

# Étude

**sur les pertes de séparation en approche triple**

**à Paris Charles de Gaulle**

**BEA**

Bureau d'Enquêtes et d'Analyses  
pour la sécurité de l'aviation civile

---

Ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie

## ***Les enquêtes de sécurité***

*Le BEA est l'autorité française d'enquêtes de sécurité de l'aviation civile. Ses enquêtes ont pour unique objectif l'amélioration de la sécurité aérienne et ne visent nullement la détermination des fautes ou responsabilités.*

*Les enquêtes du BEA sont indépendantes, distinctes et sans préjudice de toute action judiciaire ou administrative visant à déterminer des fautes ou des responsabilités.*

# Table des matières

<b>LES ENQUÊTES DE SÉCURITÉ</b>	<b>2</b>
<b>GLOSSAIRE</b>	<b>5</b>
<b>CADRE DE L'ETUDE</b>	<b>7</b>
<b>DEFINITIONS</b>	<b>8</b>
<b>1 - CONTEXTE</b>	<b>10</b>
1.1 Généralités	10
1.1.1 Aérodomes	10
1.1.2 Espaces de la région parisienne	11
1.1.3 Centre de contrôle d'approche de CDG	11
1.2 Aspects réglementaires	14
1.3 Procédures et outils à l'usage des contrôleurs	15
1.3.1 Altitudes d'interception	15
1.3.2 Chevrons	15
1.3.3 Filet de sauvegarde (STCA)	17
1.3.4 Visualisation radar	17
1.4 Procédures et outils à l'usage des équipages	18
1.4.1 Procédure d'approche à descente continue	18
1.4.2 Procédure de prévention de dépassement d'axe	19
1.4.3 Système d'anti-abordage TCAS	19
<b>2 - PHENOMENES SUSCEPTIBLES D'AFPECTER LA SEPARATION DES AERONEFS EN APPROCHE PARALLELE</b>	<b>20</b>
2.1 Plan horizontal	20
2.1.1 Non-interception de l'axe	20
2.1.2 Interception après le chevron dédié	21
2.1.3 Dépassement d'axe	21
2.2 Plan vertical	22
2.2.1 Approches lissées effectuées par les équipages	22
2.2.2 Autorisation de descente	23
2.2.3 Interception de l'axe de la piste 27 du Bourget à 4 000 ft	24
2.3 Analyse de la DSNA	26
<b>3 - LES EQUIPEMENTS ET LES PROCEDURES OPERATIONNELLES</b>	<b>27</b>
3.1 Déclenchement du STCA	27
3.2 Déclenchement du TCAS	27

3.3 Evaluation de la charge de travail	27
3.3.1 Armement des positions	27
3.3.2 Taux d'occupation de fréquence	27
3.3.3 Estimation de la charge de travail sur les événements analysés	27
3.4 Les prévisions de vent	28
<b>4- ASPECTS ORGANISATIONNELS</b>	<b>29</b>
4.1 La Direction des Services de la Navigation Aérienne(DSNA)	29
4.1.1 Le retour d'expérience	29
4.1.2 La formation des contrôleurs	33
4.1.3 L'hypovigilance	33
4.2 La surveillance	34
4.2.1 Bases réglementaires	34
4.2.2 Généralités	34
4.2.3 Le suivi des événements sécurité	35
4.2.4 Situation relative aux événements HN et incursions de piste à CDG	36
4.3 Les opérateurs de transport aérien	36
4.3.1 Spécificité des approches triples	36
4.3.2 Approches lissées	36
4.3.3 Retour d'expérience ATC	36
<b>5 - ANALYSE</b>	<b>38</b>
5.1 Caractérisation des risques	38
5.2 Charge de travail du contrôleur aérien et armement des positions	38
5.3 Visualisation radar	39
5.4 Interception à 4 000 ft de l'axe du Bourget	39
5.5 Méconnaissance des spécificités de l'approche	40
5.5.1 Méconnaissance de la procédure de prévention de dépassement de l'axe	40
5.5.2 Réalisation d'approches lissées	40
5.6 Retour d'expérience	41
5.6.1 Initialisation de la démarche de retour d'expérience	41
5.6.2 Décision de traitement et analyse	42
<b>6 - CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS</b>	<b>44</b>
<b>LISTE DES ANNEXES</b>	<b>47</b>



