

# parlement européen de strasbourg

# travaux topographiques sur le chantier

*Bertrand Merckel (ingénieur ENSAIS) ; Vincent Roth (G.E. DPLG)*

## Résumés

### Français :

Le chantier du nouvel Immeuble du Parlement Européen de STRASBOURG, encore appelé IPE IV, fait partie des trois plus grands chantiers de France. Compte tenu de la complexité des ouvrages, qui le constituent, il a nécessité la présence permanente d'équipes de géomètres pendant près de trois ans. Nous souhaitons à travers cet article présenter certaines opérations caractéristiques d'un chantier de cette envergure, que nous avons réalisées.

**Mots clef :** Topographie dans le Génie Civil, Implantation d'immeubles.

### English :

The new building of the European Parlement (aka IPE IV) is one of the three biggest building sites in France. The complexity of the work requires the intervention of surveyors during all the construction. Through this article we're presenting some usual work we made on such a huge building site.

**Key words :** Surveying and publics works, implantation of building sites.

### Deutsch :

Die Baustelle des neuen Gebäudes des Europa Parlamentes, auch IPE IV genannt, ist, zur Zeit, eine der drei grössten in Frankreich. In Anbetracht der Verwicklungen der Bauarbeiten, erforderten diese die Gegenwart von Vermessern während fast drei Jahren. Wir wünschen mit diesem Artikel, verschiedene typische Arbeiten, die wir geleistet haben, vorzustellen.

**Stichwörter :** Vermessungstechniken und Bauwesen, Gebäudenanlegung

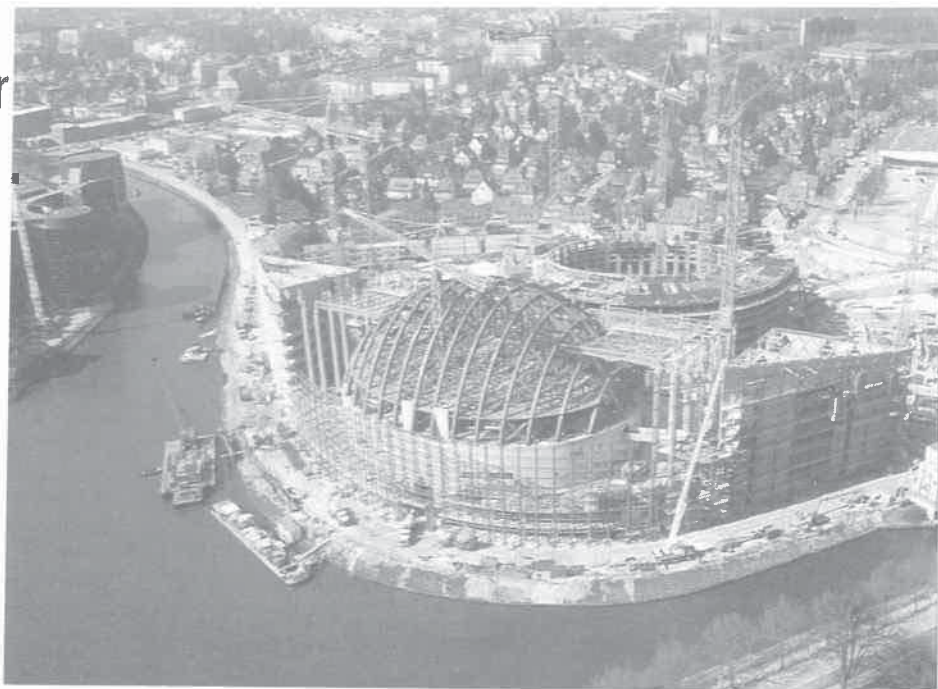
## 1. Introduction

Comme une image venant s'afficher ligne après ligne sur un écran, le nouvel Immeuble du Parlement Européen, encore appelé IPE IV, prend forme à Strasbourg. Cet immense chantier (un des trois plus grands de France), impressionnant par les moyens mis en œuvre, révèle progressivement l'échelle d'un édifice s'apparentant plus à une cité qu'à un bâtiment. Les travaux engagés en octobre 1994 se termineront en décembre 1997. Situé dans le quartier du Wacken, à l'intersection de la rivière l'Ill et du canal de la Marne au Rhin, l'IPE IV couvrira alors, une surface de 200 000 m<sup>2</sup> hors œuvre brute.

