig. 15. – Chariot composé de deux rouleurs de 50 tonnes et du vérin placé tête en bas. Remarquer la « flottaison » du vérin pendant le roulement.

Mentionnons pour mémoire les déplacements sur coussin d'air ou coussin d'eau

Ces procédés sont utilisés dans l'industrie, mais rarement dans le bâtiment et travaux publics.

En effet, le principal avantage est de réduire à presque rien l'effort de traction mais au prix de dispositifs importants. Un tablier de pont S.N.C.F. de 1 200 tonnes par exemple a été mis en place sur coussin d'air ; la traction était assurée par un camion.

Pour être exhaustifs, nous citerons les véhicules ou remorques munis de chenilles ou de roues.

Ils sont couramment utilisés pour déplacer des monuments et quelquefois de petites maisons : par exemple, à Hoboken près d'Anvers, une maison en briques de 350 tonnes a été transportée de 4,5 km en empruntant les voies publiques.

6. LES MOYENS DE TRACTION

Ils sont fonction de l'époque, de la distance et de la charge.

Depuis la traction animale directe, nous avons connu les treuils à la main. En 1948, les premières maisons déplacées à Châtillon-sous-Bagneux, ont été tirées ainsi !

Rapidement, on a utilisé un gros treuil à moteur. Ce treuil enroulait le câble de 2 mouffles ancrés sur chacune des deux voies.

Le point d'ancrage sur les rails est déplacé à la fin de chaque mouflée à l'aide de petits treuils auxiliaires (fig. 16).

Plus récemment, au lieu de treuils, nous avons utilisé des tirsors hydrauliques mouflés.

Avec ces engins treuils ou tirsors, les vitesses instantanées qui dépendent des mouflages sont de l'ordre de 3 à 5 mètres minute. De telles vitesses ne sont d'ailleurs pas vraiment nécessaires.

Aussi, d'une manière générale, les déplacements se font au moyen de vérins pousseurs (fig. 17).

Les vérins de type SB sont de 50 tonnes, course de 1 mètre, et à double effet.

Ils sont munis d'ancrages automatiques qui s'accrochent sur les rails par coïncement au moment de la poussée. Au moment du rappel du vérin, les ancres se dégagent et progressent sur le rail.

Les vitesses obtenues avec ce procédé ne dépendent que du débit des pompes. Par exemple, une vitesse instantanée normale est de 60 cm à la minute. Ceci conduit, compte tenu des rappels et des arrêts divers pour les différentes opérations, à des vitesses moyennes de 60 à 80 m/jour.

La chaufferie de Meaux a parcouru 120 m certains jours.

Les puissances utilisées varient suivant les modèles de pompes de 4 à 16 CV.

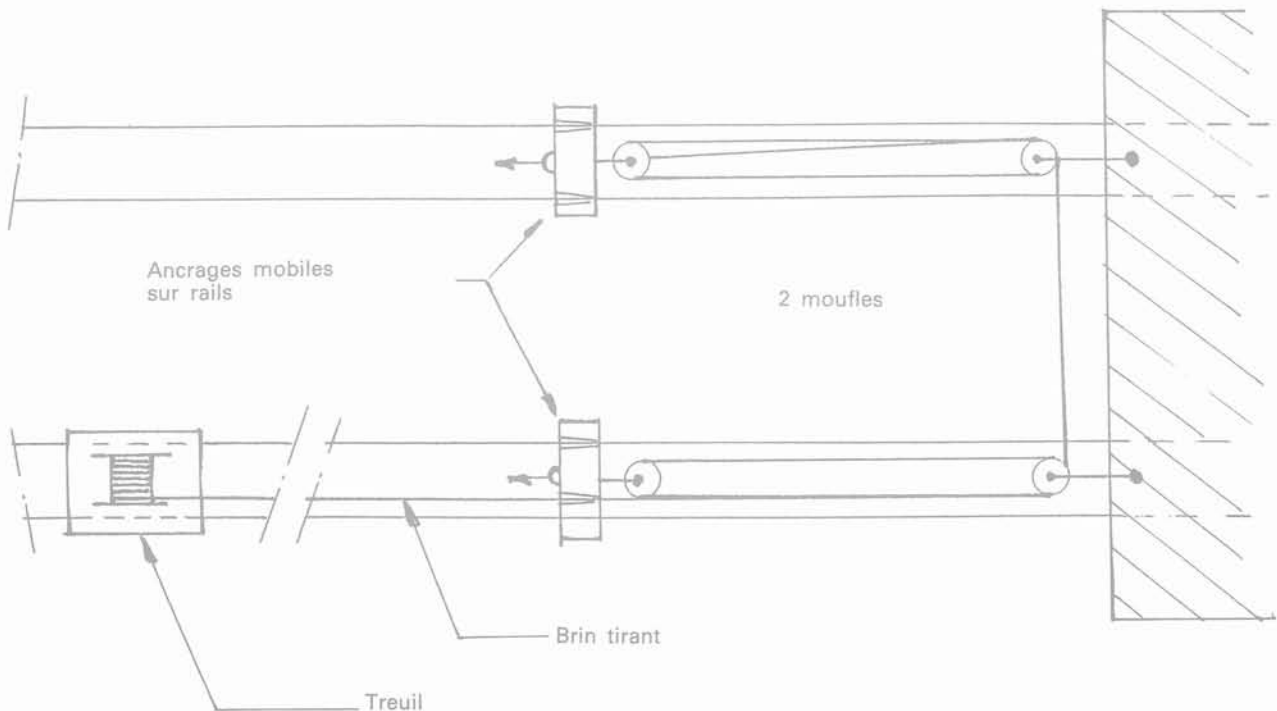


Fig. 16. - Traction avec un treuil à moteur et deux mouffles (Châtillon-sous-Bagneux).

