

**AÉROPORT**  
**DE PARIS**

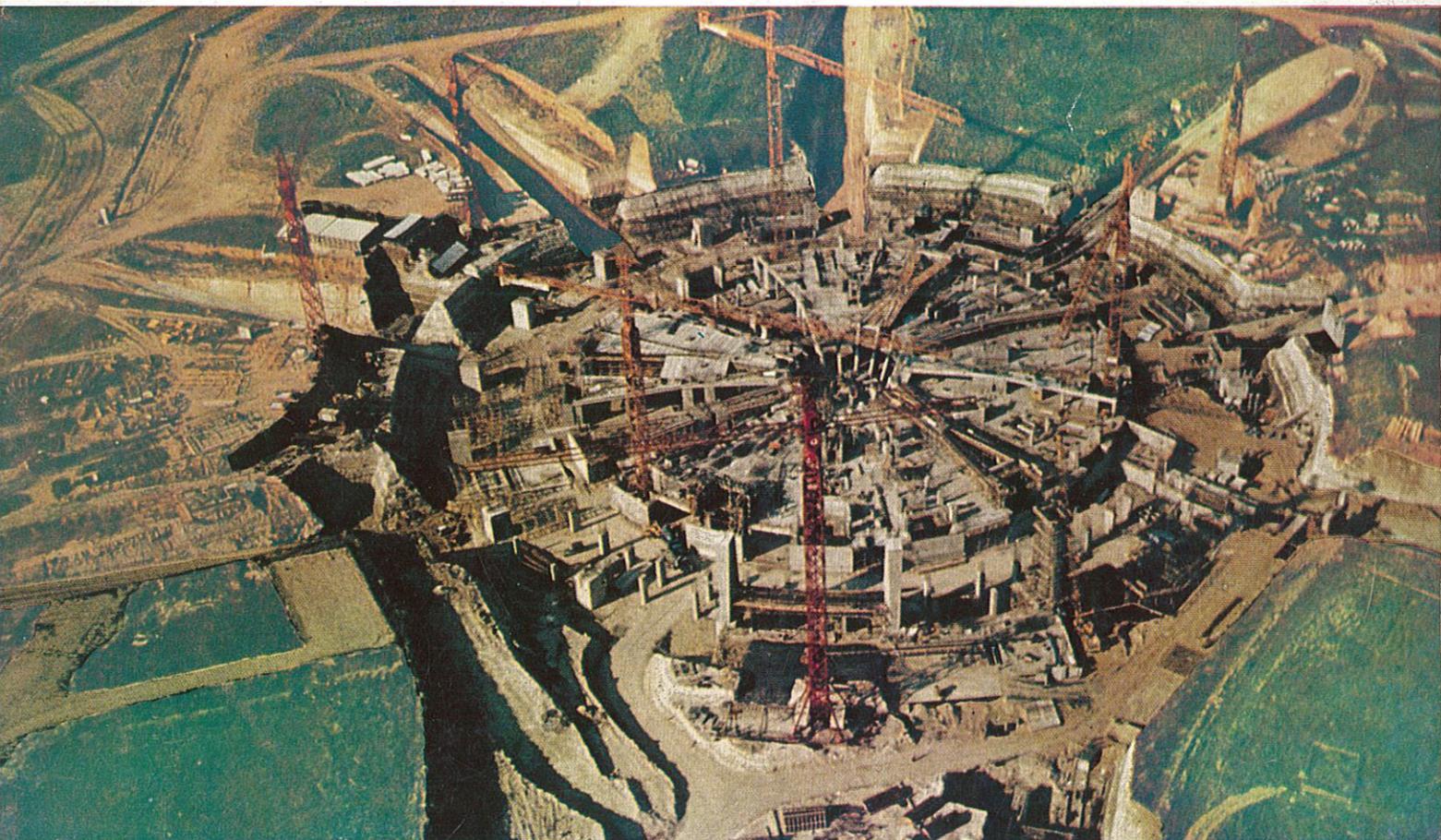
Premier aéroport français de demain

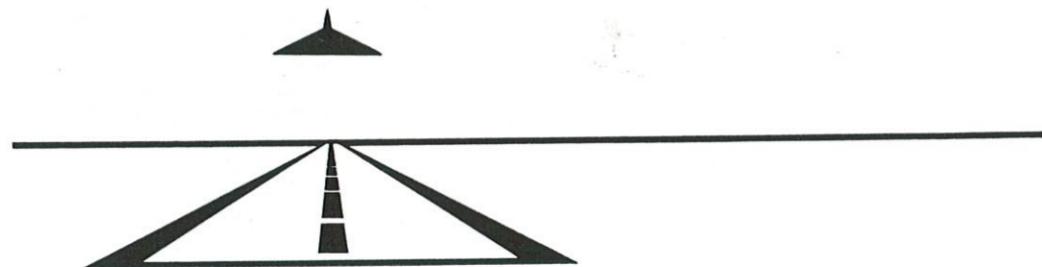


l'aéroport de  
**ROISSY**  
**EN-FRANCE**

*Vue aérienne de l'Aérogare. Etat des travaux, 1<sup>re</sup> quinzaine de Novembre 1970.*

