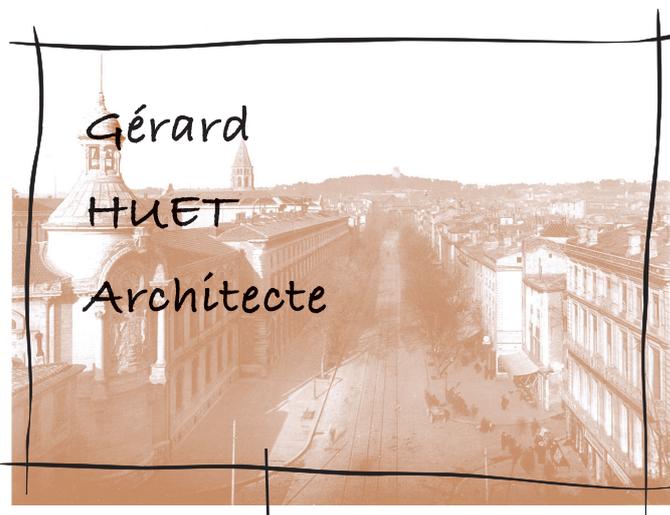


CYCLE DE CONFÉRENCES

URBANISME - ARCHITECTURE - HABITAT

Les actes : Saison 2004/2005



«Le projet de construction de la chaîne Airbus A380 à Toulouse-Blagnac. Un site industriel à l'échelle d'un avion géant dans un territoire vierge.»

8 MARS 2005

Gérard HUET Architecte



«Le projet de construction de la chaîne Airbus A380 à Toulouse-Blagnac. Un site industriel à l'échelle d'un avion géant dans un territoire vierge.»

Le maître d'ouvrage

Airbus France

Les concepteurs

Un groupement de maîtrise d'oeuvre générale :

- Architectes : Cardete & Huet (agence d'architectes toulousaine), ADPi (agence parisienne, filiale d'ADP : Aéroports de Paris, spécialiste mondial des structures aéroportuaires)
- Ingénierie : Technip TPS (société française, numéro un européen d'ingénierie et de construction), ADPi Architectes et Ingénieurs.

Le plus important chantier industriel en Europe

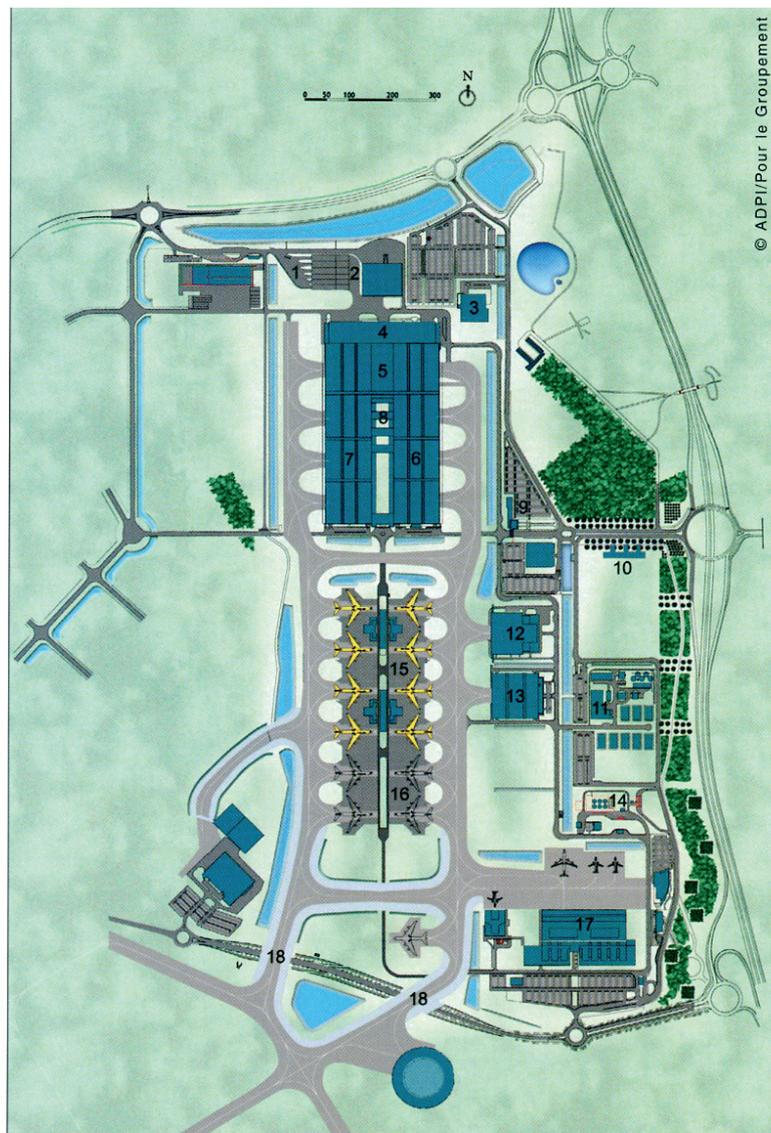
Le projet de construction de la chaîne d'assemblage final de l'Airbus A380 à Toulouse est spectaculaire du fait de son gigantisme, de sa complexité technique et des délais très courts

de conception et de réalisation.