# Glossaire

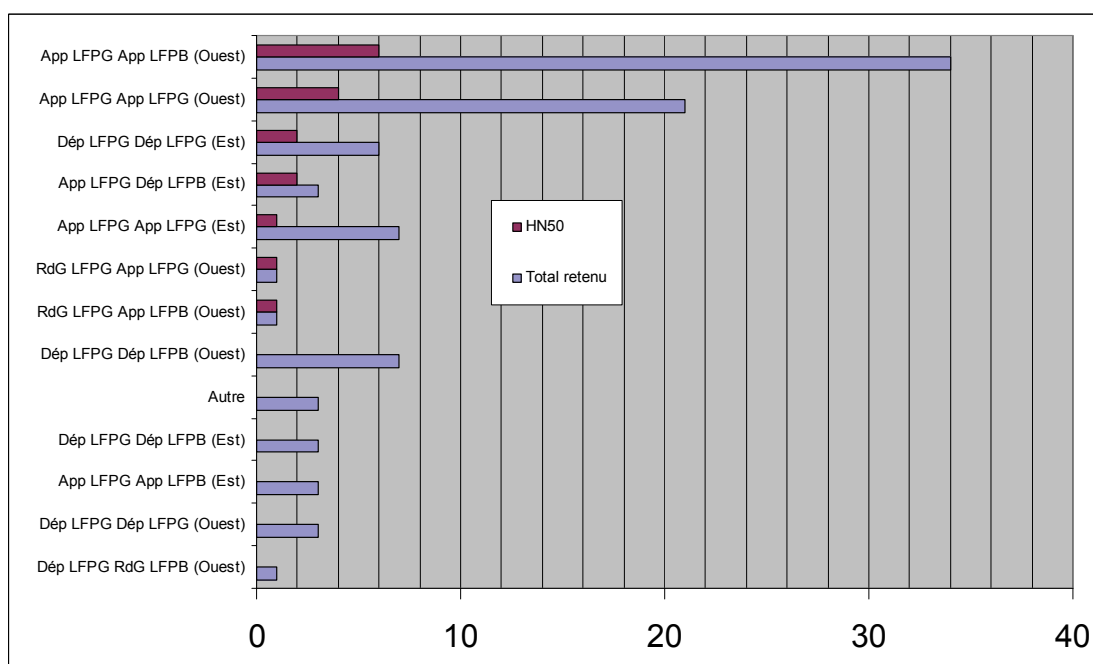
ACAS	Airborne Collision Avoidance System / Système embarqué d'anti-abordage
ADP	Aéroport de Paris
AIP	Aeronautical Information Publication
APW	Area Proximity Warning
AREX	Analyse et Retour d'EXpérience
ARTAS	ATM SuRveillance Tracker And Server
ATC	Air Traffic Control
ATIS	Automatic Terminal Information Service
ATM	Air Traffic Management
ATS	Air Traffic Services
CDA	Continuous Descent Approach
CdB	Commandant de Bord
CDG	Paris Charles de Gaulle
CDM	Collaborative Decision Making
CE	Commission Européenne
CEAC	Conférence Européenne de l'Aviation Civile
CEE	Commission Economique Européenne
CHEA	Conditions d'Homologation et procédures d'Exploitations des Aérodrômes
CFIT	Controlled Flight Into Terrain
CLS/E	Commission Locale de Sécurité Exploitation
CNA	Certification des prestataires de service de la Navigation Aérienne
CRNA	Centre en Route de la Navigation Aérienne
CTR	Control Region / Zone de contrôle
DGAC	Direction Générale de l'Aviation Civile
DNA	Direction de la Navigation Aérienne
DO	Direction des Opérations
DSAC	Direction de la Sécurité de l'Aviation Civile
DSNA	Direction des Services de la Navigation Aérienne
EGA	Espace Géré par les Approches
ELVIRA	Enregistrement Lecture et reVisualisation d'Informations RAdar
FAP	Final Approach Point / Point d'approche finale
FHU	Facteurs Humains en Unité
FL	Flight Level / Niveau de Vol
FNA	FiNal Approach
FNE	Fiche de Notification d'Evénement
ft	Feet / Pieds
GPWS	Ground Proximity Warning System
HN	Hors Normes

