

# Le gros œuvre, les ouvrages spéciaux, la structure porteuse

Autor(en): **Janin, Bernard / Girard, Tell**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **101 (1975)**

Heft 3

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-72539>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Le gros œuvre, les ouvrages spéciaux, la structure porteuse

par BERNARD JANIN et TELL GIRARD, Lausanne

La parcelle rectangulaire (89 m × 60 m), choisie pour y édifier le grand complexe administratif de Chauderon est bordée par trois axes routiers : au nord, par la place Chauderon ; à l'ouest, par le pont Chauderon ; au sud, par la route de Genève, et elle est attenante, à l'est, à l'immeuble du Cercle Ouvrier (fig. 1).

Le terrain a une dénivellation d'environ 14 m entre la place Chauderon et la route de Genève (distance env. 60 m).

Les bancs de molasse (grès et marne alternés) horizontaux et cassés en escaliers suivent la même déclivité. Ils sont recouverts de 6 à 8 m de remblais de mauvaise qualité et même de gadoues.

Toutes ces données nous ont amené à adopter des modes de terrassement et de construction divers pour éviter, en particulier, de perturber la circulation.

## 1<sup>re</sup> étape : Travaux préliminaires

En premier lieu, un grand nombre de canalisations importantes sont déplacées : des conduites d'eau, des collecteurs d'égouts, dont un de 1,80 × 1,30 m de section, des conduites de gaz jusqu'à 600 mm de diamètre sur trois côtés du terrain, des câbles électriques à haute tension (50 000 volts). Une galerie de 3,50 m<sup>2</sup> de section est créée pour des câbles téléphoniques et électriques depuis la route de Genève à travers toute la place Chauderon.

Parallèlement à ces travaux, deux tunnels superposés sont exécutés, derrière la culée nord du pont Chauderon ; la voie supérieure permet aux piétons de sortir devant les Services Industriels ; la voie inférieure est destinée à desservir un futur parking à l'ouest du pont.

Les murs des tunnels sont réalisés par puits successifs entre les voies de circulation. La dalle supérieure est bétonnée par tranches pour maintenir une circulation normale. Ce travail terminé, les tunnels sont percés en sous-œuvre.

La première grue du chantier est fondée à 10 m de profondeur, dans un puits, à côté de la culée du pont Chauderon.

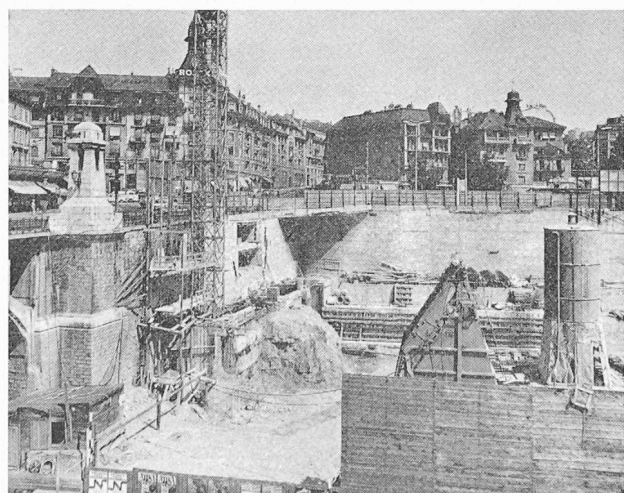


Fig. 2. — Bétonnage de la partie inférieure des murs de soutènement (23 août 1971).

## 2<sup>e</sup> étape : Fouilles jusqu'au niveau de la route de Genève

Les côtés ouest et nord sont ceinturés par des murs de soutènement en gradins d'une hauteur totale d'environ 18 m. Ces murs sont exécutés de façon très particulière. Les 10 m supérieurs sont bétonnés dans des fouilles en puits de 5 m de largeur. Ils sont fondés sur la molasse et partiellement ancrés à l'ouest, dans le radier du tunnel de véhicules. Ensuite, les fouilles en pleine masse sont exécutées sans difficulté avec de gros engins de terrassement (D 9) sur la hauteur de ces premiers 10 m.

Ce niveau atteint, les fouilles sont poursuivies par tranches alternées pour permettre le bétonnage des 8 m inférieurs des murs de soutènement (fig. 2).