La participation du géomètre dans la construction d'un bâtiment d'une telle ampleur était indispensable. En effet, il a été présent de la réalisation du relevé topographique initial du terrain, jusqu'à l'implantation de la toiture afin de garantir une homogénéité à l'ensemble de l'ouvrage et d'assurer la *précision absolue inférieure au centimètre* exigée par le maître d'œuvre.

Cet article n'est pas une liste exhaustive des opérations topographiques exécutées dans le cadre de ce chantier ; mais la présentation de quelques travaux, réalisés par un cabinet privé, intervenant en sous-traitant pour des entreprises de génie-civil ainsi que pour la maîtrise d'ouvrage, nous semblant caractériser la réalisation d'un bâtiment de grande envergure, et celle de l'IPE IV en particulier.

3. Appareil en chantier sur un pôle extérieur.

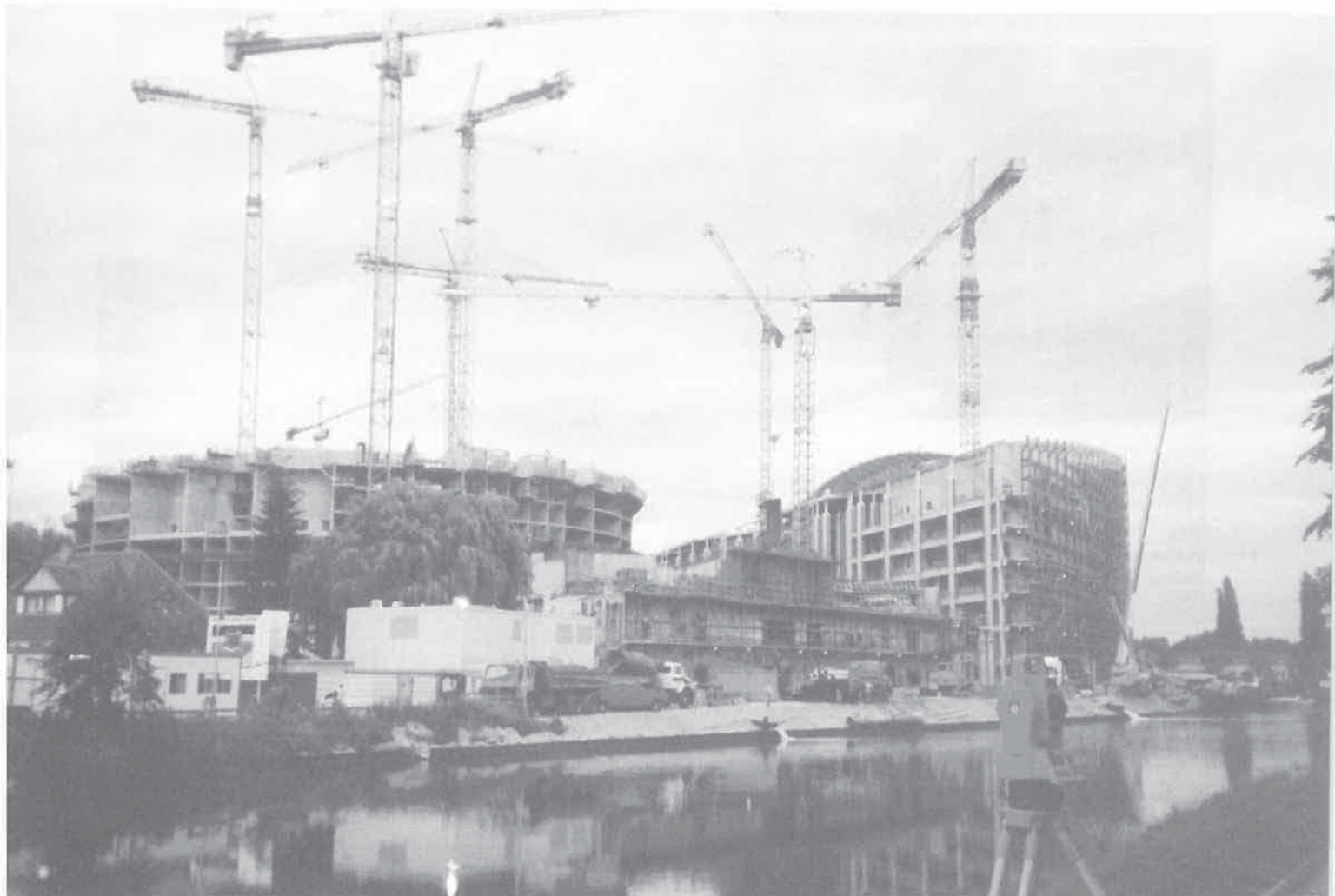


2. vue aérienne du chantier (mai 96)

