

# Le parking du pont du Mont-Blanc à Genève

## D. Zakula

Ingénieur diplômé  
Sous-directeur et chef du Bureau d'Etudes  
de la S.A. Conrad Zschokke

## L. Tappolet

Ingénieur diplômé  
Ingénieur conseil en mécanique des sols

### 1 INTRODUCTION

Il y a dix ans, un groupe de commerçants a constitué une société ayant pour but la construction d'un parking souterrain au centre de Genève. En 1964 un avant-projet a été établi, prévoyant 2 silos à 600 places, reliés entre eux par un tunnel, situés sur terre ferme, à l'extrémité du pont du Mont Blanc. En 1967 un appel d'offres aux différentes entreprises pour ce projet a eu lieu. L'Entreprise S.A. Conrad Zschokke a présenté à cette occasion une variante prévoyant un parking d'une capacité de 1 200 voitures situé dans le lit du Rhône. Cette variante suscitait l'intérêt des promoteurs, ceux-ci demandaient une étude complémentaire pour un parking d'une capacité de 1 450 places. En octobre 1968 cette variante était présentée et accompagnée d'une offre forfaitaire pour l'exécution du parking prêt à l'exploitation dans un délai de 42 mois et à un prix par place inférieur à celui de la solution qui était préalablement mise en soumission. C'est ce projet-variante qui est actuellement en exécution et sa mise en service est prévue, d'après le contrat, pour la fin 1972.

### 2 DESCRIPTION DU PROJET

#### 2.1 Projet

Le projet devait remplir un certain nombre de conditions qui déterminaient la conception du parking. Nous en mentionnerons les suivantes :

- dans son état définitif, le parking ne doit aucunement changer, ni l'aspect de la Rade ni les conditions d'écoulement du Rhône; pour cette raison le niveau de la dalle de toiture correspond au niveau du fond du Rhône et présente de ce fait une pente transversale de 2 %, le point haut se situant à proximité du mur de quai. Aucune superstructure ne peut dépasser le bâtiment. Les entrées et sorties des voitures et des piétons construites sur terre ferme sont à raccorder au parking par des constructions souterraines ;
- une importante conduite d'eau potable, se trouvant sur le fond du Rhône, ne peut pas être déplacée ; c'est en fait cette conduite qui a déterminée la forme en plan du parking ;
- la capacité maximum a été fixée à 1 500 places par les autorités. La surface à disposition étant d'environ 9 200 m<sup>2</sup>, l'on a prévu finalement 1 450 places réparties sur 4 niveaux ;
- les entrées et sorties doivent être raccordées à la petite Ceinture et dimensionnées de façon à assurer une grande fluidité du trafic (capacité des sorties : environ 1 200 voitures par heure) ; de plus, les sorties doivent être conçues de manière à permettre de stocker environ 40 voitures par sortie devant les feux de signalisation, facilitant ainsi l'introduction des voitures sortant du parking sur la petite Ceinture ;
- les sorties et entrées piétons étaient à prévoir le plus près possible des grands magasins, c'est-à-dire sur le quai Général-Gusian ; les escaliers roulants mènent les piétons du niveau du quai au premier sous-sol d'où ils atteignent le parking par un passage souterrain horizontal.

Le bâtiment ainsi que les accès voitures et piétons sont exécutés entièrement en béton armé. Le parking a une longueur de 185 m, une largeur de 70 m et une profondeur de 11 m. Il présente un volume d'environ 100 000 m<sup>3</sup>. Les terrassements de l'ouvrage et de ses accès représentent 130 000 m<sup>3</sup>.

