



Le hangar S34 : un dallage en béton de 10 000 m<sup>2</sup> et de 2,40 m d'épaisseur pour supporter les essais destructifs de l'Airbus A380.

# Un chantier phénoménal pour le futur Airbus A380

En moins d'une année, près de 100 000 m<sup>2</sup> de dallage en béton ont été mis en œuvre dans le cadre de la construction des hangars du site de production du futur Airbus A380 à Toulouse (Haute-Garonne). Une opération exceptionnelle par sa complexité et son gigantisme.

Dès 2004, le premier exemplaire de l'A380 sortira des chaînes de montage du site Jean-Luc Lagardère à Blagnac, où l'engin sera assemblé à partir des éléments provenant des différents sites de fabrication européens. Fleuron d'Airbus, cet avion gros porteur du futur entrera en service en 2006. Capable d'emporter plus de 550 passagers avec un rayon d'action de 15 000 km, ce "super-jumbo" de 560 tonnes, plus de 70 m de longueur et 80 m d'envergure, constitue un véritable défi technologique.

Pour l'équipe de maîtrise d'œuvre chargée de la réalisation des infrastructures destinées aux essais et au montage de ce géant des airs, le pari est pour le moins ambitieux : en l'espace de seulement deux années, un ensemble de huit hangars totalisant près de 100 000 m<sup>2</sup> auront été édi-

fiés. Un délai qui intègre l'installation des différents équipements nécessaires aux tests de l'avion zéro et à la production des 129 appareils déjà commandés par plusieurs compagnies aériennes.

## ■ Contraintes exceptionnelles

*"Nous avons décidé d'ériger les hangars avant de réaliser les plateformes pour permettre un coulage des dallages dans des conditions optimales, confie Eric Escande, architecte chez ADPi et chef de projet pour le bâtiment S34, dédié aux essais statiques de l'avion zéro. De plus, le cahier des charges des équipements n'était pas totalement finalisé lors de l'appel d'offres en novembre 2002 : les outillages de test et de montage nécessitent de nombreux ancrages*

## ■ LE CHANTIER EN BREF

- **Lieu :** site Jean-Luc Lagardère, à Blagnac, près de Toulouse
- **Projet :** réaliser des hangars d'essais et de montage de l'Airbus A 380
- **Contraintes :** exécuter, dans des délais très courts, des plateformes très résistantes, intégrant de nombreux réseaux
- **Solution :** des radiers et dallages en béton très épais et fortement armés
- **Surface totale de béton :** 95 000 m<sup>2</sup>, soit 60 000 m<sup>3</sup>
- **Coût des travaux :** 360 millions d'euros HT dont 12,3 millions pour le lot "Terrassement et dallages"



Les plateformes des hangars sont réalisées par traitement du sol à la chaux et au ciment.

et réseaux qui doivent être intégrés aux dalles”. Ces derniers doivent aussi répondre à des contraintes exceptionnelles de résistance à la compression, mais surtout à la traction : “Le bâtiment S34 sera équipé d’un gigantesque portique de 700 tonnes épousant la forme de l’appareil, explique Jacques Morel, d’ADPi, spécialiste des structures béton du chantier. De multiples vérins exerceront des efforts sur toute la structure de l’avion jusqu’à la limite de la rupture, sous la surveillance de nombreux capteurs couplés à des systèmes d’enregistrement et d’analyse des données”.

## ■ S34 : jusqu’à 2 000 tonnes de traction

Les efforts transmis par le portique varient entre 10 et 2 000 tonnes ! Ils doivent pouvoir être repris dans la plateforme en béton, dans lequel il est arrimé, sans qu’elle se déforme afin de ne pas compromettre la précision des mesures. “La structure béton varie entre 90 cm et 2,40 m d’épaisseur, soit un volume total de 5 500 m<sup>3</sup>, avec une densité moyenne d’armatures de 170 kg/m<sup>3</sup>, ce qui est exceptionnel, relève Jacques Morel. De plus, la surface doit être parfaitement lisse et présenter des écarts de planimétrie inférieurs à cinq millimètres et des désaffleurs d’un millimètre au maximum”. Et sur une surface carrée de 100 mètres de côté, adaptée au gabarit de l’A380, soit un hectare !

## ■ Association d’un radier et d’un dallage

Pour le groupement d’entreprises SOGEA, Dodin, DV Construction et Mallet, titulaire du lot “Dallage”, répondre au cahier des charges n’a pas été chose facile. Première étape, le terrassement et le traitement de l’assise à la chaux et au ciment ont été conduits de façon à obtenir les différentes hauteurs correspondant aux trois épais-



Le portique accueillant l’A380 est ancré sur de nombreux inserts et nécessite un nombre exceptionnel d’armatures.

seurs du radier : 70 cm, 1 m et 2,20 m en assurant une portance minimale de 60 MPa. Une exigence largement respectée avec 100 à 200 MPa mesurés. Les emprises, correspondant aux caniveaux qui véhiculent les nombreux fluides, ont ensuite été décaissées, ainsi que trois fosses profondes de quatre mètres. “La mise en œuvre des nappes d’armatures, des tirants passifs longitudinaux et transversaux ainsi que des inserts de fixation du portique a pratiquement nécessité deux mois” rapporte Daniel Hagolle, directeur de travaux.