*(Doc. Aéroport de Paris - Photo J.J. MOREAU).*





# Bâtiments techniques et de service **4**

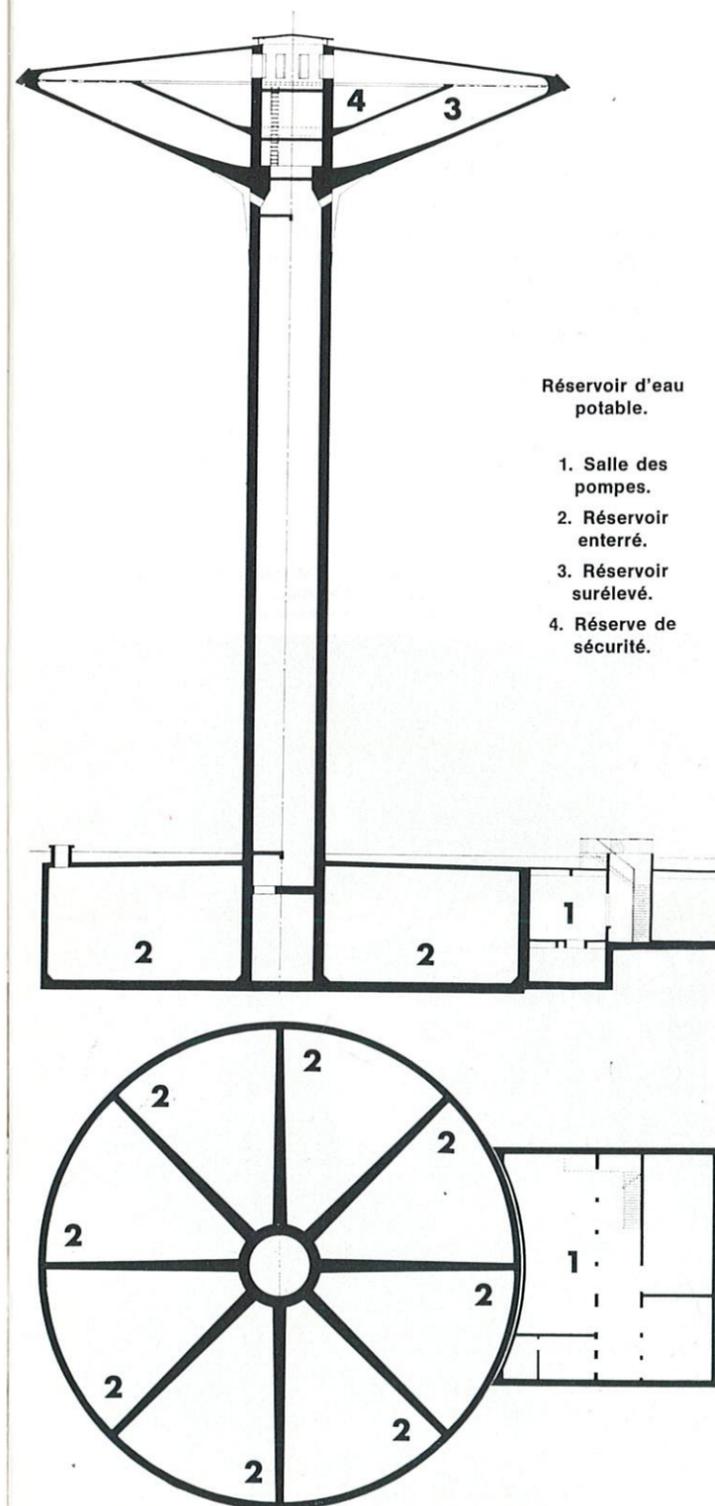
*Le château d'eau* 79

*La centrale thermo-frigo-électrique* 84

*Le central téléphonique* 88

*La gendarmerie et le  
bâtiment Service Sécurité Incendie* 91

## Le château d'eau



**D'**APRES les estimations de consommation d'eau par toutes les installations de Roissy, l'aéroport devait disposer à terme et en permanence, de 3 000 m<sup>3</sup> d'eau sous pression et d'une réserve de 5 000 m<sup>3</sup> supplémentaires pour assurer une sécurité à l'égard de l'alimentation. Celle-ci se fait à partir d'un pompage spécial de la Marne qui desservira également la ZUP de Villepinte. Le réseau de distribution sera essentiellement constitué par 3 bouclages : un pour desservir les aéroports et toutes les installations de la zone centrale, un second bouclage pour la zone de fret et un troisième pour la zone d'entretien.