Quand le Consortium Européen EADS (European Aerospace and Defense Systems) décide du lancement de la fabrication de l'A380 courant 2000, le cahier des charges est défini pour une première livraison commerciale en 2006.

Novembre 2000 : un concours de maîtrise d'oeuvre est lancé afin de désigner, dans les 3 mois, une équipe chargée de la Maîtrise d'oeuvre générale pour la construction des bâtiments qui accueilleront la chaîne d'assemblage sur le site de la ZAC Aéroconstellation située à Blagnac, à l'extrémité des pistes de l'aéroport.

Les contraintes les plus importantes sont liées d'une part, au fait que les terrains sont en cours de régularisation administrative (et de ce fait,



1. Point de livraison des tronçons de l'avion
 2. Zone de déchargement et pôle logistique
 3. Restaurant du personnel
- BÂTIMENT ARCHE**
4. Abside
 5. Hall d'assemblage structure
 6. Halls équipement, essais et finitions
 7. Halls chantier
 8. La Faille (bureaux & ateliers)
 9. Poste d'accueil
 10. Le village (appelé à disparaître en 2005)
 11. Centre technique
 12. Hall piste
 13. Hall essais statiques
 14. Station carburant
 15. Aires extérieures essais carburant et étanchéité
 16. Aires extérieures, préparation au vol
 17. Air France Industrie
 18. Taxiways de liaison avec l'aéroport

Le plan masse de la ZAC AéroConstellation, février 2004

ne sont pas tous disponibles en même temps) et d'autre part, au fait que les dimensions de l'appareil (le plus gros avion au monde de transport civil) sont impressionnantes : 80 m de long pour 80 m de large, pour un poids de 650 tonnes en charge.

Le planning est extrêmement contraignant : 1er vol commercial en juin 2006, alors que, lors du lancement du concours, en novembre

2000, le programme propre à chaque bâtiment est en cours d'élaboration.

L'emprise au sol du projet ainsi que les surfaces du bâtiment sont exceptionnelles :

- la surface du site aménagé est de 300 ha
- la surface totale des bâtiments est de 200 000 m²
- la surface des aires de circulation et de stationnement est de 20 ha
- la hauteur moyenne des halls d'assemblage est de 45 m.

En février 2001, l'équipe de maîtrise d'oeuvre est désignée à partir de propositions de plans de masse faisant apparaître :

- l'étude des paramètres à prendre en compte
- l'étude des flux
- l'étude de variantes d'organisation
- l'analyse critique des différentes variantes et la recommandation d'une solution synthétisant les hypothèses communes lors du lancement du concours.

Le plan masse

Mars à mai 2001

Dès le démarrage des études de conception des bâtiments, un groupe de travail est constitué afin que les équipes d'Airbus et de maîtrise d'oeuvre puissent mettre en concordance les enveloppes des bâtiments avec les outils industriels de manutention et de levage, eux-mêmes en cours de définition. Cette co-conception a pour objectif l'optimisation conjointe du process industriel et des ouvrages physiques de l'usine ; le résultat le plus spectaculaire étant illustré par le plan masse dont la logique d'organisation est en adéquation parfaite avec le process définitif établi en juin 2001.

Le plan masse est composé selon un axe Nord-Sud (idée inverse de ce qui était demandé dans l'appel d'offres), épine dorsale du projet, correspondant au cheminement de l'avion dans sa phase d'assemblage, depuis la livraison des tronçons au Nord du site jusqu'à son roulage vers la zone aéroportuaire, au Sud, et son envol.

Les éléments constitutifs de l'avion arrivent par convoi routier depuis le port de Langon (en Gironde) par le Nord-Ouest du site, où se trouve la zone de livraison des tronçons.

La quasi-totalité des halls industriels fusionnent en un très vaste ensemble, l'Arche (appelé ainsi du fait de sa configuration en U) ; ce bâtiment central et primordial de l'usine comprend également les principaux ateliers, locaux techniques et bureaux. Ces derniers sont situés au coeur de l'Arche dans une trouée centrale baptisée la Faille.