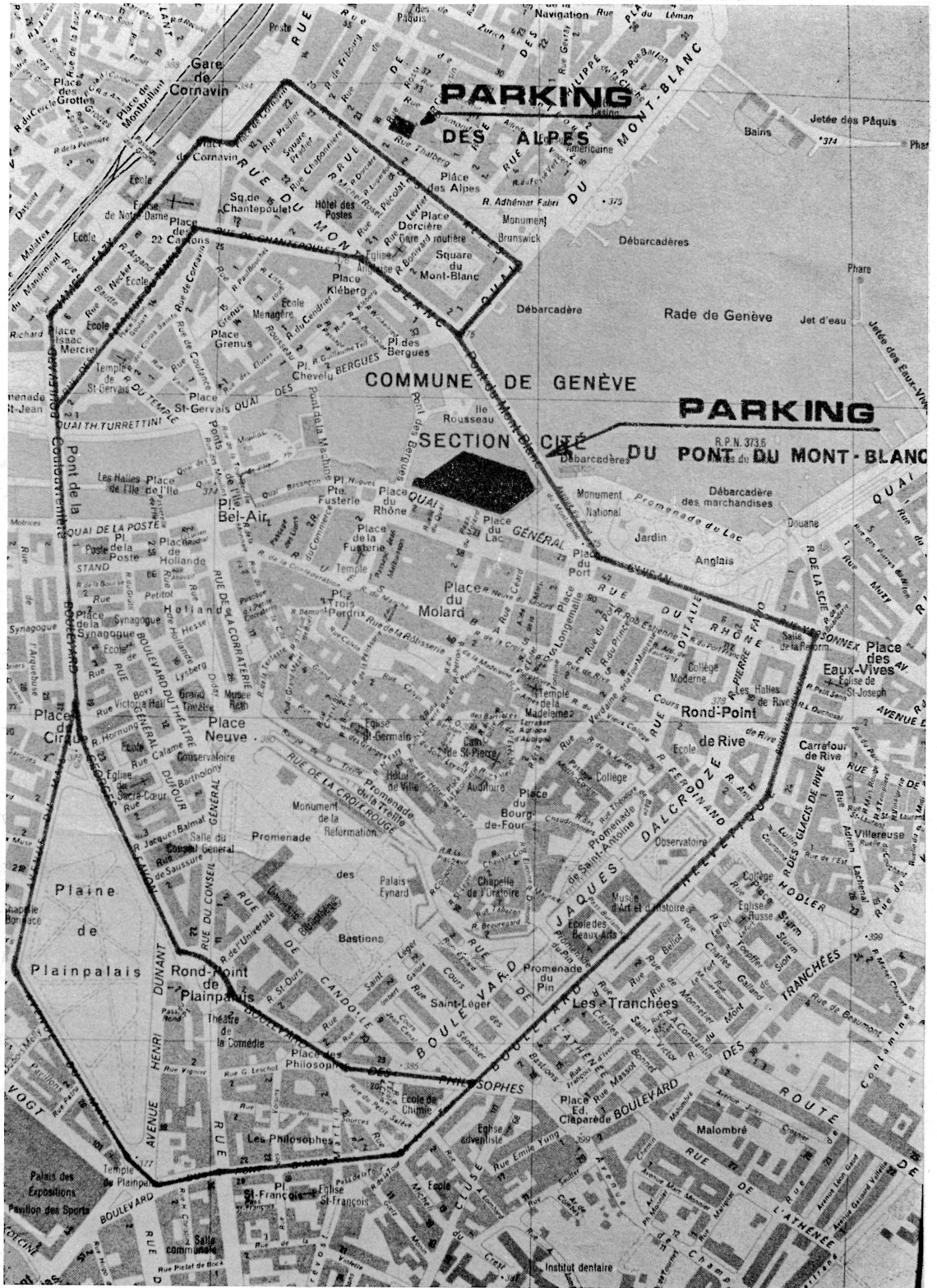


Fig. 1 Situation générale.