IFR	Instruments Flight Rules / Règles de vol aux instruments
ILS	Instrument Landing System
IMC	Instrument Meteorological Conditions / Conditions météorologiques de vol aux instruments
INCA	Incidents nationaux de la Circulation Aérienne
IPO	Ingénieur de Permanence Opérationnelle
ITES	Instance de Traitement des Evénements Sécurité
kt	Knots / Nœuds
LB	Le Bourget
LLZ	Localiser
Manex	MANuel d'Exploitation
MLS	Microwave Landing System
MSAW	Minimum Safe Altitude Warning
NA	Navigation Aérienne
NM	Nautical Miles / Milles Marins
NOZ	Normal Operating Zone / Zone d'évolution normale
NTZ	Non Transgression Zone / Zone de non transgression
OACI	Organisation de l'Aviation Civile Internationale
PANS	Procedures for Air Navigation Services
PF	Pilote en Fonction
PNA	Prestataire de Navigation Aérienne
PSNA	Prestataire de Service de Navigation Aérienne
QS/S	Qualité de Service et Sécurité
RA	Resolution Advisory / Avis de résolution
RAT	Risk Analysis Tool
RCA	Réglementation de la Circulation Aérienne
RIMCAS	Runway Incursion Monitoring and Conflict Alert System
RP	Région Parisienne
RVSM	Reduced Vertical Separation Minima
SMI	Système de Management Intégré
SMN	Systèmes et Matériels de la Navigation aérienne
SMS	Safety Management System
SNA	Services de la Navigation Aérienne
SOIR	Opérations simultanées sur pistes aux instruments parallèles ou quasi parallèles
SSE	Suivi Sécurité Exploitation
STCA	Short Term Conflict Alert / Filet de sauvegarde
SUP	Supplément
TA	Traffic Advisory
TCAS	Traffic Alert and Collision Avoidance System
TMA	Terminal Area / Région de contrôle terminale
VISSEC	Visualisation secours

## CADRE DE L'ETUDE

En 2008, à la suite de la mise en place par la Direction des Services de la Navigation Aérienne (DSNA) d'un dépouillement automatique des systèmes d'alerte STCA, les notifications de pertes de séparation entre aéronefs observées dans les zones d'approche de Paris Charles de Gaulle (CDG) et Paris Le Bourget ont nettement augmenté.

La fréquence de ces notifications, parfois graves, a incité le BEA à réaliser une étude préliminaire sur ce sujet. Celle-ci a montré que les incidents les plus fréquents survenaient en approche face à l'ouest entre le doublet de pistes sud de CDG et la piste en service au Bourget, ainsi qu'entre les deux doublets nord et sud de CDG.



Pertes de séparation en 2009

En conséquence, le BEA a décidé de mener une étude sur le risque de collision en approche triple en configuration « face à l'ouest ». Cette étude a été réalisée avec l'aide de la DSNA. Limitée aux incidents mentionnés ci-dessus, elle a porté sur des pertes de séparation, jugées parmi les plus significatives et survenues entre le 1<sup>er</sup> juillet 2010 et le 15 juillet 2011. Douze de ces occurrences ont été utilisées pour identifier des facteurs contributifs dans ce type d'événement. Une analyse systémique complète cette étude.

Le présent rapport présente les résultats et analyses de cette étude.