A son extrémité Nord, l'Arche comporte l'abside, où les éléments de fuselage et de voilure sont préparés en vue de l'assemblage final, qui s'effectue dans une immense nef (le hall d'assemblage structure).

Le hall structure est la pièce maîtresse de l'usine d'assemblage, par ses dimensions (250 m



L'Arche : hall d'assemblage structure

de long, 125 m de large) et les outils industriels prévus pour le jonctionnement des tronçons ainsi que pour la manutention et le levage (170 tonnes de charges devant être suspendues à la charpente).

L'avion, une fois assemblé, est amené dans les trois immenses halls de finitions et d'essais constituant la jambe Est de l'Arche. Dans



L'Arche

ces trois halls sont réalisés les compléments de montage des équipements hydrauliques et électriques ainsi que les essais de fonctionnement, d'étanchéité à l'hélium des réservoirs et



Les bureaux et ateliers (la Faille)

le montage des moteurs.

Ensuite, l'avion est conduit sur les postes d'essais extérieurs où il subira les derniers tests avant son premier vol.

Tous les travaux de modification ou de mise au point s'effectueront dans les trois halls chantier situés dans la jambe Ouest de l'Arche qui autoriseront ultérieurement d'éventuelles augmentations de cadences.

A l'intérieur de la faille sont implantés les bureaux et ateliers, dans des immeubles ponts de quatre niveaux disposés transversalement dans la grande rue centrale de distribution de l'Arche. 25 000 m² de bureaux sont ainsi posés sur les socles ateliers et magasins de deux niveaux longeant les halls. Cet espace est le coeur du dispositif de distribution ; les dessertes entre bureaux sont prévues le long des grandes fenêtres des halls. Cette volonté a pour ambition d'essayer d'éviter la ségrégation entre "blouses blanches" et "blouses bleues". Dans leurs parcours, les usagers des bureaux sont ainsi directement au contact des halls avions.

Cette organisation apporte économie d'occupation de l'espace, de construction, de fonctionnement et de flexibilité d'usage dans le temps. A l'est des aires extérieures situées dans le prolongement Sud de l'Arche ont été construits deux halls avions indépendants, l'un accueillant les essais statiques permettant la déformation des structures de l'avion jusqu'aux limites de rupture, l'autre servant aux activités de pistes telles que la pesée des avions, certains essais spécifiques ainsi que les retouches de peinture.

L'image

Un plan masse concentré

Le bâtiment d'assemblage a été conçu de l'intérieur vers l'extérieur. Penser l'architecture à partir du processus des flux, des espaces de vie est une démarche d'ouverture vers les autres qui s'établit dans la complicité entre architectes et entre ces derniers et les maîtres d'ouvrage ; la preuve en est que, dans ce processus interactif, certaines influences d'enrichissement du projet ont été l'émanation du maître d'ouvrage.

Le site est une grande plaine située à l'extrémité des pistes de l'aéroport, sans aucune singularité, si ce n'est un environnement commercial péri-urbain. Les dimensions du bâtiment d'assemblage (500 m de long, 250 m de large et 45 m de hauteur) font que son échelle crée un paysage nouveau. Il y a là une opportunité que nous ne devons pas laisser passer. Au-delà de la problématique posée par le rapport au ciel et au sol, les grandes portes d'accès aux halls sont un des éléments majeurs (très hautes portes plissées se succédant tout le long de l'ensemble). L'étendue (450 m de long et 27 m de hauteur) est comparable à celle d'un barrage. Par rapport à ce questionnement essentiel, le choix du matériau de parement (en acier inox poli miroir) a pour avantage de constituer une façade en permanence vivante, qui reflète les variations du ciel. Cet effet est amplifié par la mise en oeuvre en écailles dissymétriques des panneaux inox. Comment ne pas y voir un hommage au monde aéronautique ?



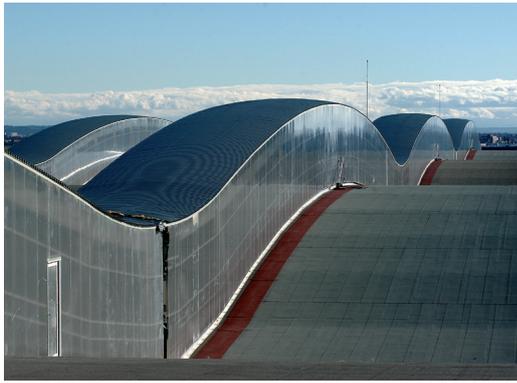
Façade miroir de l'Arche (portes en acier inox poli miroir)

La mince tranche de la toiture qui ondule confère à l'immense ensemble de l'Arche une fluidité qui compense son aspect massif sans le nier.