## 2. L'IPE IV

Le projet est présenté comme un « quartier de ville » avec ses bâtiments, ses places, ses jardins, ses rues dont une artère couverte de 200 mètres de long enjambée par de multiples passerelles. Il est constitué de trois grandes parties reliées entre elles :

- l'IGH (Immeuble de Grande Hauteur)
  - l'ERP (Établissement Recevant du Public)
  - l'Hémicycle principal
- (photo 2)





L'IGH se présente sous la forme d'une tour cylindrique, dominant l'ensemble, et mesurant 72 mètres de haut et 94 mètres de diamètre. Il comprend 21 niveaux, dont trois en sous-sol. Les derniers niveaux se réduisent progressivement pour ne présenter au sommet plus qu'un tiers de la surface d'un étage courant. Cette tour de bureaux (plus de 1 000) a la particularité de contenir une cour intérieure de forme elliptique d'une longueur de 60 mètres.

Élément vertical du projet, l'IGH se trouve enchâssé dans un ensemble de hauteur moindre, dénommé « Établissement Recevant du Public » (ERP). Ce bâtiment est recouvert d'une grande toiture pentue atteignant près de 40 mètres de haut, dont les contours épousent exactement la courbe de la rivière l'Ill, qu'il longe.

Donnant sur l'eau, la façade vitrée de l'ERP laissera voir la coupole ellipsoïdale, où se trouve logé l'hémicycle principal destiné à accueillir un millier de personnes.

La maîtrise d'œuvre de l'ensemble du projet a été confiée à la société ASE (Architecture Studio Europe). La maîtrise d'ouvrage est détenue par la SERS (Société d'Aménagement et d'Équipement de la Région de Strasbourg), qui a signé un bail pour une durée de vingt ans, avec le Parlement Européen assorti d'une option d'achat.

### 3. Mise en place du canevas

En planimétrie, le canevas de base correspond à des points fournis par la Communauté Urbaine de Strasbourg (CUS). Au nombre de trois, ces pôles définis en Lambert I, ont tous été repérés par des cibles en façade.

Une densification de ce canevas s'est très rapidement avérée nécessaire, afin de rapprocher des points connus en X, Y des zones d'intervention. Trois pôles supplémentaires, déterminés par un cheminement fermé, ont donc

été mis en place au début des travaux de terrassement. Ils ont permis l'implantation des murettes guides, des parois moulées et des pieux d'ancrage.

Sur demande du Maître d'œuvre et, pour les besoins du chantier (début du gros œuvre) une deuxième densification du canevas a été réalisée. Cinq nouveaux pôles ont été mis en place sur les berges de l'Ill opposées au chantier. Un cheminement encadré, avec contrôle d'orientation sur plusieurs cibles, a permis de garantir l'homogénéité du canevas. (Photo 3)