Le château d'eau en cours de construction comporte donc une cuve enterrée pour la réserve et un réservoir aérien en forme de lentille surmontant un fût relativement mince de 47 m de hauteur. Il a été implanté à l'entrée des routes d'accès de l'aéroport, au pont où les bretelles de raccordement Sud et Nord de l'autoroute A 1 se recoupent.

Il doit donc constituer pour les passagers arrivant à Roissy et pour les usagers de l'autoroute un signal d'entrée visible au loin de nuit et de jour.

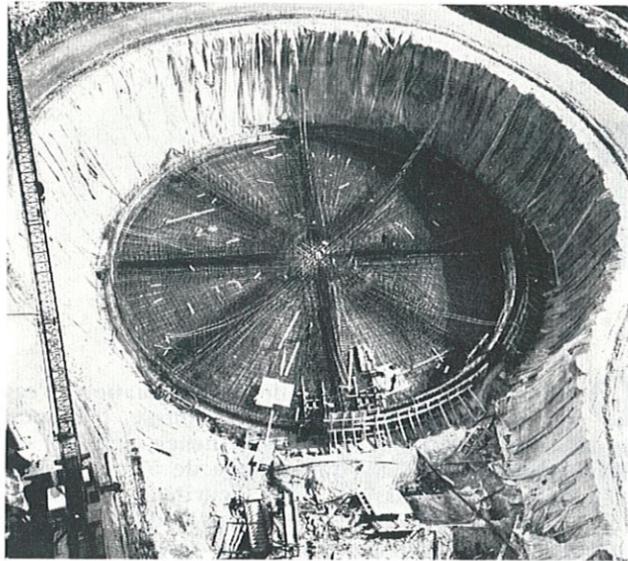
Les architectes ont cherché à lui donner une forme qui s'accorde avec celle de la Tour de Contrôle située plus loin sur le trajet des passagers.

### Le réservoir enterré.

La qualité médiocre du sol de fondation (sable de Beauchamp) a conduit à une solution originale. La grande cuve aérienne transmet au sol, par l'intermédiaire du fût mince, des contraintes assez considérables incompatibles avec la résistance des couches géologiques sous-jacentes. Le réservoir enterré a donc été traité comme une semelle creuse de 35 m de diamètre et 9 m de hauteur sur laquelle l'ouvrage est fondé.

