



# Aviation et Environnement Pau Wright Aviation - 27 Nov. 2009



## Optimisation des trajectoires d'approche et de décollage

Bertrand LARRIEU – Thales Aerospace





- » Enjeux environnementaux
- » Déroulement actuel d'un vol et Rôle du FMS
- » Axes de R&D pour l'optimisation de trajectoires
  - Approche en descente continue
  - Approche courbe - RNP
  - Coopération FMS / ATM par échange de trajectoires 4D
- » Projets de R&D sur l'optimisation des trajectoires
  - Projets de R&D européens et Aerospace Valley
  - Projets européens SESAR et CLEAN SKY
  - Exemples de projets Aerospace Valley

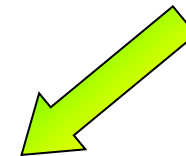
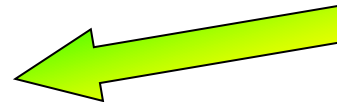
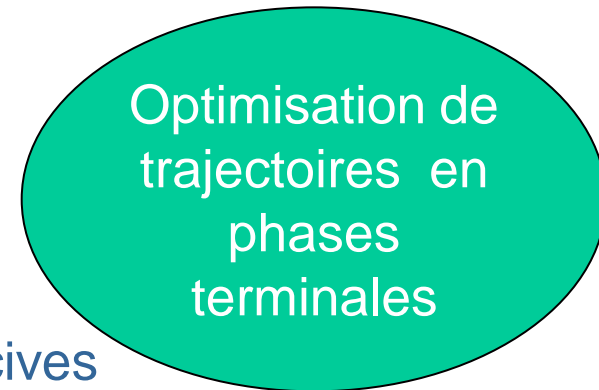
RNP : Required Navigation Performance  
FMS : Flight Management System  
ATM : Air Traffic Management





## » Rendre un avion “plus vert” implique différents aspects:

- Moins d'émission de CO<sub>2</sub>
- Moins d'émission de NO<sub>x</sub> et particules nocives (qualité de l'air)
- Moins de nuisance sonore (autour des aéroports)
- Moins de traînées de condensation (contrails)
- Moins de matériaux / composants polluants





- » Manœuvres « simples » : suivi de tronçons rectilignes avec quelques virages pour le survol de waypoint
- » Descente par paliers successifs pour permettre une gestion plus facile par les contrôleurs aériens
- » Ordres d'attente / de ralentissement donnés par les autorités de contrôle, qui ont seules la vision globale du trafic

Aujourd'hui, les procédures et les contraintes de l'ATC imposent des profils de vol significativement différents des trajectoires optimales



# Rôle du Flight Management System dans l'avion



Aide à la préparation du vol (route, paramètres...)

Affiche position et contexte de vol

Contrôle l'avion le long de la trajectoire 4D (connexion avec PA)

**Optimiser les performances de vol  
&  
Réduire la charge de travail équipage**

Communique avec l'ATC, la Compagnie, les autres systèmes

Optimise le vol (latéral, vertical, temps, fuel)

CopyrightThales - Alexis Frespuech

**Déjà un compromis pour l'optimisation du Temps de vol et de la Consommation**



# Axes de R&D pour l'optimisation des trajectoires avion



- » Approche en descente continue, Approche à forte pente
- » Approche courbe, RNP
- » Coopération FMS / ATM pour une meilleure gestion des heures d'arrivée

Évolutions du Flight Management System

Aller vers un compromis pour l'optimisation du Temps de vol, de la Consommation, et du Bruit et des Émissions (NOx, CO2)