Le niveau ainsi atteint est 3,50 m plus bas que celui de la route de Genève.

## 3<sup>e</sup> étape : Fouilles en contre-bas de la route de Genève

Les fouilles exécutées au bord de la route et dans des remblais instables ont nécessité la construction d'une paroi berlinoise d'environ 115 m de longueur et de 6,50 m de hauteur. Elle a été exécutée de la façon suivante : des trous de  $\varnothing$  55 cm, profonds de 10 à 13 m, espacés de 1,80 m sont forés jusque dans la molasse. Dans chaque trou, un fer profilé HEB est scellé par bétonnage dans la molasse. La tête du profilé est fixée dans une longrine en béton au niveau de la route de Genève (fig. 3).

Des ancrages précontraints de 20 m de longueur, inclinés de 15° environ, retiennent cette longrine. Le terrain étant composé d'anciennes gadoues, nous avons choisi des ancrages à manchettes permettant plusieurs injections. Ce système évite de trop grandes pertes de coulis.

Les fouilles en pleine masse sont exécutées par tranches successives de 1,50 m de profondeur. Une chemise filtrante faite de plaques préfabriquées protégées par un carton bitumé est placée côté terre. Puis, entre les profilés, un blindage de 15 cm d'épaisseur est bétonné aussi par tranches successives de 1,50 m de hauteur.

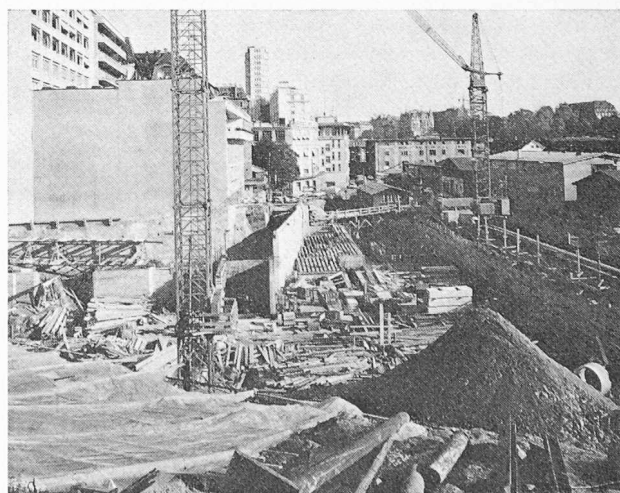


Fig. 3. — Vue de la paroi berlinoise le long de la route de Genève (novembre 1970).

A 3,50 m de profondeur, une nouvelle série d'ancrages de 15 m de longueur est mise en place sur une longrine métallique composée de deux fers UPN 26. Les fouilles, le drainage et le blindage continuent par tranches de 1,50 m jusqu'au niveau du 2<sup>e</sup> sous-sol.

Les profilés de la paroi berlinoise sont désaxés dans les trous de scellement du côté extérieur du bâtiment, ce qui permet de fonder toute la façade sud sur les scellements bétonnés qui forment de véritables pieux de fondation.

Cette paroi berlinoise a ainsi servi de fondation et de drainage définitif tout le long de la route de Genève.

C'est seulement après tous ces travaux que débute la construction des immeubles. Deux autres grues sont mises en place, dont l'une sur des voies de roulement surélevées pour laisser passer les piétons le long de la route de Genève.

### Superstructure

Les immeubles administratifs et commerciaux de Chauderon se composent de quatre parties bien distinctes :

a) En bordure de la route de Genève, cinq niveaux de bureaux sont traités en béton armé (longueur 115 m, largeur 17,70 m). Toutes les fondations reposent sur la molasse (pieux, puits ou semelles). La façade est décrochée à chaque étage, les piliers de façade sont inclinés. Les contrecœurs supportent des bacs à fleurs en béton lavé, préfabriqués, qui ont été posés sur le coffrage des dalles champignons (7,20 m de portée). Ces bacs, en forme d'équerre ouverte, dans lesquels a été enlevé un « quartier d'orange », donnent une allure festonnée à la façade.

b) Le parking de quatre niveaux (300 places) est situé entre la place Chauderon et les bureaux le long de la route de Genève.