Qualité des espaces de travail

L'apport de lumière naturelle est assuré en façade par les tympanaux périphériques (translucides, correspondant à l'épaisseur de la structure de toiture qui les surmonte), en couverture par des lanterneaux situés dans le plan des combles et par les habillages verticaux translucides des grandes poutres en saillie. Cette lumière inonde les halls au travers de panneaux en polycarbonate, afin d'éviter les nuisances de l'ensoleillement direct.

Au coeur du dispositif, les bâtiments de bureaux sont disposés transversalement afin que tous, tout en étant proches des lieux de travail dans les halls, bénéficient d'un éclairage naturel et d'une vue sur l'extérieur (les immeubles forment entre eux des patios autorisant la lumière naturelle au sein des bureaux et animant la vie industrielle).



L'arche : habillages verticaux translucides des grandes poutres

Délais et coûts

L'économie et les délais font, qu'en France, de tels ouvrages ne peuvent actuellement être conçus qu'en métal. La vitesse de réalisation imposée par le planning nous a conduits à concevoir les bâtiments afin de permettre, pour chaque hall, la construction et l'équipement des combles au sol, dans leur totalité (ensemble de la charpente, couverture et étanchéité en partie supérieure, chauffage, électricité, plomberie en partie inférieure), puis leur hissage en une seule fois (les poutres ont des portées de 102,5 à 117,5 m).

Ainsi donc, le comble du hall d'assemblage (8000 tonnes) a pu être levé à 46 m de hauteur en une journée.

Ce choix de montage a permis un gain d'un mois et demi environ par cellule ; économie de temps et d'argent, donc, tout en minimisant les risques d'accident et en s'affranchissant des risques d'intempéries.

La procédure de dévolution des marchés choisie par la maîtrise d'ouvrage est par tranches

d'ouvrage et par lots en corps d'état séparés. Cette procédure est intéressante à plusieurs titres :

- du fait de l'évolution du programme qui doit s'adapter aux exigences de la fabrication de l'avion, les coûts des modifications sont clairement identifiés par lots.
- d'autre part, l'entreprise est identifiée à son marché et met donc les moyens en conséquence dans une saine émulation.

Il est évident qu'en architecture, il n'y a jamais une seule réponse ; il est sûr que le domaine de l'invention dans lequel se situent les architectes est un domaine difficile, même si l'agence CARDETE & HUET avait déjà l'expérience de la réalisation du hall d'assemblage des Airbus A330 - A340 et "AEROPORTS



L'arche : la charpente

DE PARIS“, celle de nombreuses plateformes aéroportuaires.

Il est clair que la vitesse de conception et de réalisation conduit à certains choix qui imposent la nécessaire simplicité de fabrication des ouvrages.

L'enveloppe financière et les délais ont été respectés suivant les engagements initiaux.

Chronique des moments forts

Printemps 2000

Les accomplissements CARDETE & HUET, TECHNIP, puis ADP (Aéroports de Paris).

23 juin 2000

Choix de Toulouse-Blagnac comme site d'assemblage final de l'A380.

Novembre 2000

Lancement de l'appel d'offres pour STAR (Site Toulousain d'Assemblage Airbus).

L'avion va peut-être exister, le programme est remis aux six équipes de maîtrise d'oeuvre.

Perplexité des équipes devant un programme embryonnaire et des propositions de plans masse dont la seule logique est celle découlant des problèmes administratifs liés, à l'origine, aux différents propriétaires fonciers et donc des différentes dates de libération possible.

Le partage industriel n'est pas clairement défini. L'avion est en cours de conception, ses caractéristiques dimensionnelles en phase de

définition.

Décembre 2000

Les candidats obtiennent de nouveaux éléments (le règlement de la ZAC en charge des aménagements et équipements d'intérêt général, les rayons de braquage de l'avion, le tableau récapitulatif des ponts roulants situés dans les différents bâtiments).

Un pari...