# Approche en descente continue (CDA)



CDA : Continuous descent Approach

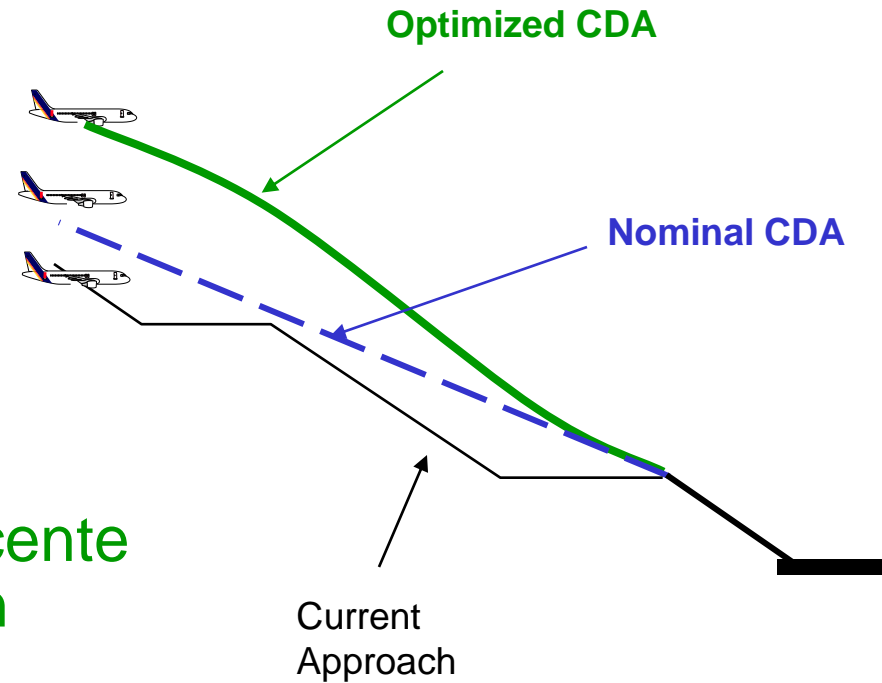
## Descente sans palier

» Nominal CDA: angle de descente constant avec décélération développée tout le long du segment

→ *compatibilité multi avion*

» Optimized CDA: mode de descente Idle constant avec décélération effectuée à taux constant

→ *optimum pour un avion donné*



Référence

Compromis entre les performances optimales « avion seul » et les performances globales pour le système de transport aérien

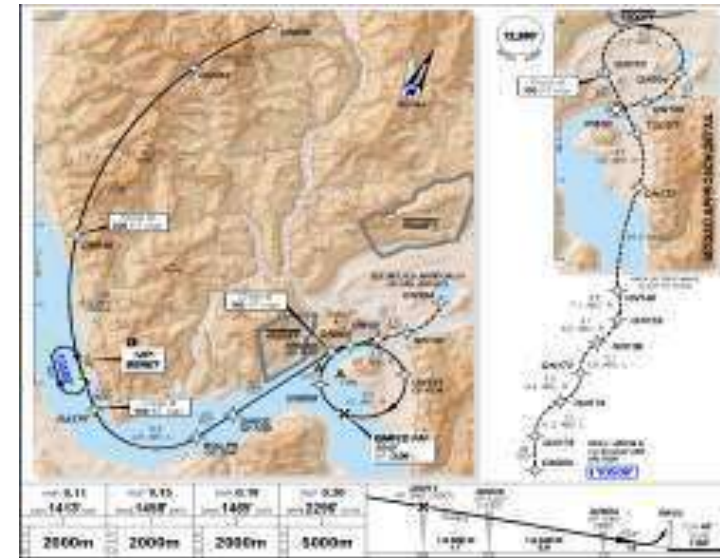


» Capacité à voler des trajectoires d'approche courbe en toute sécurité (Concept RNP AR)

» RNP = Required Navigation Performance

» RNP AR = “Authorization Required”, pour :