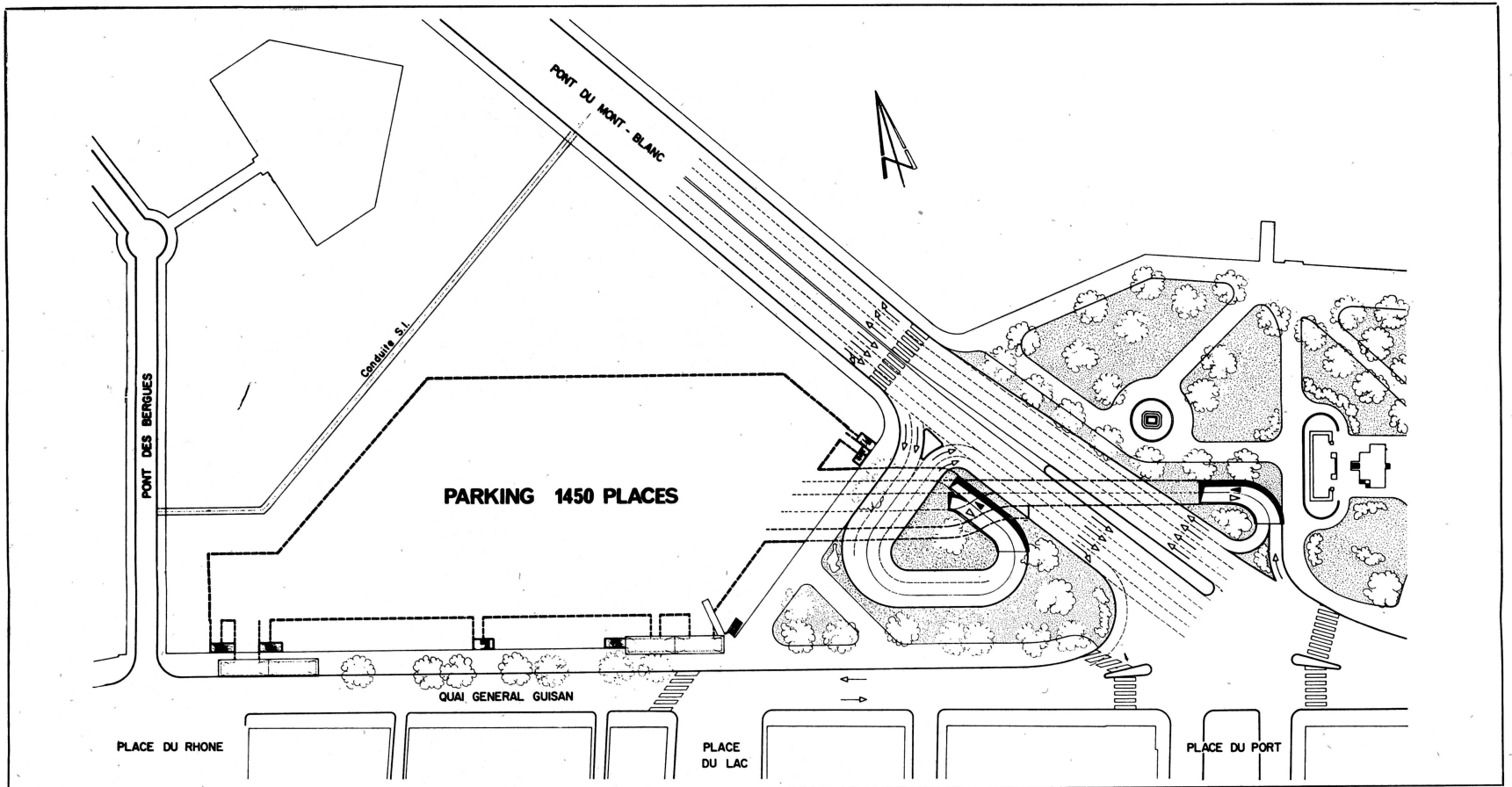
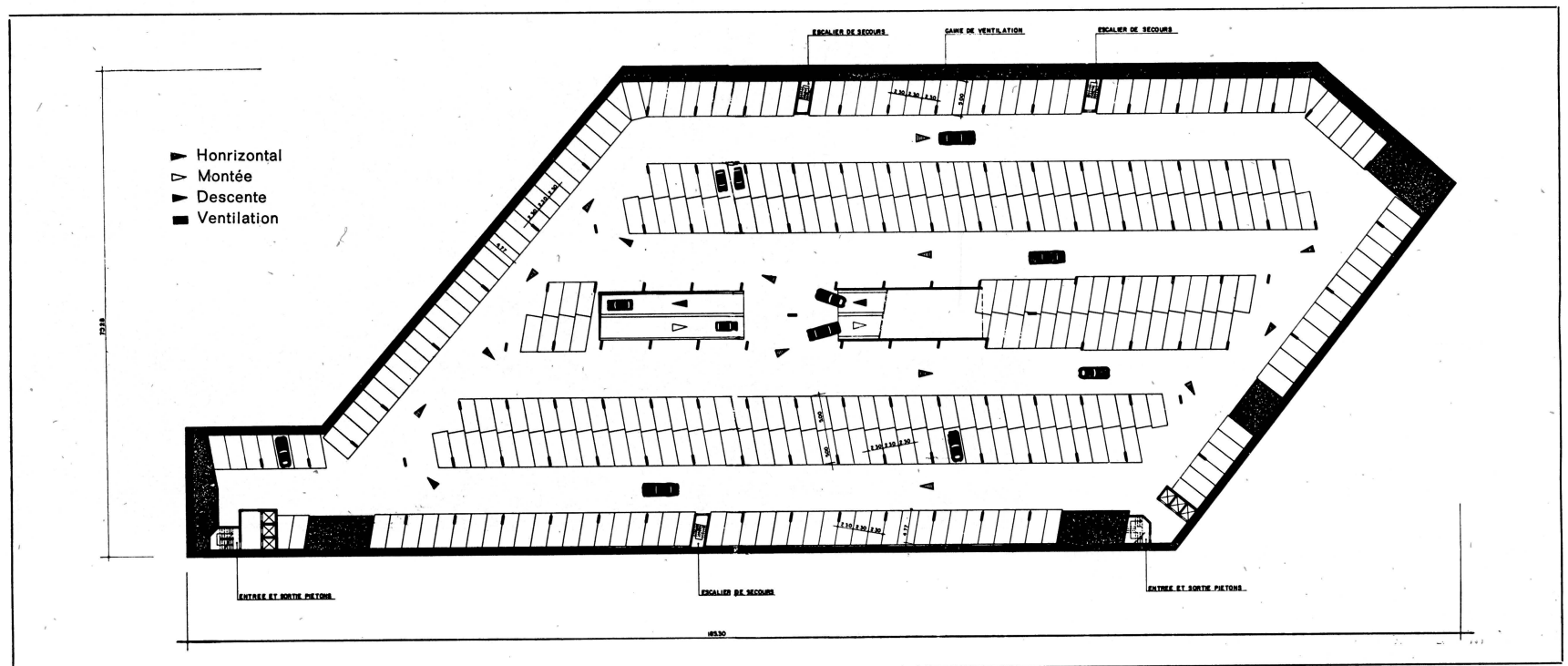


Fig. 2 Plan de surface.

Fig. 3 Plan du 3<sup>e</sup> niveau.