Le terrain côté Chauderon a été taillé en escaliers pour éviter des fouilles trop importantes dans le banc de molasse et des reprises en sous-œuvre des murs existants le long de la place Chauderon. De ce fait, la largeur du parking est variable. L'étage inférieur du parking est dimensionné en hauteur pour recevoir des camions (fig. 4).

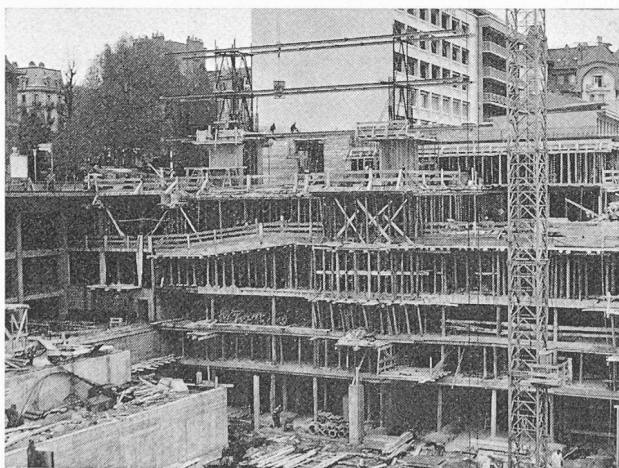


Fig. 4. — Coupe au travers des parkings (29 novembre 1971).

Les dalles de parking ont des portées nord-sud variant entre 7 et 17,50 m ; ce sont des dalles nervurées en béton armé de 50 cm d'épaisseur, évidées par des caissons en tôle.

Dans le sens est-ouest, les bandes porteuses pleines de même épaisseur reposent sur des piliers espacés de 8,40 m.

Les portées étant imposées, la solution choisie permet d'obtenir des dalles minces (1 : 35 de la portée) et d'éviter d'excaver plus profondément la molasse.

L'armature de la dalle et les étriers dans les nervures sont préfabriqués à l'aide de trois types de treillis spéciaux. Seule l'armature principale des nervures est exécutée de façon traditionnelle.

La toiture des bureaux et du parking décrits ci-dessus forme une plate-forme accessible au public, et est située au niveau des passages à piétons passant sous la place Chauderon ou donnant accès à l'ouest du pont Chauderon.

c) Au-dessus de la plate-forme, deux immeubles administratifs de cinq niveaux sont exécutés. Le plus petit « front est », d'une surface de 20,20 × 15,40 m est accolé à l'immeuble du Cercle Ouvrier, le plus grand « front sud », d'une surface de 62,20 × 22,60 m est parallèle à la route de Genève.

Deux critères principaux demandés par les architectes ont conduit au choix de la structure porteuse :

- 1° que la plate-forme réservée aux piétons soit très ouverte, sans murs et avec un minimum de piliers ;
- 2° la suppression d'éventuels points d'appui dans les cinq niveaux inférieurs du parking et des bureaux sur la route de Genève.

Pour répondre à ces deux conditions, nous avons admis de porter les immeubles uniquement sur les cages d'escaliers et d'ascenseurs, complétées par un pilier pour le front est et par deux piliers pour le front sud.

Les appuis fixés, il restait à choisir les matériaux et le système porteur des cinq planchers.

Les portées étant relativement importantes, 14,20 m entre les noyaux et 8,65 m de porte-à-faux pour les façades nord et sud, l'acier s'est avéré plus économique ; avec l'avantage de la légèreté puisque les charges doivent être transmises au niveau des fondations à 25 m au-dessous du niveau du premier plancher.

Trois solutions sont possibles pour porter les planchers :

1. Plancher porteur à chaque étage. Ce système conduit à un encombrement et à un coût beaucoup trop important.
2. Niveau inférieur porteur. La structure occupe pratiquement un étage complet sur lequel il faut remettre des piliers sur cinq niveaux qui travaillent en compression et utilisent une surface locative importante.
3. Niveau de la toiture porteur. D'une part l'encombrement des structures porteuses peut alors être utilisé pour les machineries d'ascenseurs et d'autres locaux techniques et, d'autre part, les étages inférieurs sont suspendus, l'acier travaille en traction et les suspensions ont une section réduite (150 × 20 mm). C'est la solution qui a été admise.