- Un type d'avion
- Un équipage formé
- Un type de procédure

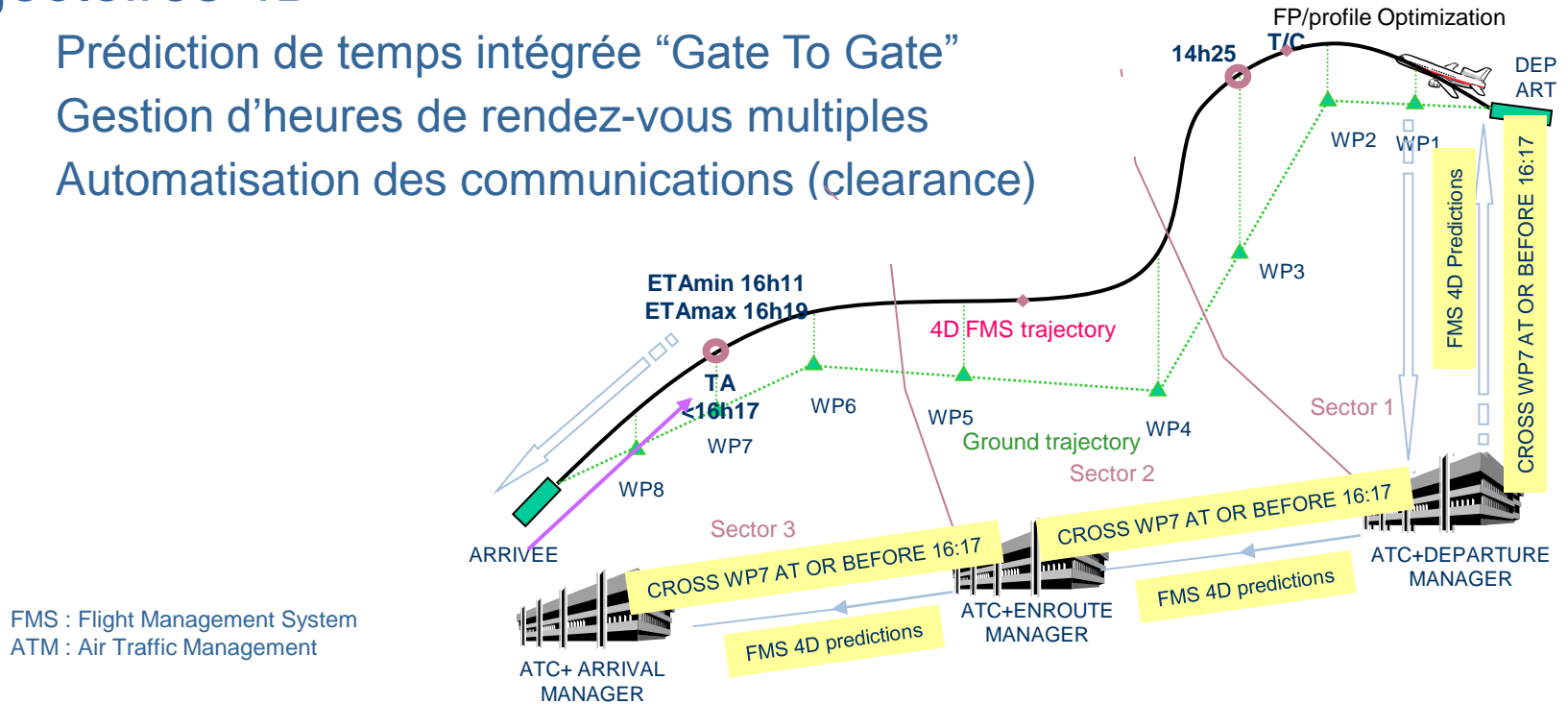


Requiert des précisions de navigation importantes  
(0,3 à 0,1 Nm)



## » Coopération FMS / ATM par échange de trajectoires 4D

- » Prédiction de temps intégrée “Gate To Gate”
- » Gestion d’heures de rendez-vous multiples
- » Automatisation des communications (clearance)



Requiert des échanges de trajectoires 4D entre l’avion et le sol et une gestion précise des heures de rendez-vous

# Projets de R&D européens et Aerospace Valley



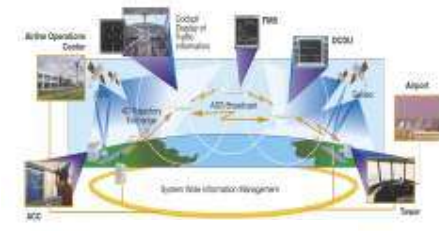
Technologies  
Équipements



Systèmes avion



Infrastructure Air Traffic Management  
complète, à la fois sol et bord



Projets européens

Référence



- » Possible d'atteindre de meilleures performances environnementales en opérant l'avion de façon plus efficace
- » En travaillant simultanément sur les procédures / opérations ATC et les capacités avion
- » Lancement en Europe des projets SESAR et CLEAN SKY dans la même période 2008-09 / 2013-14 :
  - Nouvelles règles et procédures (tous les aéronefs) => SESAR
  - Nouveaux moyens-bord pour futurs aéronefs => CLEAN SKY

Contribution importante à la satisfaction des objectifs ambitieux de réduction de l'impact environnemental fixé par l'ACARE (50% de CO<sub>2</sub>, Bruit perçu divisé par 2)





## Projet CAPITOLE : Up-link de données météo

(coordinateur : Thales Alenia Space)



## Projet FAST : Antenne satellite haut débit à balayage électronique

(coordinateur : Axess Europe)



## Simulation du transport aérien

(coordinateur : Airbus)





- » Voler des trajectoires « plus vertes » nécessite :
  - » Des nouvelles procédures de gestion du trafic aérien et des adaptations des systèmes associés
  - » Des évolutions des systèmes embarqués de conduite du vol pour fournir aux aéronefs la capacité de voler les nouvelles trajectoires
  - » Des échanges accrus entre les avions et les centres de contrôle
  - » Des adaptations dans le partage des responsabilités entre les équipages et les contrôleurs

Un challenge ambitieux...





# Merci de votre attention

[bertrand.larrieu@fr.thalesgroup.com](mailto:bertrand.larrieu@fr.thalesgroup.com)