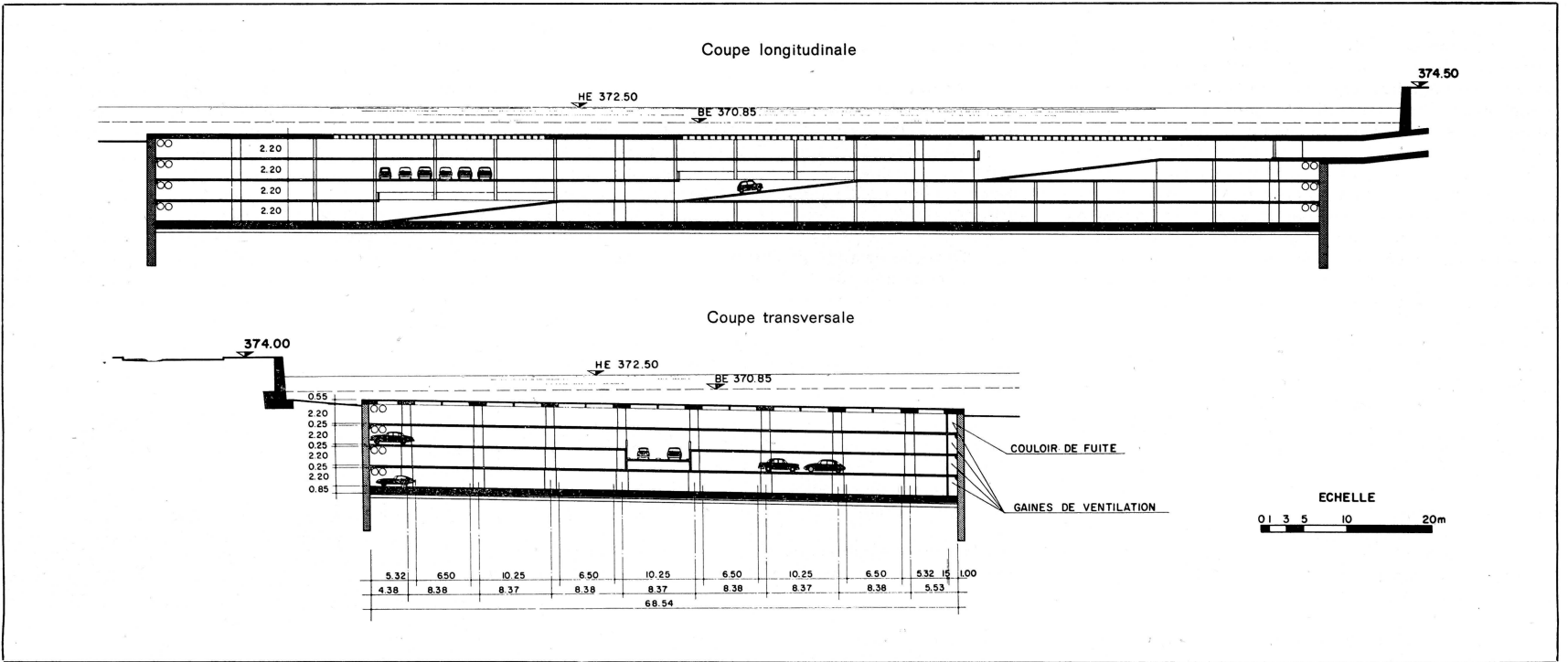
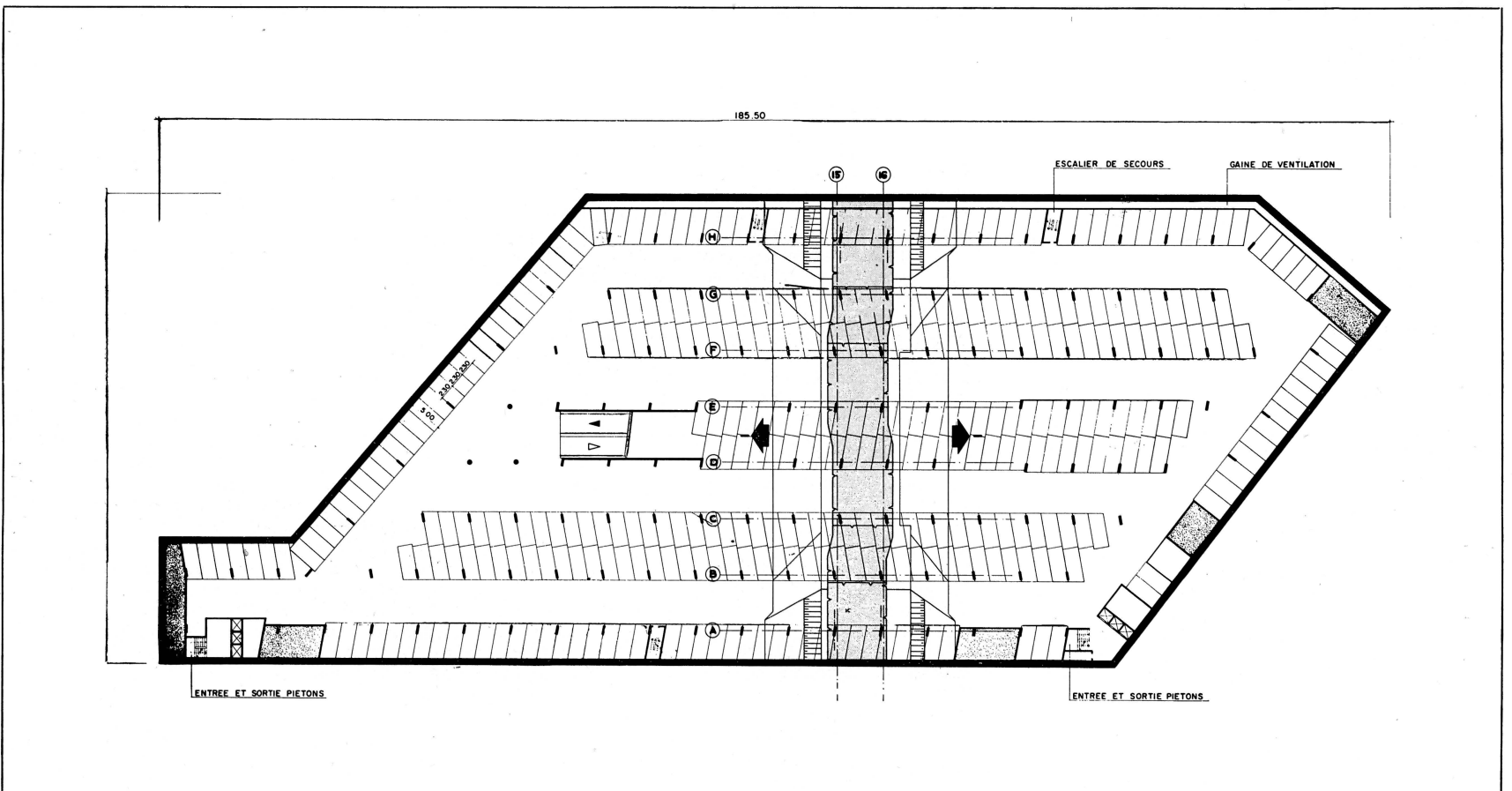