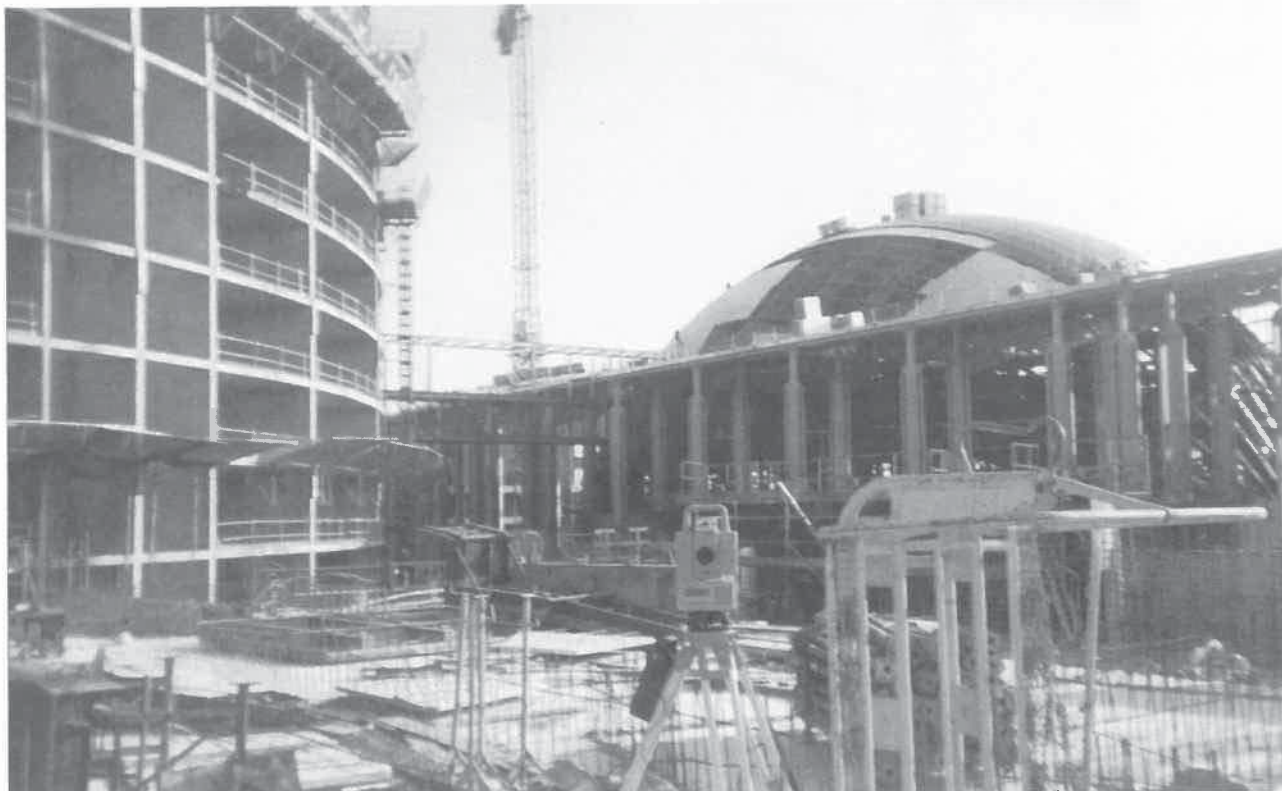
L'implantation altimétrique de l'ouvrage était basée sur deux repères de nivellement mis en place par la CUS. Situés en périphérie du chantier, et suffisamment éloignés l'un de l'autre, ils n'ont subi aucune détérioration et ont pu être utilisés tout au long des travaux.

### 4. Premières interventions

Avant l'apparition des premiers murs, plusieurs opérations ont dû être réalisées :

- Traitement du foncier : calcul et abornement de la parcelle où se trouve l'immeuble
- Implantation de parois moulées épousant le périmètre du bâtiment et garantissant son étanchéité. Le niveau de la nappe phréatique rhénane ne se situe, en effet, à cet endroit, qu'à quelques mètres sous la surface du terrain naturel.
- Implantation et relevé, après coulage du béton, de plus de 1 000 pieux d'ancrage, sur la surface du chantier, destinés à supporter le radier.

Les conditions de travail de ces opérations s'apparentaient beaucoup à celles que l'on rencontre lors des chantiers routiers : passage incessant d'engins de terrassement, stations et points implantés éphémères.