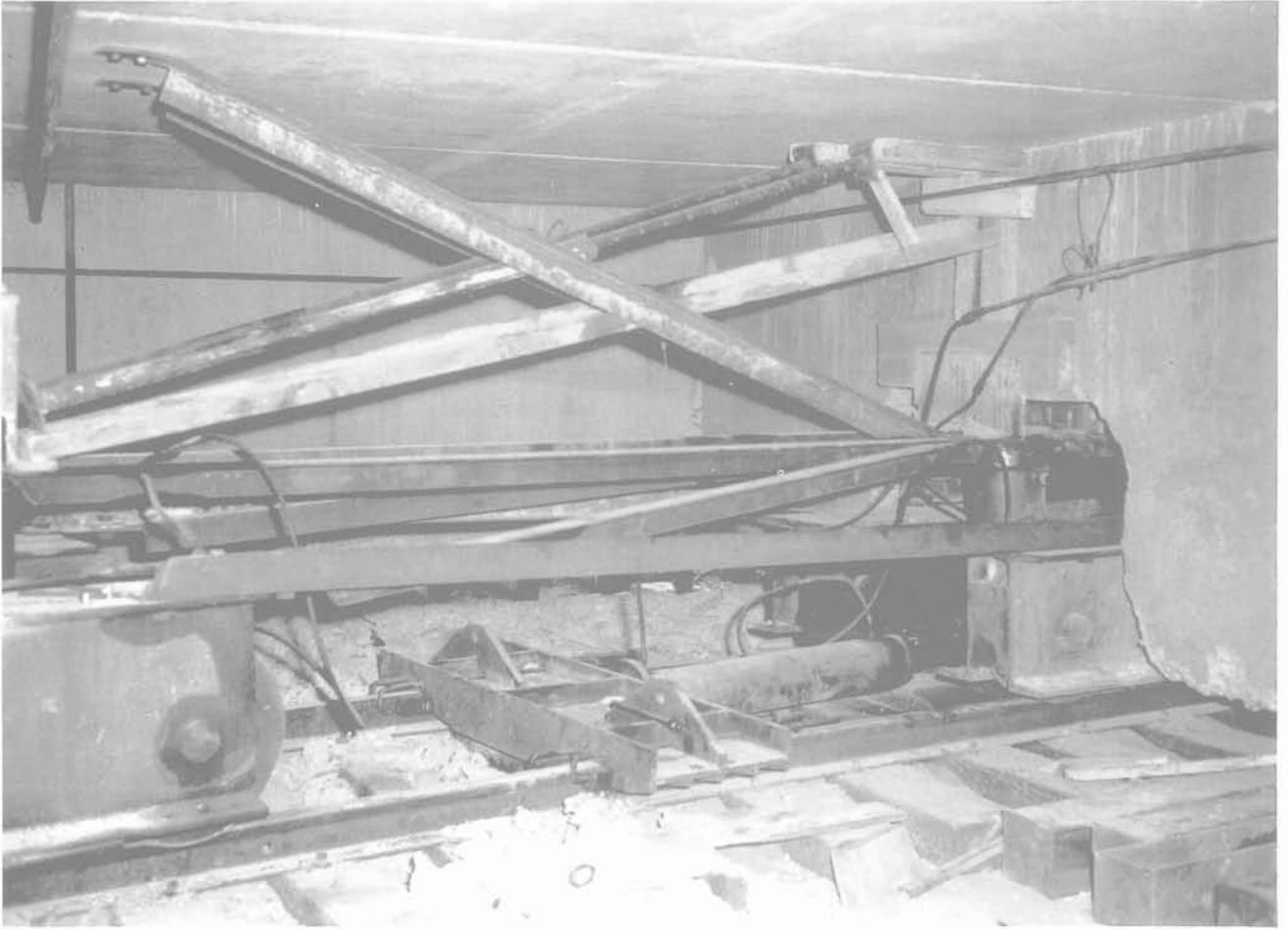


Fig. 17. – Vérin pousseur à double effet de 50 tonnes. 1 mètre de course.
Ancrages par coins et trains de rouleaux permettant un déblocage automatique au rappel.

Quand on n'utilise pas de voies ferrées, les mêmes vérins peuvent fonctionner en traction, placés en butée sur la fondation nouvelle, ils tirent sur des câbles attelés à la construction à déplacer.