Fig. 4 Coupe longitudinale et transversale.

Fig. 5 Plan du 4<sup>e</sup> niveau, 371 places : 1<sup>re</sup> tranche de travail entre les axes 15 et 16 ainsi que direction d'avancement des travaux pour les tranches suivantes.





La dalle de toiture, d'une épaisseur de 55 cm, est en partie nervurée. Elle est dimensionnée pour une surcharge d'eau allant de 2,6 t/m<sup>2</sup> à 4,0 t/m<sup>2</sup>. Les dalles intermédiaires sont des dalles plates de 25 cm d'épaisseur. Elles sont dimensionnées pour une surcharge de 200 kg/m<sup>2</sup>, pour autant qu'une charge concentrée de 1 t ne soit pas plus défavorable. La ventilation intense du parking provoque des dilatations importantes des dalles intermédiaires. Afin qu'elles puissent dilater librement par rapport à la caisse extérieure, rigide, des appuis en téfilon ont été prévus sur tous les piliers sous la dalle sur le 4<sup>e</sup> sous-sol et sous la dalle de toiture, ainsi que sur les corbeaux des parois moulées. La hauteur libre d'étage est de 2,20 m.

Le radier a une épaisseur de 85 cm. Sous le radier, une couche filtrante composée de sable, de gravier et de béton poreux est prévue. Un système de drainage y est incorporé, amenant l'eau dans deux puisards d'où elle est pompée. Ainsi la sous-pression hydraulique est éliminée d'une façon sûre et économique, la quantité d'eau ne dépassant que quelques litres par minute.

Les parois extérieures, d'une épaisseur de 87 cm, sont des parois moulées à la bentonite et ont une profondeur d'environ 15,50 m. Dans l'état définitif elles ne s'appuient que sur la dalle de toiture et le radier, prenant ainsi la poussée des terres et de l'eau sur une portée de 10,50 m. De ce fait, les exigences sur la qualité de ces parois ont été plus élevées que ce que l'on demande habituellement.

Le sol étant très étanche et l'eau sous le radier étant évacuée, une étanchéité n'est prévue que sur la dalle de toiture, qui est en contact direct avec l'eau. Elle consiste en une multicouche soudée et protégée contre les chocs par une dalle en béton armé.

La résistance à 28 jours exigée pour tous les éléments est de 300 kg/cm<sup>2</sup>, mis à part les piliers, dont la résistance est de 450 kg/cm<sup>2</sup>.

## 2.2 Equipement

### Comptage

Un dispositif de comptage automatique des véhicules est installé pour le contrôle permanent du nombre de voitures par étage ainsi que pour l'ensemble du parking.

### Signalisation

Le comptage automatique commande les signalisations lumineuses.

En cas d'occupation totale du parking, une signalisation lumineuse avancée en interdit l'accès. De même, une autre signalisation dirigera l'automobiliste à l'intérieur du parking aux niveaux où des places sont encore libres.

### Perception

Le calcul des taxes de parcage ainsi que leur perception est entièrement automatisé. Un ticket est délivré à la barrière automatique d'entrée des véhicules. Aux deux entrées des piétons, des automates calculent et encaissent la taxe puis délivrent un jeton codé qui commande l'ouverture de la barrière automatique de sortie. Cette automatisation permet, par la diminution de personnel, une importante réduction des frais d'exploitation.

### Eclairage

L'éclairage général du parking est conçu de manière telle qu'il soit confortable pour les voies de roulement et suffisant pour le stationnement. En

cas de panne de courant, une partie de l'éclairage est assurée par un groupe électrogène.

### Ventilation

Le système de ventilation adopté permet neuf changements horaires de la totalité du volume d'air du parking. Un analyseur d'air commande automatiquement la puissance des ventilateurs de manière que la teneur en CO de l'air reste dans les limites acceptables.