### Ossature métallique

Le système porteur est constitué en toiture par deux poutres maîtresses en acier, reposant sur les quatre piliers (ou noyaux) en béton armé, dont deux doubles, et par des fermes transversales espacées de 1,80 m s'appuyant sur les poutres maîtresses et reprenant les charges des suspensions se trouvant en façade. Aux étages, les poutrelles de plancher s'accrochent du côté façade aux fers plats des suspensions et s'appuient, au centre, sur des sommiers métalliques secondaires situés dans le même plan vertical que les poutres maîtresses et suspendus à celles-ci (fig. 5).



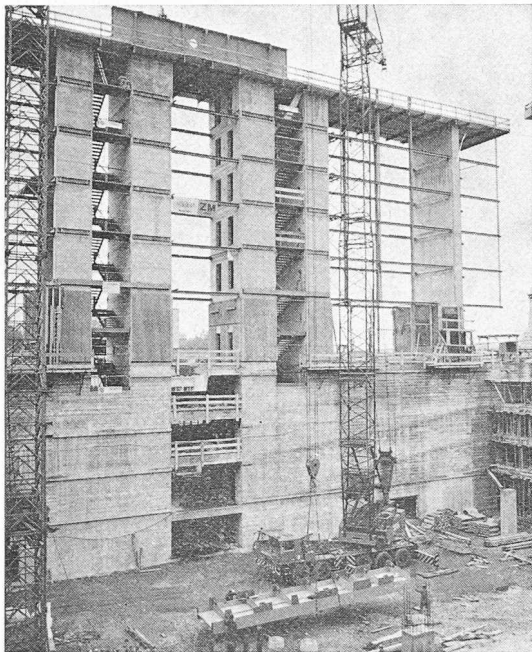


Fig. 5. — Front sud : mise en place des poutres maîtresses (7 novembre 1972).

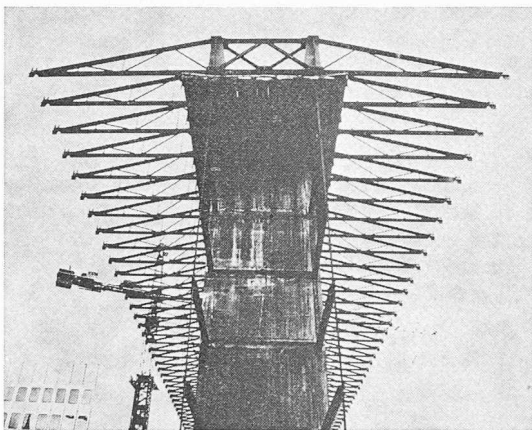


Fig. 6. — Plancher de travail servant à la pose des poutres triangulées; pylone en béton et sommiers secondaires.

Ainsi, toute l'ossature est suspendue aux poutres maîtresses de toiture.

### Poutres maîtresses

Ce sont des poutres à âme pleine en acier 37 et 52 soudé, hautes de 2,4 m et écartées de 4,7 m. Elles sont contreventées horizontalement de manière à former un caisson rigide, et entretoisées tous les 1,80 m pour recevoir les charges des fermes transversales. La longueur du bâtiment (env. 62 m) est divisée en portées symétriques, mais inégales, soit 14,20 m - 7,65 - 5,70 - 7,65 - 14,20 avec un porte-à-faux de 5,90 m à chaque extrémité. Les réactions d'appuis très inégales et importantes, 700 t, 500 t, 200 t, ont nécessité l'utilisation d'appuis ponctuels semblables aux appuis de ponts.

