



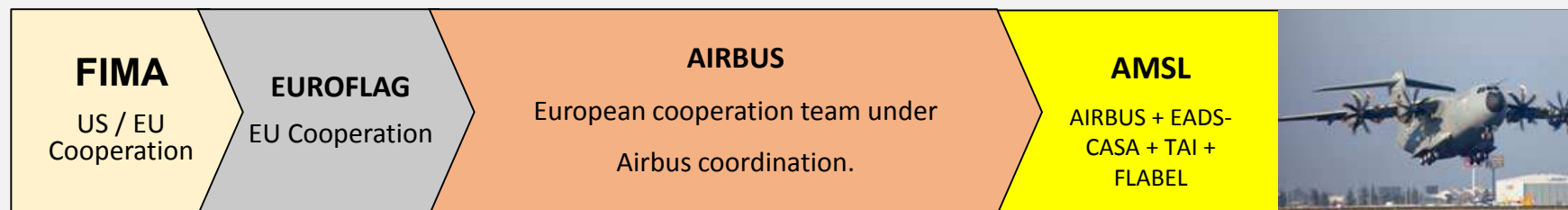
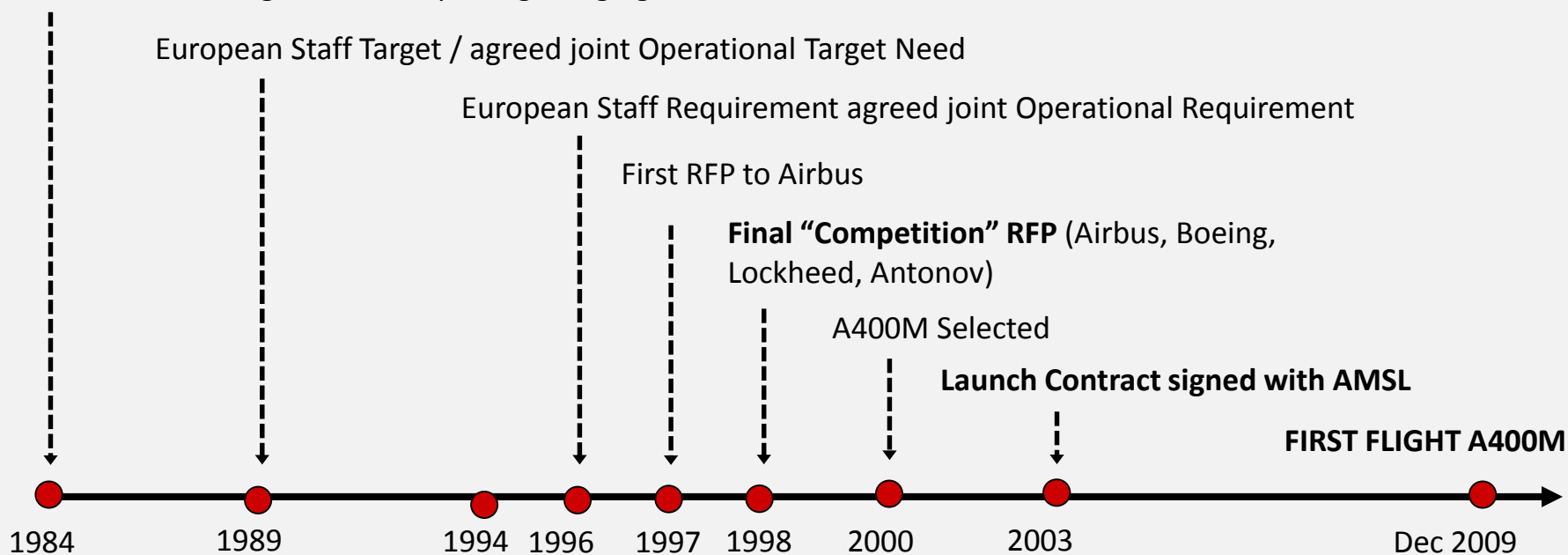
# Le développement de l'avion de transport militaire européen A400M

11 décembre 2018 Académie des Technologies

Alain Cassier  
Ingénieur en Chef

# A400M Programme History

First Nations thoughts about replacing its aging C130 / C160 fleet



\* FIMA: Future International Military Airlifter, set up by Aerospatiale, BAe, Lockheed & MBB

\*\* EUROFLAG: EU Future Large Aircraft Group, including Alenia (IT) & CASA (SP). Lockheed left the group.