### Détection rapide d'incendie et système d'extinction automatique

Des détecteurs d'incendie déclenchent le système général d'alarme. Ce dispositif est complété par un réseau de « Sprinkler » entrant en action automatiquement dans la zone où la température ambiante atteint 70°C.

L'évacuation urgente des usagers est assurée par des sorties de secours et par un couloir de fuite maintenu en surpression.

### Equipements divers

Pour mémoire, mentionnons encore les équipements suivants :

- un central téléphonique à six appareils pour intercommunication, et quatre cabines téléphoniques publiques,
- installations sanitaires adéquates,
- ventilation et chauffage des locaux de service,
- cabine pour transformateur électrique,
- réseau de distribution d'eau pour nettoyages,
- station de pompage avec séparateur d'huile pour eaux usées et eaux d'infiltration,
- sorties de secours avec portes antifeu,
- chauffage des rampes d'accès.

## 3 CONDITIONS GEOTECHNIQUES

Les terrains qui prennent part à la formation du sous-sol, dans le bassin du Petit Lac, ont été déposés à la fin de la dernière grande glaciation du Würm, au pléistocène supérieur.

Ces formations datent, en effet, de l'époque où le glacier du Rhône se retirait de la région lémanique. Pour cette raison, on les désigne également sous le terme de formations de retrait. Elles résultent d'un délavage intensif des moraines périphériques par les torrents glaciaires et d'une sédimentation du produit de ce délavage sur l'étendue du glacier mort. Les dépôts d'origine lacustre sus-jacents sont pratiquement défaut dans la zone de la construction, et cela en raison de la vitesse d'écoulement du Rhône qui s'oppose à tout alluvionnement.

Une zone de transition à la moraine a été atteinte à 326 msm, soit à environ 32 m' sous la fondation de l'ouvrage.

L'on rencontre, sur la hauteur de l'ouvrage des limons varvés, très sableux dans la partie supérieure, et devenant plus argileux en profondeur.

Les teneurs en eau varient de 19,7 à 31,9 %. Les limites de liquidité sont comprises entre 25,1 et 36,9 %. Enfin les résistances à l'écrasement simple mesurées sur cylindres non frettés vont de 0,60 à 1,80 kg/cm<sup>2</sup>.

Les calculs de stabilité permirent de fixer les différentes phases d'exécution, en donnant les conditions nécessaires à l'obtention d'un coefficient de sécurité jugé suffisant. Ce dernier a été défini selon Fellenius, pour des surfaces de rupture circulaires. L'on

a introduit les pressions intersticielles en exprimant, dans la loi de Coulomb, la résistance au cisaillement en contraintes effectives. Les pressions intersticielles maxima ont été fixées afin d'obtenir, pour chaque étape de terrassement un coefficient de sécurité de 1,15, mis à part certaines phases de courte durée, d'au maximum 3 jours, pour lesquelles l'on s'est contenté d'un coefficient de sécurité de 1,07. Les sécurités pour l'ouvrage terminé sont naturellement plus élevées. Elles dépassent 1,40 en admettant qu'une partie de la cohésion se dissipe. Les calculs ont été effectués pour une tranche de largeur infinie ; ils ne tiennent donc pas compte de l'effet tridimensionnel, qui dans notre cas agit dans le sens d'une augmentation sensible de la sécurité.

Plus de 2 200 cercles-variantes ont été calculés sur l'ordinateur de l'EPFL à l'aide d'un programme établi par le bureau de géotechnique H.B. de Cérenville.

Les coefficients  $c$  et  $\varphi$  introduits dans les calculs de stabilité ont pu être déterminés avec une bonne précision. Par contre, l'on aurait pu être surpris par les pressions intersticielles, dont l'influence est généralement déterminante. Ainsi l'on a mis en place en cours d'étude, sur un chantier situé à proximité, et présentant des conditions semblables, 9 piézomètres. Il a été possible de constater que les pressions intersticielles allaient se comporter comme prévu sous l'effet d'un déchargement du sol causée par un terrassement.

Les pressions intersticielles en cours de chantier ont été contrôlées à l'aide de 42 piézomètres.

Une diminution des pressions intersticielles sous l'effet du terrassement a été confirmée.

Les pressions intersticielles augmentent à nouveau avec le temps et c'est pour profiter de conditions momentanément plus favorables que nous avons porté notre choix sur une exécution par tranches, de faible largeur, de manière à n'avoir aucun talus dont la durée de vie excède 3 mois.

Nous avons cherché à améliorer la stabilité globale et cela parfois au détriment de la stabilité locale. En fait, l'on a observé par place des ruptures à faible profondeur sous les talus, ruptures favorisées par des fissures de dessiccation. Afin d'éliminer cet effet il a été nécessaire d'arroser les talus en été.

## 4 EXECUTION

L'exécution s'est déroulée de la manière suivante :

- battage d'un double rideau de palplanches dans le Rhône, lié par des tirants du type Dywidag et remblayé par du tout-venant, formant un batardeau (dès le début juillet 1969) ;
- assèchement de l'espace compris entre le mur de quai et le batardeau (décembre 1969) ;
- exécution des pistes, d'accès sur le fond du Rhône et terrassement des vases. Ce travail nécessita la mise en place de 10 000 m<sup>3</sup> de tout-venant et matériaux de démolition (dès janvier 1970) ;
- exécution du mur extérieur de l'ouvrage sous forme d'une paroi moulée dans le sol, par éléments de 2,20 m de largeur (dès février 1970) ;
- après avoir exécuté 30 m de parois moulées de part et d'autre de l'ouvrage, début du terrassement pour la première tranche de travail, en dragueline, pratiquement au centre de l'ouvrage et formant le noyau. Cette étape est exécutée en fouille talutée. Pendant cette étape la stabilité de la paroi moulée





Fig. 6 Vue du batardeau avant le pompage de la surface de travail.