De forme circulaire (34 m de diamètre intérieur), il comprend un radier de 1,20 m et une jupe de 0,50 m d'épaisseur. Il est divisé en 8 secteurs par des voiles radiaux d'épaisseur décroissante du centre vers la périphérie (1 m au raccord avec le fût, 0,50 m au droit de la jupe). Ces voiles ont un double rôle. Ils permettent :

- d'une part, de reporter les charges du réservoir haut sur le radier général,
- d'autre part, de diviser le réservoir bas en deux cuves de 2 500 m<sup>3</sup> indépendantes, d'où la possibilité de procéder au nettoyage de l'une lorsque l'autre est en fonctionnement.



Coulage du radier.  
Les talus de la fouille sont protégés par des bâches en plastique.

Les communications entre les 8 secteurs sont telles que le centre de gravité de l'ouvrage reste toujours au centre du réservoir, même si l'une des deux cuves est vide, ce qui élimine tout risque de basculement.

Les relations entre les 8 secteurs s'établissent en fonction du schéma suivant :

- les secteurs mitoyens communiquent par groupes de deux grâce à des passages ménagés dans les voiles de séparation, ce qui détermine 4 cuves élémentaires indépendantes.
- les cuves élémentaires opposées sont raccordées deux à deux par un siphon.

Le réservoir est couvert par une dalle en béton de 0,30 m d'épaisseur. Le radier, la jupe extérieure et les voiles radiaux sont précontraints suivant le système S.T.U.P., par des câbles de 12 Ø 8.

Accolée au réservoir, une station de pompage, équipée par la SADE, permettra de reprendre l'eau du réservoir bas pour la monter dans le réservoir aérien et la mettre ainsi sous pression.

Les terrassements (20 000 m<sup>3</sup> de déblais) ont été faits en un mois et demi par l'Entreprise MERCIER PINCEMAILLE au moyen de chargeuses attaquant directement le limon et les bancs disloqués de calcaire de Saint-Ouen. Comme la fouille aux parois assez abruptes est restée ouverte tout l'hiver pendant la durée des travaux de génie civil de l'infrastructure, il s'est avéré indispensable de les protéger avec des bâches GRILTEX.

Le réservoir bas a été coulé en quatre phases successives : le radier, les voiles et la jupe, la partie enterrée du fût, puis enfin la couverture.

Les voiles et la jupe qui sont très fortement ferrailés (jusqu'à 150 kg/m<sup>3</sup> dans certaines parties de l'ouvrage) ont été coulés à l'aide de coffrage SIMPRA classique en une seule levée sur les 8 m. Le béton était mis en place à la pompe SCHWING.

## Le fût.

Le fût est une colonne cylindrique en béton de 6 m de diamètre et de 64 m de hauteur totale, c'est-à-dire depuis le radier du réservoir enterré jusqu'à son sommet à l'intérieur de la cuve aérienne. La partie visible mesure 47 m.