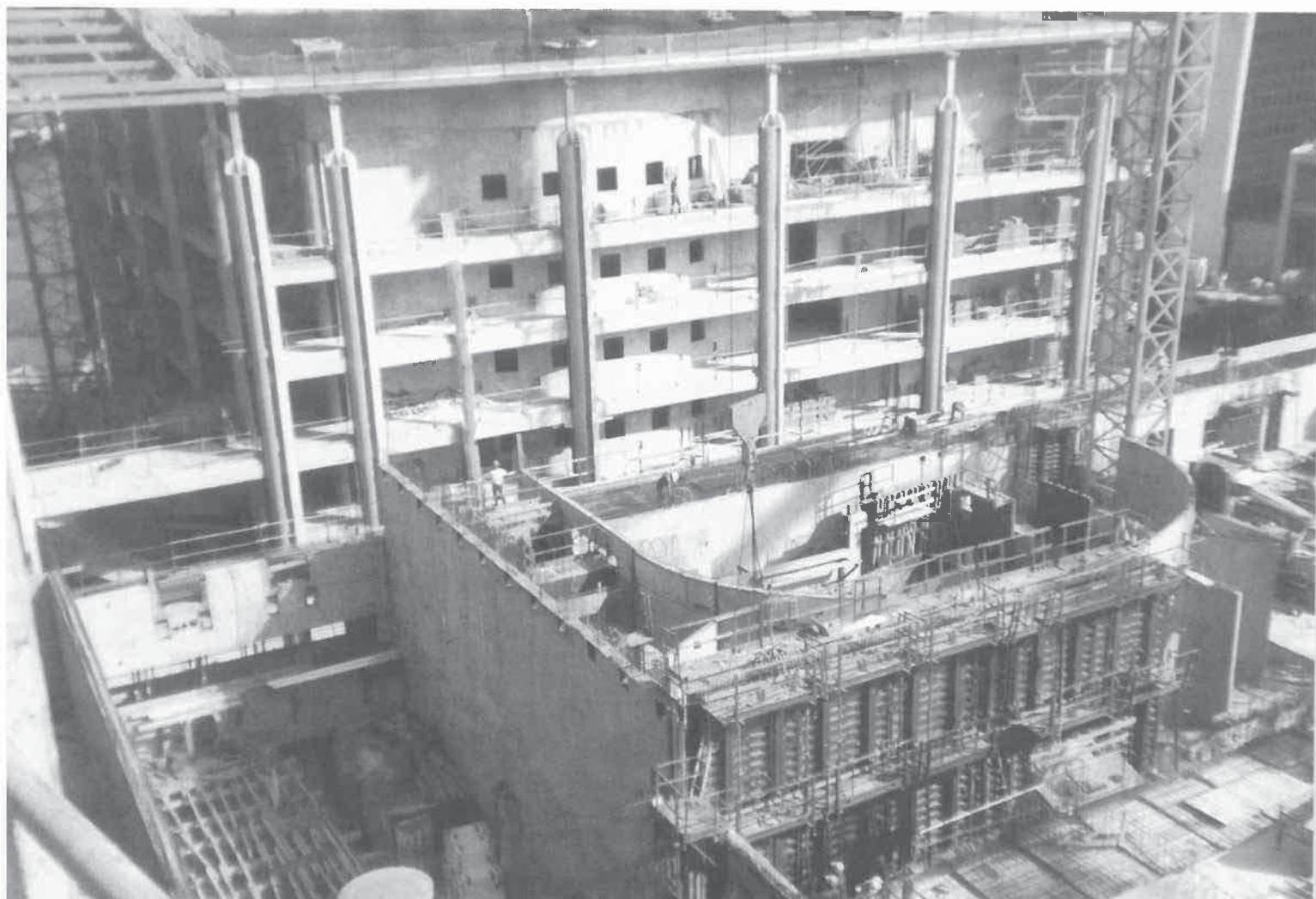


5. Hémicycle en cours d'implantation

Le matériel, que nous avons mis en œuvre pour ces travaux, ainsi que pour les suivants, était constitué par des stations totales Géotronics AGA 540, AGA 620

et AGA 610 pour la planimétrie et des niveaux de précision Zeiss Ni2 et Leica Na24 pour l'altimétrie.

6. La même salle quelques semaines plus tard





## 5. Travaux d'implantation courants du bâtiment

### 5.1. Caractéristiques et solutions retenues

Les travaux d'implantation sur un bâtiment de grande envergure en construction sont caractérisés par plusieurs éléments, défavorables au géomètre :

- problèmes de visibilités liés aux évolutions quotidiennes du chantier
- difficultés d'accès et de déplacements
- précarité des stations utilisées
- très grande rapidité d'exécution tout en conservant des garanties maximales de contrôle et de précision

Du fait de ces difficultés, une définition des stations par un cheminement polygonal classique était exclue : travaux trop longs, nécessitant un traitement ultérieur pour le calcul des coordonnées. La méthode retenue, utilisée pendant toute la durée des travaux, fut la suivante :

- Mise en place, par cheminement polygonal avec centrage forcé, de références planimétriques, entourant la zone de travail, réparties sur différents niveaux (bâtiments adjacents, sol).
- Détermination sur le chantier, grâce aux progiciels de la station totale, des coordonnées des stations utilisées pour l'implantation, soit par relèvement planimétrique (angle et distance) soit comme point lancé à partir d'un repère. Puis contrôle sur des points non utilisés lors de la détermination de la station.