# A400M Carnet de commande



**174 Avions commandés par 7 Nations européennes plus un client à l'export**



Belgium (7)



France (50)



Germany (53)



Luxembourg (1)



Spain (27)



Turkey (10)



UK (22)



Malaysia (4)

# A400M: des capacités multi-mission

L'avion de transport militaire du 21eme Siècle conçu pour satisfaire les besoins de transport aérien des armées européennes



Trois types de missions: tactique, stratégique et ravitaillement en vol

# A400M Strategic and Tactical Capabilities

## Strategic and Tactical Capabilities



### Large Cargo Hold and Payload

The A400M is able to transport all the vital humanitarian and military equipments required by today's disaster relief and military operations.



### High Speed / High Level

The A400M can respond more rapidly to crises because greater distances can be flown in one crew-duty day.



### Short Unprepared Performance

The ability to use austere airfields close to the final destination saves precious time in the delivery of personnel or supplies.



### Autonomous Ground Operations

The A400M cargo hold is designed for rapid loading and unloading without specialised ground support equipment.



# Des spécifications techniques ambitieuses

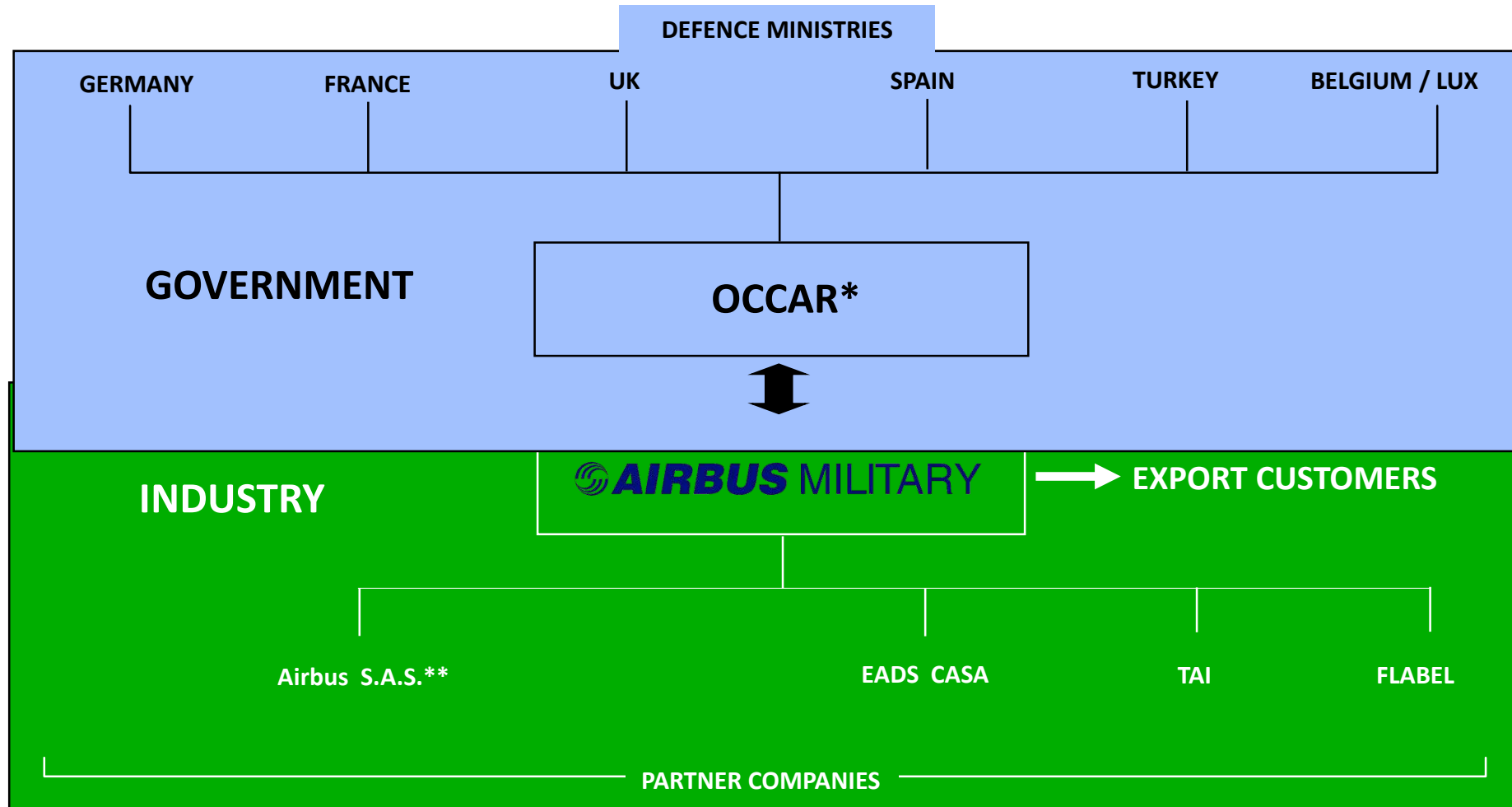
- Vitesse de croisière de 0.72 Mach
- Aéro-largage et ravitaillement d'hélicoptères à 110Kts.
- Vol basse altitude (150 ft de hauteur sol) automatique IFR sans capteurs actifs.
- Opération à partir de terrains non préparés.
- Une capacité de carburant interne de 72000 litres (pour la mission ravitailleur)
- L'installation simultanée de tous les équipements pour assurer la flexibilité de mission.
- Un système de contre-mesures extrêmement performant ( détecteur de missile et le système d'alerte radar)