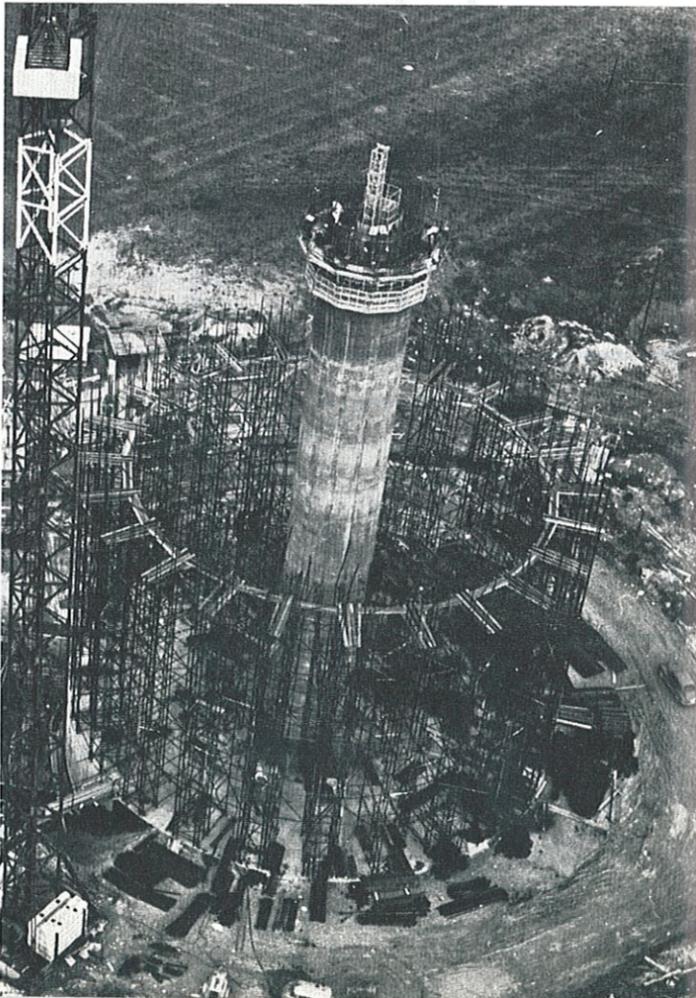
Le fût qui présente sur toute sa hauteur 12 cannelures verticales de 3 cm de profondeur, s'évase légèrement dans ses trois derniers mètres pour se raccorder à la naissance de la cuve supérieure. Le vide intérieur a un diamètre de 4,40 m, ce qui dégage des parois de 80 cm d'épaisseur, sauf dans la zone de liaison avec le réservoir aérien.

Le fût a été exécuté en cinq phases à l'aide d'un coffrage glissant PMI :

- 1°) Depuis la racine, au niveau du radier, jusqu'au-dessus de la dalle de couverture du réservoir bas, la partie enterrée a été réalisée avec le même coffrage glissant mais en 8 panneaux discontinus à l'extérieur puisqu'il fallait tenir compte de la présence des voiles radiaux.

Des essais de traitement du parement de surface ont été faits dans la hauteur du réservoir enterré. Le traitement final retenu consiste en brosses métalliques disposées judicieusement sur le coffrage pour éliminer les fuites de laitance pendant le bétonnage.

Le fût du château d'eau, en cours de réalisation au moyen d'un coffrage glissant, et montage de l'échafaudage tubulaire destiné à l'étaieement de la cuve aérienne.



- 2°) Dans la partie visible du fût, les 8 panneaux de coffrage ont été solidarités et l'opération de coulage s'est déroulée régulièrement à une vitesse de montée de 3,50 m/j.

- 3°) A la naissance de l'épanouissement du fût, le coffrage glissant a été arrêté et mis en retrait de 6 cm puisqu'il est remonté normalement jusqu'à la ceinture extérieure. Cette diminution de diamètre devait permettre ultérieurement de couler la partie évasée à l'aide d'un coffrage bois traditionnel préfabriqué au sol par éléments de dimensions calculées pour que leur mise en place correcte s'effectue aisément.

- 4°) La traversée de la ceinture très ferrailée ne permettait pas de réaliser le coulage au moyen du coffrage glissant, celui-ci est donc passé au moyen de potelets en béton non armé prévus pour reprendre simplement le poids du coffrage et celui de la partie supérieure du fût.

Le ferrailage de la ceinture et son coulage sont intervenus ultérieurement.

- 5°) La partie supérieure du fût a enfin été réalisée sans problème particulier au moyen du coffrage glissant qui continuait sa montée.

Pour le chantier, la gaine constituée par l'intérieur du fût a été équipée d'un ascenseur ALIMAK, utilisé comme monte-personnel. Devant rester en place dans l'ouvrage comme monte-charge permanent, sa charge utile est de 1 200 kg afin d'être utilisable pour monter éventuellement des pièces de rechange de l'équipement hydraulique.