De cette façon les coordonnées des stations ont pu être déterminées de manière rapide, précise, et homogène sur tous les niveaux successifs. *Photo 4*

### 5.2. Description des travaux

Un certain nombre de travaux d'implantation devaient être effectués quotidiennement, afin de permettre la progression régulière des travaux. Il s'agissait pour les équipes de géomètres de mettre en place des repères sur lesquels se calaient les traceurs du chantier pour positionner voiles (murs), réservations, portes et piliers.

Ces repères étaient de deux types :

- altimétriques : à raison d'un repère minimum par niveau, mis en place par cheminement, à partir de repères indépendants du bâtiment.
- planimétriques : le chantier était basé sur un quadrillage orienté, constitué par des axes appelés files, définissant l'orientation de la quasi totalité des voiles rectilignes.

Les axes étaient matérialisés sur différents supports, en fonction des besoins des entreprises de génie-civil :

- plancher de coffrage pour le positionnement des attentes des voiles.
- dalle en béton pour le calage des coffrages des voiles.
- arases des voiles pour le positionnement de platines d'appuis de poutrelles métalliques de la charpente.

La station totale ayant en mémoire les coordonnées des points d'intersection des axes des files, l'implantation de ces axes, avec des dépôts éventuels était réalisée, à raison d'un point tous les 3-4 mètres, à l'aide d'un progiciel (REFLINE), de la station totale GEOTRONICS, permettant l'implantation directe par abscisses et ordonnées à partir d'une droite de référence.

Certains points singuliers (intersections de voiles non orientés sur les files, courbes) devaient être implantés directement, leurs coordonnées étaient obtenues à partir de plans numériques, au format DXF, fournis par un bureau d'étude et traités en interne.

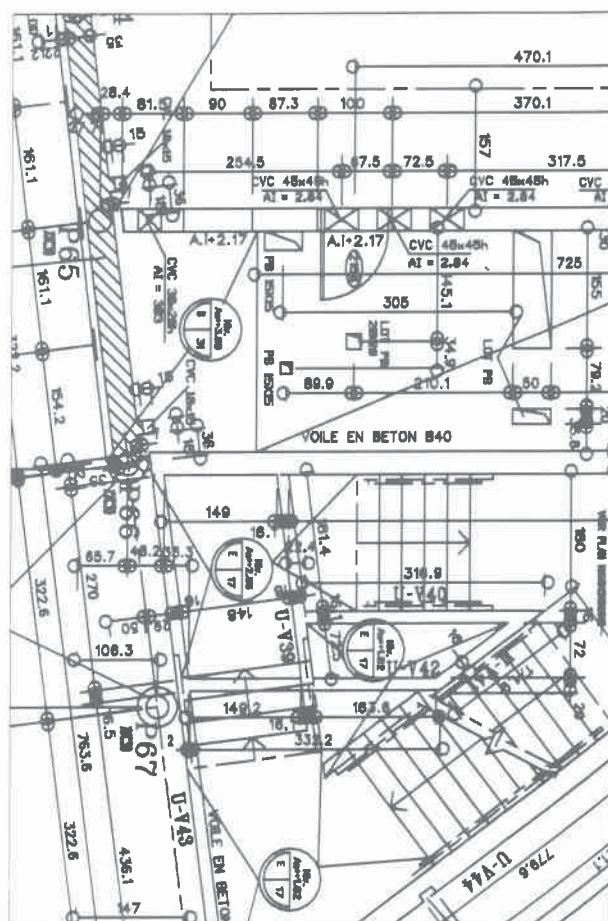


Figure 1 plan réceptionné.