Un important investissement dans la réflexion et une réponse multiple :

- mise en place d'une équipe de travail composée des compétences Airbus : avionneurs, outilleurs, chargés d'assemblage de l'avion, mainteneurs, ergonomes, maîtrise d'oeuvre architectes, ingénieurs bâtiment et moyens de levage, etc... dans le but de dimensionner les bâtiments aux justes besoins et de faire qu'au fur et à mesure de la co-conception, les décisions prises soient validées.
- propositions de plans masse ayant pour logique celle dictée par le process : la majorité des sites d'assemblage, dont ceux que nous avons conçus pour les avions 330, 340, confirment le fait que le souci prioritaire est la réduction des risques accidentogènes. Pour cela une logique de clarté des différents flux s'impose, à la fois en amont (tronçons, petit équipement, personnel) et en aval, en sortie de bâtiment de l'avion assemblé, au seuil de la piste d'envol.
- une méthode de fabrication des bâtiments qui consiste à lever, en une seule fois et en une journée, la totalité de la couverture et des

réseaux situés dans les combles, dans un souci de respect des délais prévus extrêmement courts. Ce parti influencera l'architecture dans un souci de sobriété.

- quelques idées sur les façades rationnelles, sachant qu'A380 n'a aucun besoin d'image architecturale forte. Celle d'Airbus suffit.

8 janvier 2001

Réception des offres des six groupements sélectionnés.

13 janvier 2001

Etablissement d'une liste de trois groupements.

23 Février 2001

Choix du lauréat final : Cardete & Huet Architectes, Technip TPS, ADPi.

La joie et l'inquiétude

Saura-t-on tenir un tel pari par rapport aux objectifs énoncés ?

- faire que la co-conception aboutisse à un projet cohérent au bout de 6 mois
- déposer au plus tôt les permis de construire pour déclencher les enquêtes publiques et les autorisations de construire qui permettent de débiter les travaux suivant les délais prévus
- livrer les bâtiments en 2004 avec vols d'essai en 2005 et vol commercial début 2006.

La co-conception : un projet partagé

Tous ensemble dans un même lieu, plusieurs réunions par jour, on avance à grands pas, ça fourmille d'idées, d'enjeux : déchets, flux, poste unique d'assemblage.

Au jour le jour, Airbus valide au fur et à mesure les propositions structurées notamment par les ergonomes : la nature et le nombre de halls sont définis (celui dans lequel on va assembler l'avion, ceux dans lesquels ils seront terminés et essayés, ceux qui permettent de procéder aux modifications) ; les annexes, les bureaux sont également définis, mais tout nous semble éparpillé : le bâtiment Arche viendra unifier tout cela et un grand axe structurant le site confirmera la logique du process dans son évidence.

Trois projets : l'avion, les outillages, le bâtiment fonctionnent en même temps : c'est unique !

Un tel projet fédère les énergies et les oriente dans le même sens : celui de la réussite d'un tel pari !

Les avancées architecturales du projet bâtiment : dans une usine de cette taille, la question de l'éclairage naturel est fondamentale. Les études d'éclairagisme et les demandes des utilisateurs ont renforcé les apports de lumière naturelle dans la zone centrale. Les rayonnements directs ont été filtrés ; ainsi la douceur de la lumière naturelle inonde les halls de façon homogène. Les espaces sont rendus vivants, les vues sur l'extérieur (au travers des bandes vitrées situées au pied des grandes portes et des

grandes fenêtres donnant sur la rue centrale) améliorent cette notion de confort.

Les circulations horizontales entre les bureaux, volontairement situées dans cette grande fenêtre, favorisent la communication entre les “*cols blancs*” et les compagnies travaillant dans les halls.

L'échelle d'un tel bâtiment, dans un paysage proche des pistes de Blagnac, fait que c'est le bâtiment qui crée le paysage. Par son ampleur (500 m de long et 45 m de haut), on est en référence avec les collines situées au loin. L'échelle d'un barrage.

La boîte économique et rationnelle nous inquiète, nous obsède et un jour, le déclic ! Le ciel ! Le reflet, l'inox, les grandes portes coulissantes, composants majeurs de la façade en seront revêtus. Le maître d'ouvrage est séduit.

Cette matière change le rapport du bâtiment au sol. Il appartient au ciel, il vit au rythme des changements ; son côté abstrait, ses références au quotidien, les jeux de plans entre les différents matériaux font que le bâtiment est dématérialisé.

Il y a là de nouveaux domaines à explorer.

3 janvier 2002

Démarrage du chantier : début du terrassement sur le site

1er avril 2004

Livraison à Airbus de l'Arche

7 mai 2004

Inauguration du site en présence du Premier ministre.

Bibliographie

“Le site d'assemblage de l'Airbus A380 - Le nid du géant”

par Jean-Christophe NOTHIAS

Agnès VIENOT Editions

septembre 2004



Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement du Gard
Tél : 04 66 36 10 60 - Fax : 04 66 84 02 10 - 11 Place du 8 Mai 1945 30000 NIMES



Avec le soutien de la Direction Régionale des Affaires Culturelles Languedoc-Roussillon