## DEFINITIONS

- ❑ **Approche finale à descente continue (CDA)** (*Règlement (CE) n° 859/2008 de la commission du 20 août 2008 modifiant le règlement (CEE) n° 3922/91 du Conseil en ce qui concerne les règles techniques et procédures administratives communes applicables au transport commercial par avion*)

Technique spéciale consistant à effectuer le segment d'approche finale d'une procédure d'approche classique aux instruments en descente continue, sans palier, depuis une altitude/hauteur égale ou supérieure à l'altitude/hauteur du point d'approche finale jusqu'à un point situé à environ 15 m (50 ft) au-dessus du seuil de la piste d'atterrissage ou jusqu'au point où la manœuvre d'arrondi devrait commencer pour le type d'avion utilisé.

- ❑ **Approches parallèles indépendantes** (*Annexe 14 à la convention relative à l'aviation civile internationale*)

Approches simultanées en direction de pistes aux instruments parallèles ou quasi-parallèles, sans minimum réglementaire de séparation radar entre les aéronefs se trouvant à la verticale des prolongements des axes de pistes adjacentes.

- ❑ **Approche triple**

Utilisation de trois pistes parallèles ou quasi-parallèles en approches parallèles indépendantes. C'est le cas de la configuration face à l'ouest pour les approches de CDG et du Bourget.

Voir § 1.2 aspects réglementaires.

- ❑ **HN50/HN70**

La séparation minimale qui doit être assurée par le contrôle aérien, entre deux avions à l'approche à CDG, est de 3 NM ou 1 000 ft. Lorsque ni la norme verticale ni la norme horizontale n'est respectée, on parle de HN. Les HN sont classés en fonction de l'écart par rapport aux minima de séparation. La valeur de la séparation retenue pour la détermination du HN est la valeur de séparation horizontale ou verticale la plus élevée.

La gravité des alertes est déterminée en suivant la définition du risque encouru (majeur, significatif ou faible) selon des indicateurs déterminés par la DSNA et en fonction de caractéristiques de prévision de collision.

- ❑ **Taux d'occupation de fréquence**

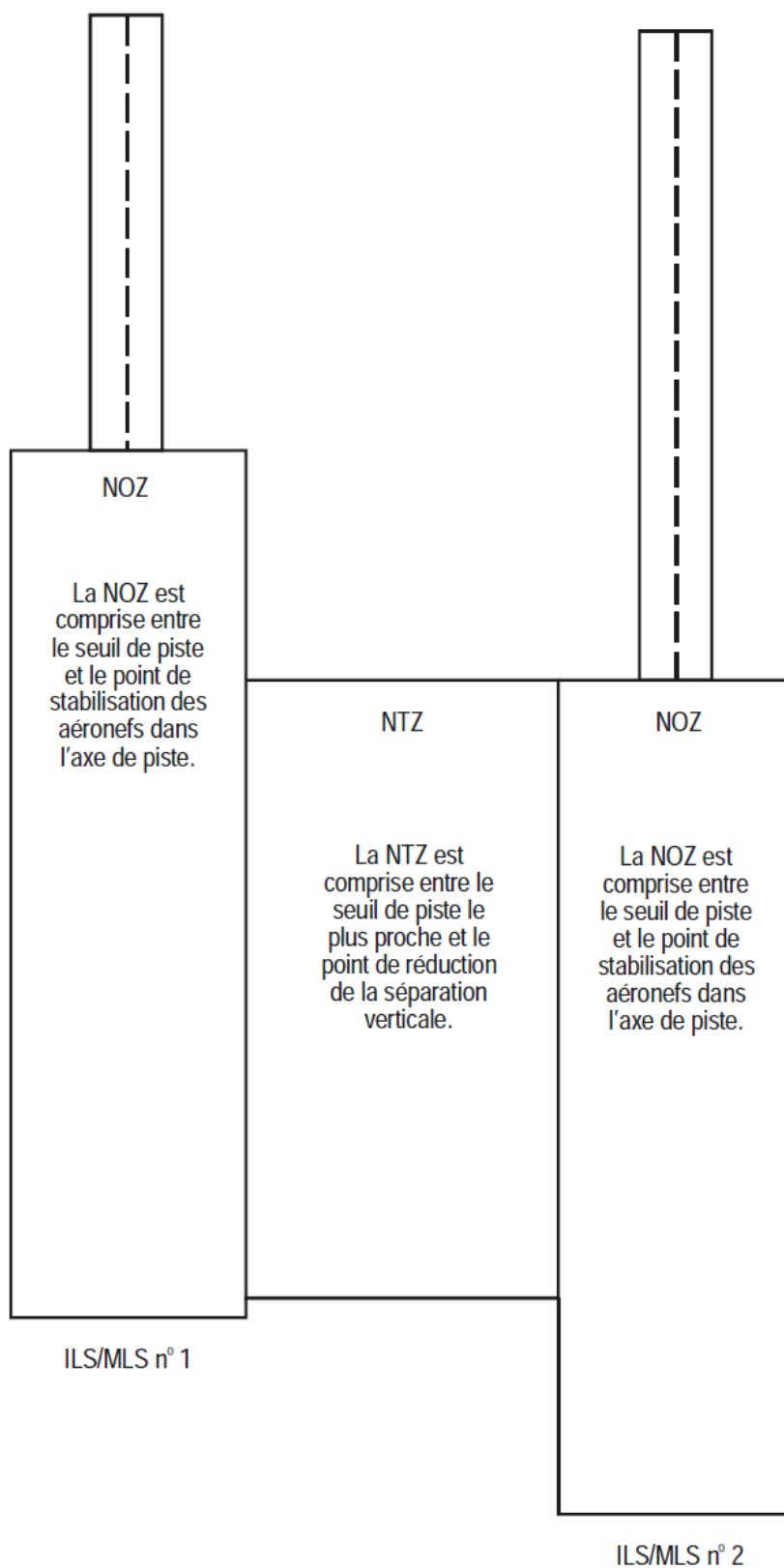
Rapport entre le temps où la fréquence est occupée et le temps total.