## Le réservoir aérien.

Le réservoir supérieur, haut de 10 m, affecte la forme d'une lentille constituée par la vasque du réservoir en forme de tronc de cône et une calotte sphérique formant la coupole de couverture. Ces deux éléments sont assemblés par leur grande base de 40,40 m de diamètre. La vasque basse qui mesure 7,49 m de hauteur, repose sur le fût de 6 m de diamètre. Son épaisseur courante est de 30 cm alors qu'elle atteint 1,47 m aux naissances. Le voile est précontraint (procédé FREYSSINET) par cerces et câbles radiaux de 12 Ø 8.

La coupole de couverture n'a que 20 cm d'épaisseur. Sa hauteur est de 1,57 m. Prenant appui sur la partie haute du fût, son petit diamètre est également de 6 m. La vasque basse et la coupole de couvertures sont liaisonnées par une couronne extérieure précontrainte.

Le réservoir supérieur est divisé en 2 cuves superposées par une seconde vasque homothétique de la première également en béton armé, mais non précontrainte.

Le voile de la vasque intérieure a 55 cm d'épaisseur aux naissances et 25 cm en partie courante. Sa hauteur est de 3,60 m et son grand diamètre de 23,60 m.

Le rapport des volumes entre les deux cuves est à peu près de 1 à 2. Bien que le réservoir aérien soit précontraint, ce qui, théoriquement, élimine tout risque de fuite, une étanchéité a été exécutée intérieurement avec un complexe de lame de verre et d'émail à chaud, l'Aéroplast, fourni par la Sté des BITUMES SPECIAUX.

Dans le but d'éviter la mise en résonance de l'ouvrage sous les différentes contraintes susceptibles d'être développées par les effets du vent, la cuve est équipée de 8 parois radiales anti-houle constituées par des panneaux plastiques nervurés de 6 mm d'épaisseur. Ces panneaux sont encastrés dans des profilés plastiques fixés dans des rainures ménagées au coulage sur la face intérieure de la cuve haute. Ces travaux seront réalisés par la Sté MURGUE SEIGLE.

Enfin, la coupole de couverture doit être pourvue d'une isolation thermique. En effet, l'hypothèse de calcul retenue pour le réservoir surélevé prévoit que la température de la coupole ne doit pas varier de plus de 5°, quelle que soit la saison et le moment de la journée. Pour atteindre ce résultat, WANNER ISOFI, avec la participation de la C.I.F., prévoit de mettre en place une couche de 10 cm de polyuréthane protégée par une étanchéité en hypalon.

## Les études préliminaires.

Sur le plan technique, la conception de ce château d'eau posait une série de problèmes que M. ALBOUY, ingénieur en chef, responsable du département Infrastructures et Génie Civil, résume ainsi :

« En dehors des calculs de stabilité sur le plan des coques minces, l'ouvrage posait des problèmes de stabilité aux vents et de stabilité aux vibrations.

« Pour le premier de ces points, nous avons été conduits à mener des essais en souffleries en faisant varier l'angle d'incidence du vent autour de l'horizontale puisque les efforts qu'il développe ne se produisent pas toujours dans le même plan.

« Les résultats ont apporté un certain nombre de surprises. Nous avons constaté que le réservoir se comportait comme une aile d'avion, c'est à dire qu'il avait non seulement une traînée, mais également une portance. Il avait donc tendance à se soulever sous l'effet du vent, ce qui, pour le calcul des efforts exercés dans le fût, nous a conduits à prendre en compte des moments fléchissants dans un sens inattendu.

« Le deuxième problème consistait à comparer les vibrations créées par le vent aux fréquences propres du réservoir. On sait qu'à une certaine vitesse, lorsque le vent souffle sur un objet quelconque, les veines gazeuses se décolent en provoquant ce qu'on appelle les tourbillons de Karman. Pour que la structure ne se mette pas en vibration, il faut faire en sorte que ce décollement se produise à des vitesses telles que les fréquences de vibration du vent ne correspondent pas aux fréquences propres de l'ouvrage.