# Le Contrat et l'organisation contractuelle

- “ Fixed Price Contract – Single Phase “ signé en 2003 avec l'OCCAR qui contracte au nom des Nations. Tous les risques supportés par le maître d'œuvre pour le développement et la production.
- L'OCCAR est le représentant unique des Nations clientes.
- Création d'une société AMSL qui regroupe les partenaires industriels du programme. Organisation industrielle complexe
- Création d'un consortium (EPI) pour le développement du moteur,
- Certification Civile (EASA) puis certification militaire et qualification (CQC).
- Objectif: donner à l'industrie les moyens de piloter le programme à la manière d'un programme d'avion civil.

# Organisation du programme A400M



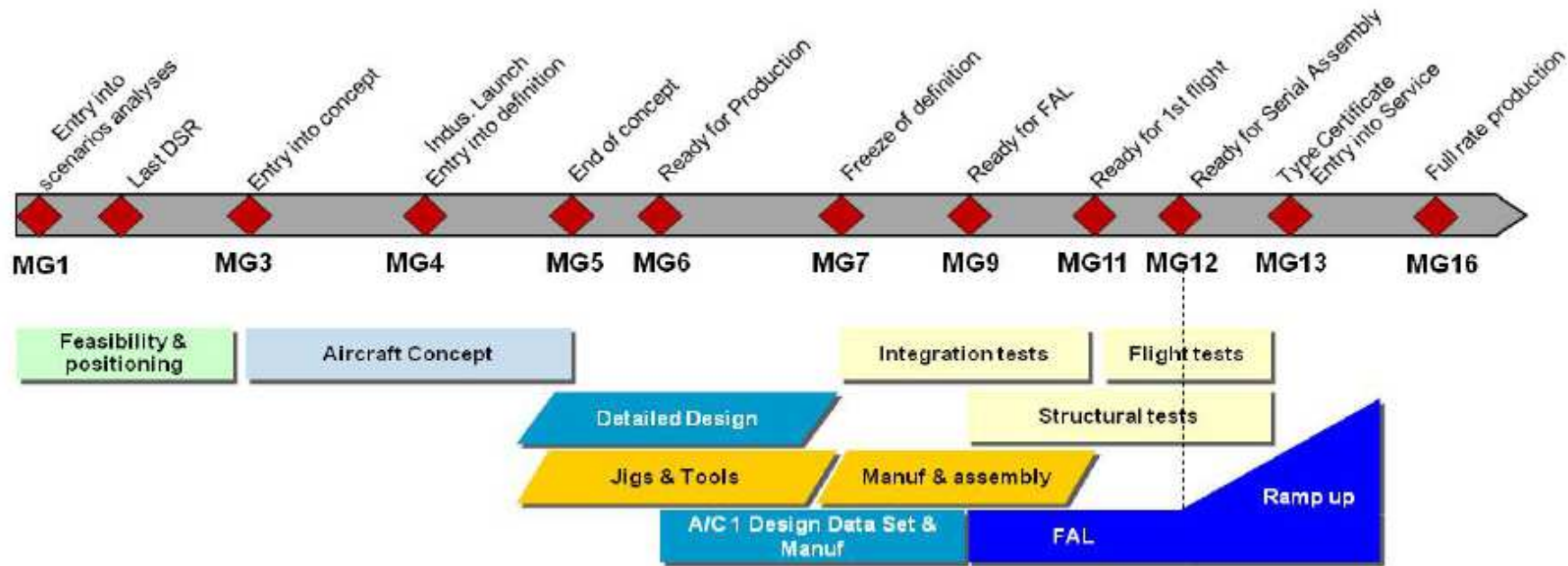
\* Organisation Conjointe de Coopération en Matière d'Armement

\*\* Airbus S.A.S. represents Airbus Deutschland, Airbus U.K., Airbus España and Airbus France



# Planning basé sur celui d'un programme civil

Très forte pression sur le calendrier du fait de l'obsolescence du Transal



Jalons	Premier vol	Première livraison	Capacité opérationnelle complete
Calendrier contractuel initial	31/01/2008	31/10/2009	30/04/2010
Calendrier réalisé	11/12/2009	30/09/2013	Prévision 2020

# Le contexte a poussé à accepter des clauses contractuelles risquées (fixed price-single phase)

- Sous-estimation des risques liés aux développements militaires.