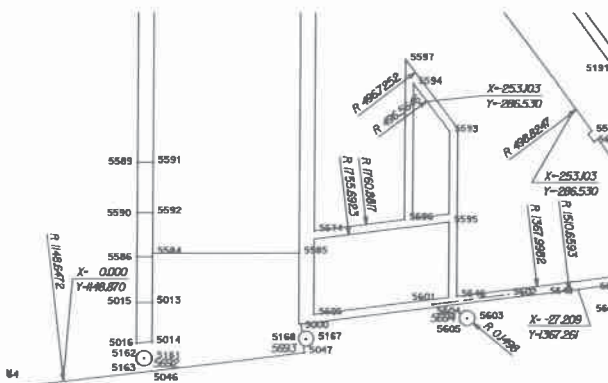


Figure 2 plan après « nettoyage » utilisé pour l'implantation.

La matérialisation des éléments à implanter a été réalisée à l'aide de clous SPIT, repérés à la peinture. En effet, les intempéries, le passage incessant de personnels et de matériel rendait une implantation uniquement visuelle (peinture en tube, marqueurs indélébiles...) et durable, totalement impossible.

## 6. Opérations plus particulières

### 6.1. Implantation d'hémicycles

Une des caractéristiques de l'ERP, est la présence de nombreux hémicycles (10 au total) répartis sur 4 niveaux. Ces salles sont constituées par des voiles concentriques en anse de panier, leur conférant la forme d'une ellipse et servant de support aux gradins. La technique d'implantation par abscisse et ordonnée à partir des axes des files, décrite plus haut, était, dans ce cas-là, inutilisable. Ces salles nécessitaient, de plus, l'implantation d'un grand nombre de points, afin de permettre le coffrage de courbes régulières. Le calcul, au bureau, de points régulièrement espacés sur les arcs de cercle, était une solution techniquement réalisable, mais non exploitable sur le terrain. En effet, du fait de gênes visuelles importantes, d'obstacles ; de nombreux points pré-calculés ne pouvaient être implantés, laissant des vides importants dans les courbes. *Photo 5*

Les stations totales, dont nous disposions, étaient dotées d'un progiciel utilisés pour les travaux d'implantation et de lever routiers (ROADLINE) permettant l'implantation de projets linéaires, constitués de segments droits, d'arcs de cercles et de clothoïdes, ce qui convenait parfaitement à notre situation. À partir des coordonnées des extrémités des différents arcs de cercles constituant les courbes, de leurs rayons et de leurs circonférences, ce programme nous a permis de calculer les coordonnées et d'implanter des points régulièrement espacés sur la courbe, en temps réel, tout en tenant compte des contraintes de visibilité et d'encombrement du site.

Les différents voiles étant concentriques, seul le calcul des paramètres d'une courbe était nécessaire, la position des autres s'obtenant, en tenant compte d'un déport constitué par la différence des rayons.

Cette technique d'implantation a permis d'obtenir des gains de productivité substantiels, évitant un ralentissement des travaux, tout en garantissant la densité de points nécessaire au coffrage des voiles. *Photo 6*

### 6.2. Implantation de l'axe d'un tunnel

L'IPEIV est séparé des actuels bâtiments du Parlement Européen par la rivière l'Ill, dont la largeur varie entre 50 et 100 mètres. Deux liaisons sont prévues pour relier les constructions :

- aérienne, constituée par une passerelle et destinée au public
- souterraine, constituée par un tunnel, pour les déplacements techniques

Le tunnel est constitué par un cylindre métallique de 3,75 m de diamètre extérieur et de 100 m de long, reposant dans une tranchée à 13 m sous le niveau de l'eau. L'accès se fait à partir de deux puits d'environ 40 m<sup>2</sup> et 13 m de profondeur situés sur chaque berge, constitués, pendant la durée des travaux, par trois parois moulées et par un rideau de planches.

*Le tunnel se décompose en trois éléments :*

- deux extrémités ou abouts situées dans chaque puits et constituées d'un tube de 3,75 m de diamètre et 4 m de long.
- un élément central constitué d'un cylindre de 3,75 m de diamètre et 92 m de long