« Or, dans le cas d'espèce, le château d'eau a une fréquence propre variable puisqu'il se comporte comme un pendule plus ou moins chargé, le réservoir n'étant pas plein en permanence. Les études ont montré que la fréquence de sollicitation du vent correspond à celle du réservoir lorsqu'il est plein aux 2/3. Dans la mesure où le cas se présenterait pour un vent relativement faible, les efforts développés ne risquaient pas d'être dommageables aux structures.

« Enfin, un troisième phénomène intervenait du fait que, le réservoir étant relativement plat, la surface libre de l'eau à l'intérieur est importante.

*c'est le phénomène de Seiche qui n'est pas tout à fait un phénomène de houle et qui se manifeste par une sorte de balancement de la masse liquide. Or, la fréquence propre du phénomène de Seiche correspondait à la fréquence propre de l'ouvrage et à la fréquence de sollicitation.*

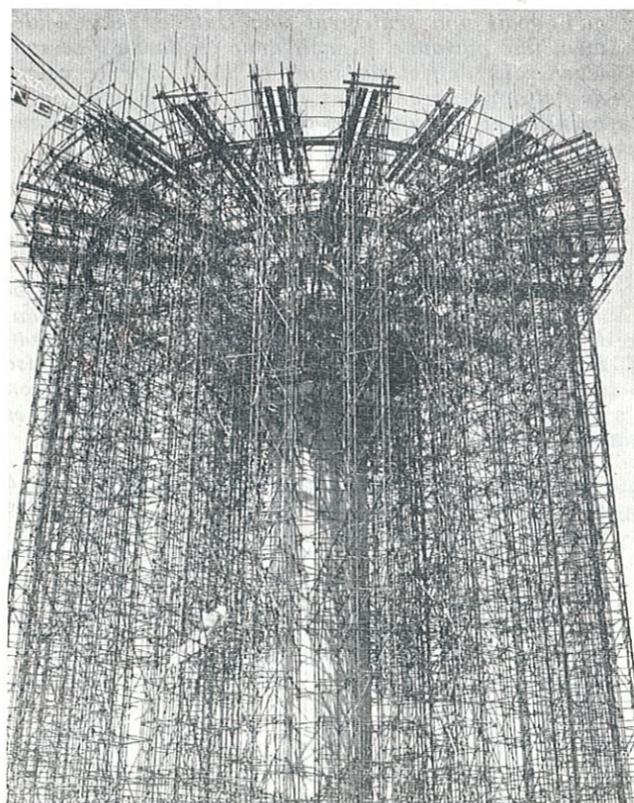
*« Il est bien évident que les efforts auraient pu être dommageables pour la structure et c'est pourquoi nous avons recherché un système permettant de bloquer ce phénomène de Seiche. La solution a été apportée par la mise en place, à l'intérieur de la cuve, de 8 parois radiales en matière plastique ».*

## Construction du réservoir aérien.

Pour toutes les opérations de manutention nécessitées par la construction du réservoir aérien (montée des coffrages, mise en place du ferrailage et du béton), le chantier disposait d'une grue à tour PINGON P 220 S dont la hauteur libre sous crochet était de 65 m. Implantée totalement à l'extérieur de l'ouvrage, elle a été installée à poste fixe, sans haubanage, sur un massif d'ancrage constitué par un massif de béton de 80 m<sup>3</sup>.

Le coffrage de la cuve a été mis en place sur un échafaudage réalisé par ENTREPOSE. Cet échafaudage, qui pèse entre 5 et 600 t (environ 60 km de tubes), repose sur la couverture du réservoir enterré. Tous les efforts ont dû être reportés jusqu'au radier par un étalement mis en place à l'intérieur du réservoir avec une particulière minutie.

L'échafaudage ENTREPOSE : une véritable dentelle d'acier.