7. PROBLÈMES ANNEXES

Au cours de tous ces travaux de déplacement d'immeubles, un certain nombre de problèmes ont été résolus que nous énumérerons rapidement.

Dans certains cas, il faut procéder à certains confortements préalables : chaînages temporaires, injections de fissures, étaitements de baies. Mais le plus souvent, les constructions saines de formes et dimensions convenables ont été déplacées sans confortements préalables. Ceci est appréciable quand on doit rester en service pendant les travaux.

Contreventements

Les contreventements ont pour but de relier les chariots entre eux ou le plan des chariots avec les charges transportées. Ces derniers doivent permettre

le libre jeu vertical des vérins tout en s'opposant à leur inclinaison.

Ces contreventements sont métalliques : profilés ou tiges.

Problèmes de trajet

De nombreux cas de trajet ont été rencontrés : le plus simple et heureusement le plus fréquent, est la translation rectiligne et de niveau. Quelquefois cette translation est biaise par rapport aux axes. Ainsi peut être évitée une translation perpendiculaire. Ces translations perpendiculaires sont évidemment possibles avec un arrêt et une reprise des chariots un par un pour les orienter dans la nouvelle direction.

Les différents tronçons de trajet peuvent être courbes et comporter des pentes ou des rampes. Par ailleurs, des rotations sur place autour d'un centre rapproché peuvent être effectuées avec les différents types de chariots.

Enfin, un système de rotation sur place n'utilisant que des rails droits, a été mis au point depuis très longtemps (Hôtel de l'Echevin de Cabre à Marseille) et utilisé quelquefois.

A tous ces trajets, peuvent être combinés des soulèvements ou des descentes verticales pour obtenir les niveaux désirés.

Maintien des locaux en service

Dans de nombreux cas, des immeubles ont été déplacés avec leurs habitants. Des fonds de commerce sont restés ouverts pendant tous les travaux.

Le phare de La Ciotat à l'entrée du port a été déplacé sans interrompre son service.

Un centre de relais S.N.C.F. à Sartrouville, qui commande tous les signaux et aiguillages entre Paris et Cergy Pontoise a été déplacé sans interrompre le trafic.

Des mesures spéciales sont à prendre pour maintenir les accès et réseaux en service mais ce sont des problèmes relativement simples.

8. CONCLUSIONS

Limites et prix

A la lumière de ce qui précède, on peut se demander quelles sont les limites d'utilisation des techniques de déplacements d'immeubles.

Sur le plan technique, il ne semble pas qu'il y ait de limites ni en poids, ni en trajet : un lavoir à charbon de Fresnes-sur-Escaut pesant 35 000 tonnes a été ainsi placé sur groupes de vérins pour le soulever en fonction des tassements miniers.

Les établissements Sainrapt & Brice ont étudié le déplacement de l'église de Most en Tchécoslovaquie. Cette église pesait 30 000 tonnes et devait parcourir 1 km. A la suite des événements bien connus, le protocole signé n'a pas reçu l'agrément du ministère des Finances tchèques. L'opération a été réalisée bien plus tard avec l'aide de l'U.R.S.S. et après un démontage du clocher porche qui pesait à lui seul 12 000 tonnes.



Fig. 18. – Usine Kuhlmann à Oissel.
Bâtiment de 5 000 tonnes déplacé sur un trajet complexe.

En ce qui concerne la complexité des trajets, les déplacements cités dans l'exposé ont montré des cas très variés.

Un des exemples les plus complexes est celui de l'usine Kulhmann à Oissel : chaque élément de 2 500 tonnes a parcouru un trajet comprenant successivement une translation de 50 m, une rotation de 30° sur un ensemble de voies courbes concentriques, un trajet de 800 m comprenant une descente 2 % et une remontée à 3 %, ainsi qu'une deuxième rotation de 60° et une translation finale de 200 m ! (fig. 18).

Par contre, il y a toujours des limites économiques. Un déplacement est une opération coûteuse qui n'a en général d'intérêt que si l'immeuble ou la construction ancienne est condamnée à son emplacement initial.

Prenons deux exemples

Le déplacement d'un pavillon de 10 × 10 à 3 niveaux : sous-sol aménagé, rez-de-chaussée, combles

aménagés, sur un trajet de 10 m horizontal, coûterait environ 400 000,00 F.

On voit que s'il s'agit d'un pavillon moderne en construction traditionnelle qui peut coûter 700 000,00 F, l'opération est envisageable.

S'il s'agit d'un pavillon de 1930, bâti en meulière, la valeur vénale d'expropriation est de l'ordre d'environ 300 000,00 F. L'opération est donc impossible sauf si des considérations sociales ou de rapidité interviennent.

Le déplacement de l'immeuble de Port Camargue a coûté environ 1 000 000,00 F H.T. pour les trois éléments. Le constructeur évaluait en coût sa valeur à 2 000 000,00 F au moment de l'opération. A la fin du transfert, les travaux intérieurs ayant été poursuivis, ce bâtiment valait 3 000 000,00 F.

On peut constater ainsi que plus les immeubles sont importants, plus la rentabilité de l'opération est assurée.