*Les opérations topographiques se sont décomposées de la manière suivante :*

- réalisation d'un plan topographique des berges de la rivière l'Ill
- établissement d'une base homogène de part et d'autre de la rivière à partir des pôles du chantier
- implantation sur le terrain naturel des axes des parois moulées des puits d'accès
- récolement des parois moulées coulées, et, contrôle de la géométrie des puits
- implantation en surface de l'axe du tunnel : pour le guidage de l'engin de terrassement qui creusait la tranchée à partir d'une barge.
- mise en place, au milieu de la rivière, d'un appui intermédiaire du tunnel. Cette opération a été réalisée à l'aide de prismes placés au sommet de deux tubes métalliques de 13 mètres de haut eux-mêmes, fixés sur la pièce à positionner, permettant d'aligner celle-ci, rigoureusement sur l'axe du tunnel.
- au fond de chaque puits :
  - ⇒ descente de base (X, Y, Z)
  - ⇒ implantation de l'axe du tunnel
  - ⇒ implantation (X, Y, Z) et orientation de l'about
  - ⇒ implantation (X, Y, Z) en face de chaque about, d'un cône métallique de 20 cm de haut destiné à servir au positionnement et au calage de l'élément central.

Une fois la dernière opération réalisée, les deux puits ont été inondés et l'élément central a été immergé entre les deux abouts, sous le contrôle de plongeurs. Les trois éléments ont alors été rendus solidaires, lestés à l'aide de béton et purgés. (*Photo 7*).

Les opérations au fond des puits étaient particulièrement difficiles : présence permanente d'eau, malgré un pompage intensif, bruit et poussière très dense gênant considérablement la visibilité et les communications, malgré un éloignement de quelques mètres.

### 6.3. Implantation de la base de poteaux dans l'Immeuble de Grande Hauteur

La cour intérieure de l'IGH est composée d'un ensemble préfabriqué de 42 poteaux triangulaires en béton répartis sur l'ensemble de l'ellipse, s'élevant jusqu'au sommet du bâtiment. La mission du géomètre a consisté à implanter la base de tous les poteaux, au fur et à mesure de l'avancement de la dalle devant les supporter.

Ce travail d'implantation pourrait être qualifié d'ordinaire, nous avons cependant dû faire face à trois difficultés majeures :

- l'implantation était réalisée au fur et à mesure du coulage de la dalle, ce qui ne permettait pas la création d'une base d'implantation par cheminement polygonal avec fermeture sur l'origine
- les poteaux implantés étaient immédiatement posés et scellés, ce qui réduisait considérablement le champ de vision pour les implantations suivantes.

- Nous ne pouvions travailler que sur une bande d'environ 5 mètres de large. Celle-ci était fermée par un mur sur le rayon extérieur et limitée par les poteaux et le vide à l'intérieur.

La méthodologie retenue a été la suivante :

- Définir les coordonnées de 4 points d'appui, répartis sur le nez de la dalle inférieure.
- Lors de chaque intervention, détermination grâce à un progiciel de la station totale des coordonnées d'une station, par relèvement angle et distance sur au moins deux points d'appui, ainsi que sur quelques points implantés précédemment.

Par l'usage de cette méthode la fermeture finale du cheminement contrôlée a posteriori, a été de l'ordre de quelques millimètres.

## 7. Conclusion

Caractérisée par des délais d'exécution très brefs, des conditions de travail particulièrement difficiles (bruit, mouvements incessants, danger), les opérations topographiques réalisées dans le cadre d'un grand projet, comme celui de l'IPE IV, nécessitent polyvalence et autonomie de la part du personnel et du matériel. En effet,

l'environnement de travail évoluant en permanence, il est indispensable de pouvoir s'y adapter immédiatement : une visée possible, à un instant donné, peut être définitivement impossible une heure plus tard. Des stations totales, dotées de progiciels performants s'avèrent indispensables, afin de permettre un calcul et une implantation « en temps réel », avec un minimum de calculs préalables en bureau. L'emploi de stations totales motorisées s'est également avéré très appréciable, en particulier pour les implantations.

L'ensemble des opérations décrites dans cet article se sont réparties sur une période de près de trois ans, et, ont requis la présence d'une équipe de deux personnes en permanence, et jusqu'à trois équipes, pour certaines opérations.

Les travaux de gros œuvre ont été terminés fin 96, et avec eux, la plupart des opérations topographiques. Les travaux à réaliser au cours du second œuvre sont constitués par les contrôles et récolement du bâti (verticalité et position de piliers, dimensions de salles). L'immeuble devant être définitivement terminé fin 97.

### Remerciements :

Nous remercions ASE et la SERS pour nous avoir aimablement permis de publier des photographies du chantier.



7. élément central avant immersion