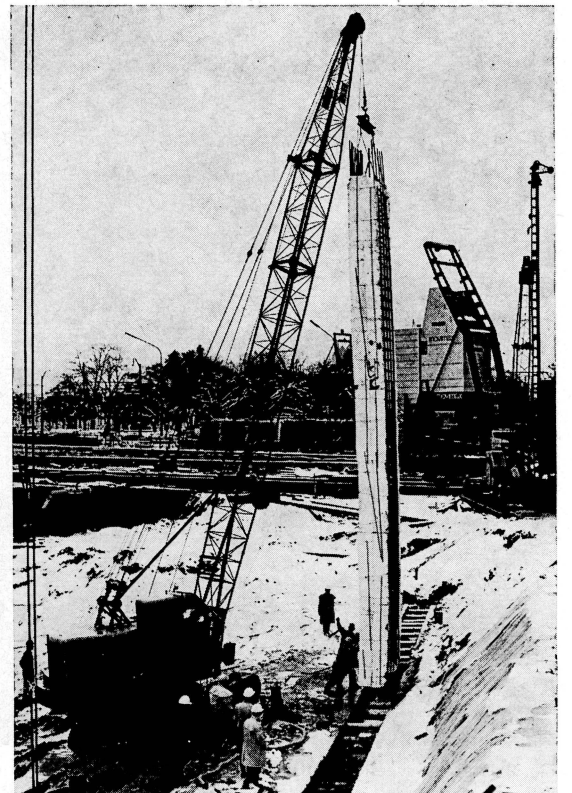


Fig. 7 Mise en place de la corbeille d'armature pour la paroi moulée dans le sol.

Fig. 8 Vue de la 1<sup>re</sup> tranche de travail au centre de l'ouvrage.

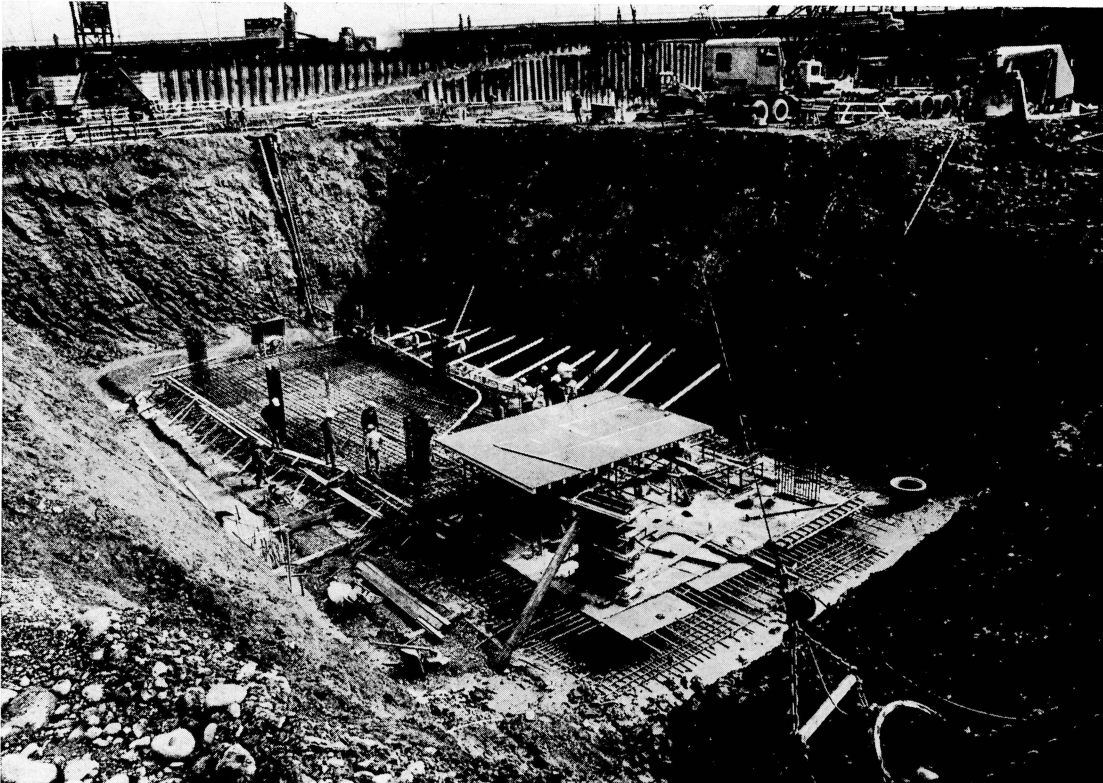




Fig. 9 Etagage supérieur de la paroi moulée dans le sol lors de l'exécution de la 1<sup>re</sup> tranche.