- Les étapes de mise en concurrence ont consommé les marges de la proposition.
- Contexte général « d'optimisme » au moment de la signature du contrat: création d'Airbus AIC, démarrage A380.
- Existence d'une « fenêtre » de signature du contrat.
- L'attrait d'un grand programme qui conduit à sur estimer ses apports et sous-estimer ses risques.

# Complexité et risques techniques des fonctions militaires sous-estimés

## COMPLEXITE SOUS-ESTIMEE

- Complexité induite par les spécifications multi-mission.
- Complexité des missions militaires tactiques (ravitaillement en vol, parachutage)
- Complexité de l'automatisation des tâches de mission (conséquence des performances opérationnelles et de l'équipage à 2 + load-master)
- Certaines spécifications militaires irréalistes (contre mesures, navigation autonome TMLLF)
- Développement turbo propulseur de forte puissance
- FMS cumulant les fonctions civiles et militaires.

## CAUSES DE SOUS-ESTIMATION

- Avant projet réalisé dans une structure de coopération peu maîtrisée techniquement.
- Alénia, en charge des systèmes militaires quitte le programme juste avant la signature du contrat. Les tâches sont transférées chez Airbus/EADS en dernière minute.
- Manque expérience d'Airbus dans le domaine des fonctions militaires
- Faible maturité technique avant projet .