Dans le but d'alléger l'échafaudage au maximum, la Sté Française de Travaux Publics FOUGEROLLE a eu recours à deux méthodes complémentaires :

- 1°) Le fût a servi à reprendre une partie des charges qui auraient dû normalement être reprises par l'échafaudage. A cet effet, des fers passés dans des ouvertures ménagées dans le fût à 15 m en dessous de l'évasement, ont permis de réaliser une console d'appui sur laquelle vient reposer une structure d'échafaudage complémentaire.
- 2°) Une mise en tension partielle de la vasque basse et de sa couronne extérieure, réalisée dans les deux sens (rayonnant et circulaire), assure à elle seule la reprise des charges apportées ultérieurement par le coulage de la vasque intérieure et de la coupole de couverture.

Dans la conception de l'échafaudage, il a fallu également tenir compte de la forme tronconique de la vasque qui avait tendance à chasser la structure tubulaire vers l'extérieur. Pour lutter contre ce risque, l'échafaudage a été soudé à des plaques rendues solitaires du fût, ce qui revient à la mise en place d'un système de tirant.

Il n'a pas été possible de couler la vasque en continu. Deux solutions pouvaient être envisagées : soit couler par anneaux concentriques, soit couler par secteurs opposés. C'est la seconde méthode qui a été retenue, en prévoyant 12 phases de bétonnage.

Pour des questions de facilité et de rapidité, le coffrage bois a été préfabriqué au sol par éléments atteignant 2 t. Après mise en place à la grue et calage, ils recevaient simplement un contreplaqué de 5 mm.

Le coffrage de la vasque intérieure a été étayé à partir de la vasque extérieure, avec des poutrelles LAMBERT Super Standard. Enfin, la coupole de couverture a été coulée en prenant appui sur les voiles des deux vasques.

La précontrainte (Système FREYSSINET exploité par la STUP), assurée par des câbles de 12 Ø 8, a été réalisée en deux phases. La première est intervenue après coulage de la vasque inférieure, la seconde après mise en place de la couverture. Cette dernière est légèrement précontrainte afin d'éviter qu'elle ne soit tendue.

Tous les bétons mis en œuvre pour le château d'eau (environ 4 000 m<sup>3</sup>) ont été fabriqués par la centrale FOUGEROLLE qui a également approvisionné le chantier des ponts sous pistes.

C'est une centrale ELBA, d'une capacité de 40 m<sup>3</sup>/h, équipée d'un malaxeur TEKA produisant 1 m<sup>3</sup> de béton en place par gâchée, d'un silo à ciment de 200 t avec des silos de reprise de 30 t. Suivant la nature des ouvrages, trois qualités différentes de béton ont été mises en œuvre, la plus grande partie étant du béton à 400 kg de CPA. Pour toutes les parties vues (fût et réservoir haut), on a utilisé des granulats calcaires de la Vallée Heureuse et des sables de Seine, alors que le béton des parties cachées a été exécuté à partir de granulats silico-calcaires de la vallée de la Seine.

Le béton était transporté de la centrale au chantier par des bétonnières portées STETTER (deux de

4 m<sup>3</sup> et une de 6 m<sup>3</sup>), montées sur camion MAN. La mise en place du béton a été faite à la pompe SCHWING pour le réservoir enterré et à la benne manutentionnée par la grue PINGON pour toutes les superstructures.

Toute la partie armatures a été sous traitée par SOTRAFER.

Avec une moyenne de 30 ouvriers sur le chantier, la Sté Française de Travaux Publics FOUGEROLLE a mené à bien la construction du gros-œuvre du château d'eau en une année depuis le bétonnage du radier (7 octobre 1969) jusqu'à la fin du coulage de la coupole de couverture.

L'équipement hydraulique de l'ouvrage, qui a été confié à la SADE, doit être terminé en février 1971, la mise en eau devant intervenir courant mars de la même année.

La vasque du réservoir aérien sera illuminée la nuit par 12 projecteurs situés dans des niches réservées à cet effet dans la partie haute du fût, immédiatement sous la vasque. L'installation électrique est réalisée par la SOCIETE GENERALE D'ENTREPRISE.

La serrurerie (échelle à crinoline, portes, châssis, caniveaux, etc...) a été confiée à l'Entreprise ACIERAL.

L'état du chantier au 1<sup>er</sup> décembre 1970.

(Doc. Aéroport de Paris).