### Fermes

Les fermes transversales sont appuyées sur les poutres maîtresses triangulées. Elles ont, de chaque côté, un porte-à-faux de 8,65 m, ce qui porte la largeur du bâtiment à

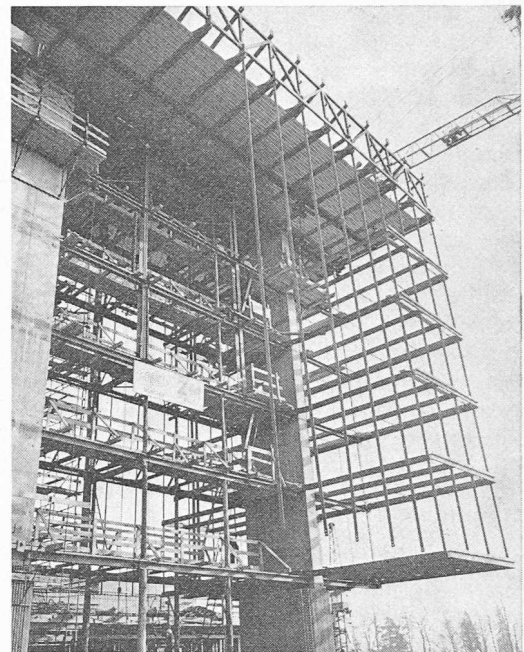


Fig. 7. — Front est : montage du plancher inférieur (avril 1972).

environ 22 m. De manière à éviter de trop gros goussets, tous les nœuds sont soudés à l'atelier à l'exception de la fixation sur les poutres maîtresses. Les suspensions de façade sont fixées sur un gousset à l'extrémité de chaque ferme à l'aide de boulons à haute résistance. Il est à noter que l'attache boulonnée des fermes aux poutres maîtresses est conçue de manière à ménager de larges possibilités de réglage lors du montage (fig. 5).

### Suspensions

Les suspensions principales sont placées en façade et constituées par des fers plats de largeur constante et d'épaisseur variable suivant la hauteur (max. 20 mm). Elles supportent à chaque étage les poutrelles de plancher et les éléments de la façade rideau.

### Poutrelles des planchers d'étages

Elles sont constituées par des profilés IPER 300 espacés de 1,80 m, supportant les tôles Holorib et 10 cm de chape de béton. Ces poutrelles sont accrochées en façade aux suspensions et portées au centre du bâtiment sur les sommiers secondaires ou les noyaux en béton armé.

### Sommiers secondaires

Ils sont, d'une part, appuyés directement dans les noyaux (scellés lors du bétonnage des noyaux en béton armé) et, d'autre part, suspendus aux poutres maîtresses situées en toiture.

La stabilité générale du bâtiment est assurée dans le sens longitudinal par les deux piliers centraux. Les piliers extrêmes (lames de béton armé) étant souples, ils peuvent se déplacer sous l'effet de la température, ce qui a permis d'éviter les joints de dilatation.

La stabilité transversale est assurée par les quatre piliers qui encaissent les efforts dus au vent, aux surcharges dissymétriques qui tendent à faire basculer le bâtiment et aux charges dues à l'action des séismes.

Les fondations des piliers ont une surface d'environ 10×12 m et une épaisseur variant de 1,00 à 1,50 m.

## Montage

Sur la plate-forme, au droit de chaque noyau, des pylones métalliques triangulés sont montés pour soutenir les sommiers secondaires. Puis chaque pylone est ferrailé, coffré et bétonné sans aucun problème d'empochement, de réglage et de scellement de ces sommiers secondaires.

Un plancher de travail servant de coffrage pour la dalle de toiture est construit sur les sommiers secondaires du dernier niveau, soit environ 40 m au-dessus du sol. Il permet la pose de deux poutres maîtresses (fig. 5).

Une grue autotractée, de très grande capacité (100 t) est installée au centre du chantier, dans la zone du parking, pour la mise en place des poutres maîtresses. Celles-ci, trop lourdes pour être transportées et montées en une pièce, ont été fractionnées en 4 tronçons assemblés sur place après soudure (contrôlées par radiographie).

Ensuite, de chaque côté des poutres maîtresses, les fermes sont réglées, boulonnées et reçoivent leur suspension (au moyen des engins de levage du chantier).

Les poutrelles de plancher sont stockées à une extrémité du bâtiment et un monorail suspendu aux fermes permet de les distribuer à chaque étage, à partir du niveau inférieur (fig. 7).

L'utilisation d'un monorail est rendue nécessaire dans ce genre de construction, puisque les structures de toiture

empêchent les grues de s'approcher de la zone de travail. Dès que les poutrelles du niveau inférieur sont en place, le plancher de tôle est posé.