# Hypothèses de programme de type civil non réalisées et pression sur le calendrier

- Partage des tâches basé sur « le juste retour » non aligné sur la localisation de l'expérience technique.
- Choix de fournisseurs sur critères politiques « imposé » par les états (moteurs, contre mesures)
- Pas de mécanisme permettant de trouver des compromis coût/efficacité en cas de difficulté d'atteinte des spécifications ou de respect du calendrier contractuel. Gestion purement contractuelle côté étatique.
- Pas de pouvoir de l'OCCAR pour imposer des compromis aux Nations.
- La renégociation du contrat de 2009/2010 reste basée sur un planning trop optimiste du développement des fonctions militaires.



# Organisation Programme Industrielle

## **Ce qui a bien fonctionné:**

- Organisation type A380 pour le développement de l'avion de base
- Méthodologie Airbus pour le développement de l'avion de base (jalons programme, utilisation généralisée de la simulation)
- Récupération de la technologie A380
- Déploiement d'outils de gestion des données techniques communs
- Récupération expérience industrielle A380

## **Ce qui a moins bien fonctionné:**

- Séparation insuffisante des calendriers A380-A400M (pas de retour d'expérience nouveaux matériaux, surcharge des Bureaux d'étude aéronautiques européens)
- Fonctionnement en mode « pompier »
- Intégration limitée des systèmes militaires

# Fonctions militaires ayant entraîné des retards en raison de difficultés techniques

- Ravitaillement en vol d'hélicoptères (écoulement à l'arrière de l'A400M)
- Parachutage par les portes latérales arrière (écoulement à l'arrière)
- Fonctions tactiques du Flight Management Système (volume de logiciel à développer)
- Vol basse altitude (performances et sécurité)
- Contre-mesures (performances)

# Des succès éclipsés par la médiatisation des difficultés

- Calendrier de développement de l'avion de base maîtrisé grâce à la méthodologie de gestion de projet Airbus mise en place sur A380: cycle premier vol en ligne avec celui des programmes d'avions civils.
- Les performances de mission sont tenues grâce à la puissance des moyens mis en œuvre: simulation numérique, simulation de vol, soufflerie et les marges fixées par Airbus
- Maîtrise des interactions hélices/voilure
- Transfert d'expérience de l'A380 sur les outils de gestion de configuration et d'installation systèmes réussi.
- Récupération réussie des solutions techniques systèmes A380: Avionique Modulaire, Bus de donnée AFDX. Charge de travail équipage à 3 maîtrisée.
- Première voilure en composite carbone pour un avion de cette catégorie

# En conclusion

- Le calendrier et le budget contractuels n'étaient pas cohérents avec les performances visées, surtout pour les fonctions militaires.
- Le développement de l'avion de base s'est déroulé dans un calendrier comparable à celui d'un programme d'avion civil, malgré les performances ambitieuses et les performances de mission sont tenues.
- Le dérapage du calendrier de développement des fonctions militaires a été aggravé par les difficultés de la gestion de la disponibilité des centres d'essai étatiques.
- Après mise au point des dernières fonctions militaires tactiques et correction des problèmes de maturité, l'A400M tiendra ses promesses opérationnelles, mais au prix de surcoûts et de dérapage de planning.
- Les surcoûts auraient pu être limités si une replanification réaliste avait pu être proposée et négociée suffisamment tôt dans le déroulement du programme





**Merci pour votre attention**

# Principales difficultés techniques rencontrées en développement

- Mise au point procédés de fabrication aile en composite
- Comportement en fatigue aluminium 7037 T7452
- Mise au point moteur (réducteur, FADEC) et hélice
- Flight Management System (FMS)
- Système de navigation autonome (TRN)
- Cargo Management System
- Contre mesures
- Ravitaillement en vol Hélicoptères
- Parachutage simultanément par 2 portes latérales arrière

# Principaux problèmes techniques en utilisation

- Tenue en fatigue des pales d'hélice et des boulons de fixation hélice
- Criques chambre de combustion moteur
- Criques des cadres principaux de structure fuselage