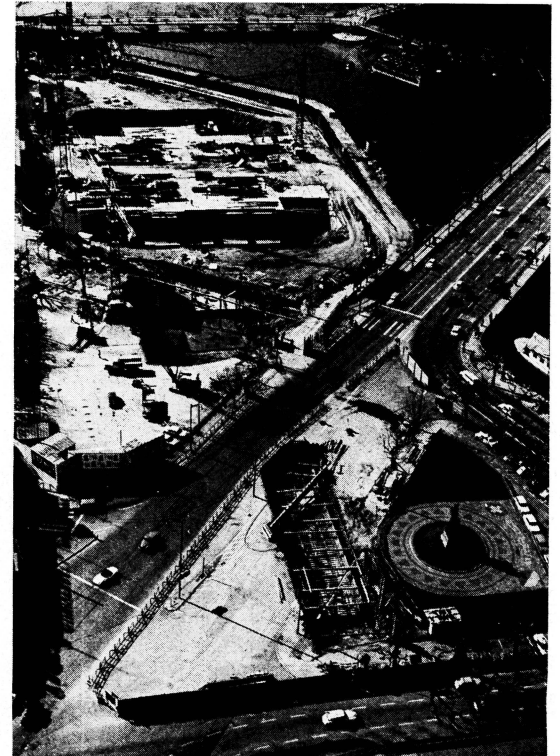


Fig. 10 Vue générale du chantier.

est assurée par les talus que l'on laisse subsister devant elle.

Pour assurer la stabilité de la paroi lors du terrassement de ces talus, au grappin, il est nécessaire de mettre en place des étais s'appuyant sur la dalle toiture du noyau précédemment exécuté et sur la tête de la paroi moulée. En cours du terrassement mise en place du rang inférieur d'étais. Les étais d'une longueur d'environ 11 m sont formés de 2 DIN assemblés et dimensionnés pour des forces allant jusqu'à 160 t.

Lors de l'exécution de la dalle toiture, il est nécessaire d'enlever les étais métalliques placés au niveau de cette dalle. Dans cette phase, l'étagage de la paroi moulée est assuré par la dalle sur 2<sup>e</sup> sous-sol, bétonnée au préalable.

Les autres tranches sont construites de la même manière, en partant de part et d'autre de la première tranche. La largeur des tranches correspond à une portée soit 7,00 m, mis à part la première tranche dont la largeur est de 9,00 m.

L'extrémité de l'ouvrage située près du pont des Bergues abrite une partie importante de l'équipement. Afin de pouvoir la mettre rapidement à disposition des différents corps d'état, elle a fait l'objet d'un chantier séparé, pour lequel les travaux ont débutés après l'exécution de la paroi moulée, soit au mois de juin 1970.

Les accès pour les voitures formés par 5 pistes (2 pistes d'entrée et 3 pistes de sortie) font également l'objet d'un chantier séparé exécuté par étapes, et cela afin de maintenir la circulation dans le prolongement du pont du Mont-Blanc.

Ces travaux sont exécutés à ciel ouvert à l'abri d'un rideau de palplanches étagées.

Le choix des dalles plates a été dicté par des raisons économiques. Ce choix a permis une conception des coffrages sous forme de tables montées sur tubulaires. Ces coffrages sont déplacés horizontalement d'une tranche à l'autre et restent ainsi toujours sur le même étage.

La fabrication du béton est assurée par une centrale automatique située dans l'emprise du chantier (capacité 20 m<sup>3</sup>/h).

La mise en place du béton du radier et des dalles ainsi que d'une partie de la paroi moulée est effectuée par une pompe à béton. La distance maximum de pompage est de 150 m. Les résistances exigées ont été atteintes sans difficultés.

Jusqu'à présent environ le 70 % de l'ouvrage complet a été exécuté, sans que des surprises quelconques par rapport à nos prévisions aient été rencontrées.

A ce jour nous pouvons constater une avance des travaux par rapport aux délais fixés par le contrat. Cette avance permet d'envisager la mise en service de l'ouvrage 4 à 6 mois plus tôt que prévu.

#### Quelques données sur les quantités

Surfaces des palplanches pour le batardeau	5 600 m <sup>2</sup>
Surface totale paroi moulée	6 200 m <sup>2</sup>
Epaisseur paroi moulée	87 cm
Terrassement, au total	130 000 m <sup>3</sup>
Béton, au total	33 000 m <sup>3</sup>
Coffrage, au total	52 000 m <sup>2</sup>
Armature, au total	3 400 t

#### Ont participé à l'exécution

Maître de l'Ouvrage :  
Parking du Pont du Mont-Blanc SA

Projet :  
SA Conrad Zschokke en collaboration  
avec Général Parking SA

Réalisation :  
Entreprise Générale  
SA Conrad Zschokke, Genève

Ingénieurs civils :  
Bureau d'étude SA Conrad Zschokke,  
Bureau d'ingénieurs C. Bigar et J. Urner

Exécution du gros-œuvre et terrassements :  
SA Conrad Zschokke  
Entreprise J. Spinedi SA

Extrait de Travaux  
Décembre 1971  
6 avenue Pierre 1<sup>er</sup> de Serbie  
Paris 16<sup>e</sup>