A partir de ce moment, la construction continue d'une façon traditionnelle en remontant d'étage en étage, avec l'avantage d'être protégée partiellement des intempéries par la toiture. Ceci est intéressant pour le bétonnage des chapes sur les tôles.

Le montage de l'ossature complète du bâtiment « est » a duré 14 semaines et celui du bâtiment sud 27 semaines.

Le coût de la solution suspendue admise est légèrement plus élevé que celui de la solution conventionnelle mais cette différence est équilibrée en capitalisant les revenus locatifs des surfaces gagnées par la suppression de l'encombrement des piliers sur les 5 niveaux inférieurs et sur les cinq niveaux supérieurs.

Autre avantage : un an avant la fin des travaux de la partie inférieure (est), l'immeuble suspendu a pu être terminé et loué, ce qui représente une économie appréciable.

Adresse des auteurs :  
Bernard Janin et Tell Girard, ingénieurs civils  
EPFL-SIA  
Chemin du Stade 7  
1007 Lausanne

## Le panneau de façade

par ROLAND WILLOMET, Lausanne

Le choix du panneau résulte d'une analyse rigoureuse des matériaux, de la mise en œuvre en usine et sur le chantier, de l'expression. Il s'agit d'éléments autoportants de 1,80 m sur 3,40 m, fabriqués industriellement et transportés sur le chantier entièrement achevés (fig. 9).

- Ils sont suspendus à chaque dalle sur une cornière réglée d'avance.
- La liaison inférieure n'est pas porteuse.
- Les liaisons verticales et horizontales entre panneaux sont parfaitement libres ; elles peuvent absorber les déformations des dalles dont le cumul théorique atteint 5 cm aux angles du bâtiment sud (fig. 8).
- Le joint vertical est réalisé en une seule pièce sur les cinq étages.
- Le biseau des panneaux sur le joint donne l'expression de la façade.
- La façade respecte les normes de sécurité ; les éléments furent testés à l'EMPA et à l'EPFL, pour définir leurs qualités phoniques, thermiques, mécaniques et d'étanchéité.
- La commande comporte 670 éléments types, 40 éléments d'angle et quelques éléments spéciaux.
- Les entreprises consultées connaissaient les critères de choix établis par les architectes et leur conseil, Jean Prouvé (voir p. 31).

La fabrication de plus de 700 éléments de façades et le nombre restreint de types autorisaient le choix d'une production industrialisée. Il convenait cependant de l'adapter aux possibilités et aux techniques réalisables en Suisse. L'emboutissage fut écarté étant donné le format des panneaux qui nécessitait des presses de grande puissance.

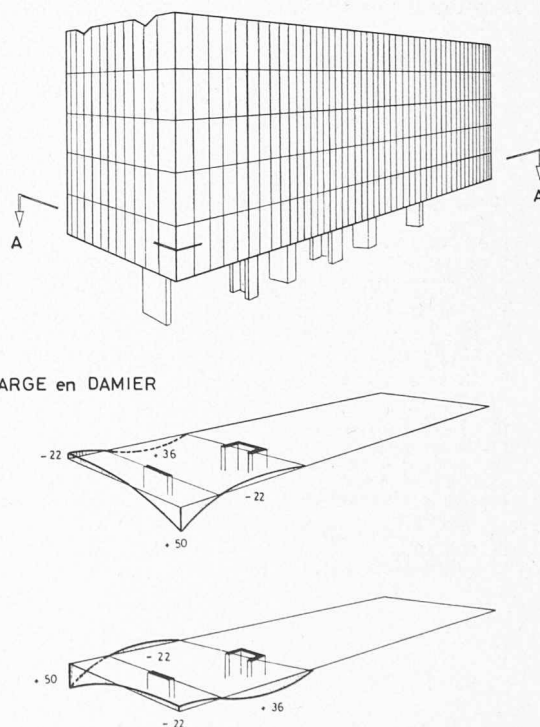


Fig. 8. — Déformations verticales du premier niveau sous les surcharges dissymétriques et les effets thermiques.

La mise en œuvre par pliage permet de tirer parti d'un parc de machines de grande capacité, de lancer rapidement une production selon des techniques connues et éprouvées, d'utiliser des tôles PERALUMAN 300 répondant aux exigences mécaniques et favorisant l'oxydation anodique.