Pour des questions d’homogénéité de traitement avec les zones situées en dehors de l’emprise du portique (65 % de la surface), recouvertes uniquement d’une dalle en béton classique aéroportuaire de 40 cm, le mode opératoire choisi a consisté à couler le béton en deux temps : le radier jusqu’à la côte “moins 20 cm”, puis le dallage d’épaisseur 20 cm, coulage confié à l’entreprise SIB, sous-traitant spécialisé dans



les sols industriels. Cette dalle, qui incorpore un treillis soudé, est rendue solidaire du radier par des connecteurs. “Les deux ouvrages en béton se comportent de façon monolithique” souligne Jacques Morel.

## ■ Jusqu’à 140 m<sup>3</sup> par heure

Mené en continu sur vingt-neuf heures, du vendredi 25 avril à 5h au lendemain 10h, le coulage du radier à la pompe a mobilisé trois centrales BPE, afin de fournir sans interruption environ 4 000 m<sup>3</sup> de béton. “Deux équipes de huit personnes se sont relayées jour et nuit, atteignant une moyenne de 140 m<sup>3</sup>/heure” ajoute le directeur de travaux.

Globalement, sur l’ensemble du site Jean-Luc Lagardère, le responsable situe le pic d’activité sur une période de trois mois, allant d’avril à juin 2003, et pendant laquelle le groupement a mis en œuvre 30 000 m<sup>3</sup> de béton sur différents hangars, soit la moitié du volume total !

### ■ PRINCIPAUX INTERVENANTS

- **Maîtrise d’ouvrage :** Airbus
- **Maîtrise d’œuvre :** Groupement Technip-Coflexip (mandataire), ADPi (architectes et ingénieurs), Cardete et Huet (architectes),
- **Entreprises gros-œuvre :** SOGEA (mandataire), Dodin, DV Construction, Mallet
- **Contrôle :** Veritas, Socotec



Coulage à la pompe permettant l’approvisionnement du béton en tous points.



Le lissage à l'hélicoptère : technique courante des entreprises de dallage industriel.

## ■ Un véritable marbre

Reste qu'une telle productivité demandait un contrôle permanent : "Deux à trois géomètres se relayaient, notamment pour vérifier l'implantation des armatures et des inserts de fixation" souligne Jacques Morel. Quant aux dallages, exécutés une semaine plus tard, l'entreprise SIB a réalisé de "véritables marbres", selon les termes du responsable des structures béton. "Le béton, vibré à l'aiguille comme le radier, a été réglé puis lissé à l'hélicoptère, reprend Daniel Hagolle. Un durcisseur a été appliqué pour fermer la surface du béton". Objectif : offrir une surface lisse "comme un miroir" et faciliter le nettoyage en interdisant la fixation des poussières (porosité très faible). Dernière étape, le sciage des joints de retrait, organisé selon une trame carrée de cinq mètres de côté, a été réalisé à l'aide d'une scie diamantée.

## ■ Ouvrage d'art

Pour Daniel Hagolle, intituler "Dallage" le lot dont il a la direction, est au-dessous de



Le béton est d'abord réparti à la pompe puis vibré à l'aiguille.

la réalité. "La complexité des travaux confère aux réalisations le statut de véritable ouvrage d'art, estime l'ingénieur. Pendant la phase de mise en place des armatures, on avait davantage l'impression de se trouver dans un atelier de chaudronnerie que sur un chantier de génie civil !". Le caractère d'exception des infrastructures est donc à la mesure de celui du projet industriel qu'elles sont destinées à accueillir. "La réussite de l'opération tient à la qualité des rapports entre les intervenants, toujours excellents, assure Eric Escande. La souplesse et la coopération de tous a facilité l'extraordinaire coordination des différents corps d'état, indispensable à la bonne marche du chantier et au respect des délais." D'autant qu'une contrainte de taille s'est greffée au contexte déjà difficile à gérer : la modification des spécifications des équipements de test et du portique, au fur et à mesure de leur mise au point, alors que les travaux avaient déjà commencé. "Dans ce genre de chantier extrêmement complexe, il faut savoir être réactif et s'adapter aux inévitables évolutions" conclut Daniel Hagolle. ●



L'utilisation d'une règle vibrante accroît la productivité sur chantier.

## ■ DES KILOMÈTRES DE RÉSEAUX

Une des nombreuses difficultés rencontrées par le groupement d'entreprises pour le bâtiment S34 destiné aux essais, mais surtout pour le hangar 71 (12 500 m<sup>2</sup>) réservé au montage de l'avion, est l'extraordinaire densité de fluides passant sous le radier en béton desservant les équipements.

"Contrairement aux avions précédents montés dans quatre ateliers différents, l'A380 est assemblé sur un seul poste, ce qui entraîne une superposition des outillages et de leurs réseaux" explique Daniel Hagolle, évoquant l'incroyable enchevêtrement de caniveaux, niches et autres fourreaux en béton, qui totalisent cinq kilomètres dans ce bâtiment.

Ces ouvrages, réalisés très majoritairement en béton préfabriqué pour des raisons de délai, sont organisés dans plusieurs plans étagés à différentes profondeurs, de "moins 80 cm" à "moins 2,50 m". Pour Daniel Hagolle : "La fabrication du radier a nécessité de nombreuses réservations pour différents petits ouvrages, principalement des fosses, dont une destinée à un ascenseur. L'ensemble de la plateforme est un véritable gryère !".



La scie diamantée permet de positionner avec précision les joints de retrait.