- ❑ **Zone d'évolution normale (NOZ)**

Espace aérien de dimensions définies, s'étendant de part et d'autre de l'axe du faisceau de radiophare d'alignement de piste ILS.

- ❑ **Zone de non-transgression (NTZ)**

Couloir d'espace aérien de dimensions définies, d'au moins 610 m de largeur, dont l'axe de symétrie est équidistant des deux prolongements d'axe de piste et dont la pénétration par un aéronef doit obligatoirement susciter l'intervention d'un contrôleur afin de faire manœuvrer tout aéronef éventuellement menacé sur la trajectoire d'approche voisine.



Exemple de zones d'évolution normale (NOZ) et de zone de non-transgression (NTZ)

## 1 - CONTEXTE

### 1.1 Généralités

#### 1.1.1 Aérodrômes

L'aérodrome de CDG est un aérodrome civil, contrôlé et ouvert à la circulation aérienne publique. Il est situé à une altitude de 392 ft et dispose de quatre pistes orientées aux caps 087°/267° :

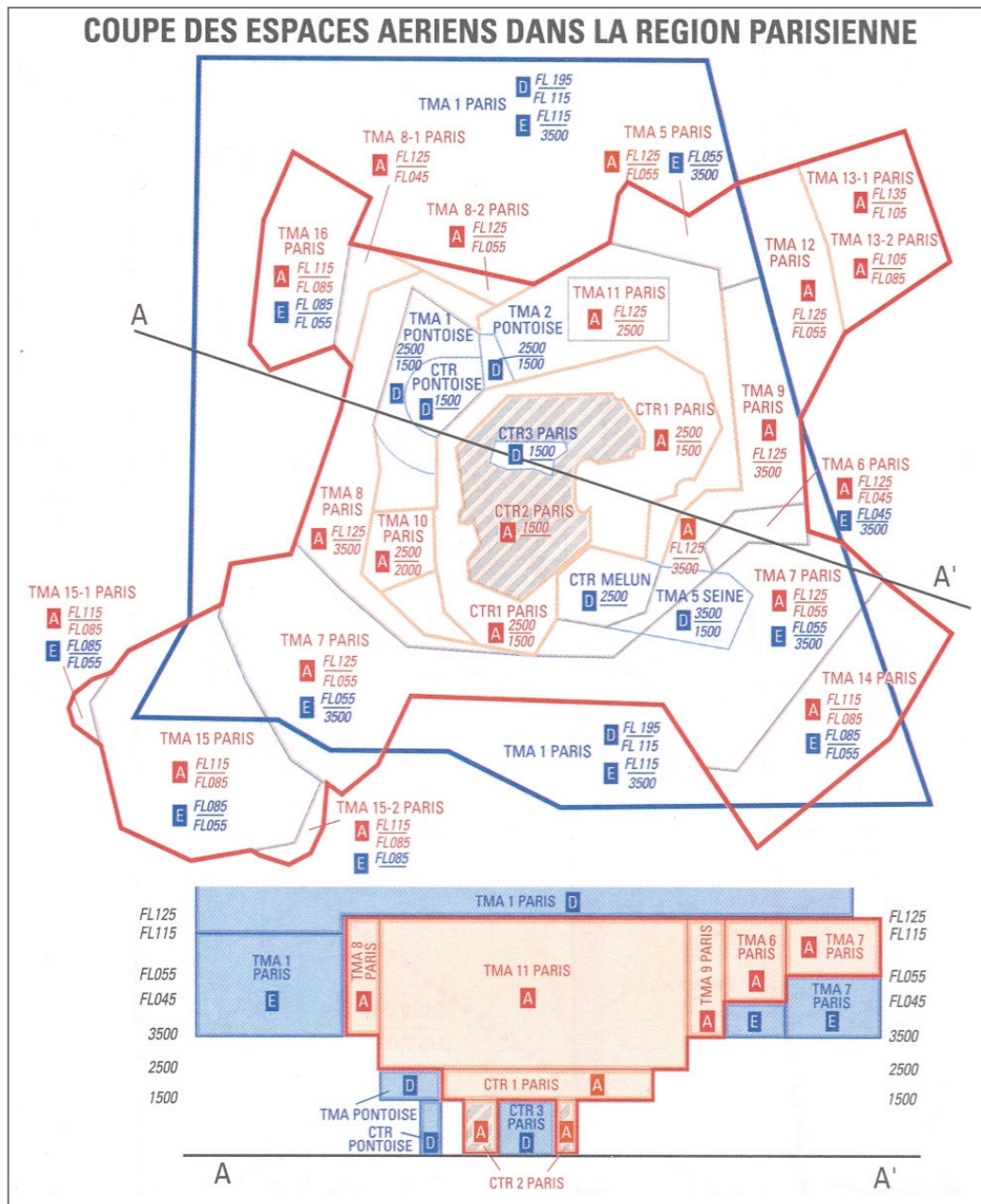
- ☐ les pistes 09L/27R et 09R/27L constituant le doublet nord ;
- ☐ les pistes 08L/26R et 08R/26L constituant le doublet sud.

Les pistes extérieures (26L, 27R, 08R et 09L) sont, de préférence, utilisées pour les atterrissages.

L'aérodrome du Bourget est un aérodrome civil, contrôlé et ouvert à la circulation aérienne publique. Il est situé à une altitude de 220 ft et dispose de trois pistes :

- ☐ la piste 07/25 ;
- ☐ la piste 09/27 (orientation magnétique 086°/266°) ;
- ☐ la piste 03/21.

Les zones de contrôles terminales (CTR) des aéroports de CDG et du Bourget sont situées sous la région de contrôle terminale de Paris (TMA PARIS) dont la carte ci-dessous montre les contours à la date de l'étude.



Afin d'éviter les interférences avec les vols VFR, les avions en approche sont maintenus au-dessus des planchers des espaces de classe A.

A la date du 17 novembre 2011, ces planchers ont été abaissés.

### 1.1.3 Centre de contrôle d'approche de CDG

Le centre de contrôle d'approche de CDG assure le service d'approche aux trafics au départ et à destination de CDG et du Bourget. Les trafics à destination du Bourget sont transférés au contrôleur assurant le contrôle d'aérodrome (LOC) du Bourget pour l'atterrissage.

Les locaux de la navigation aérienne à CDG comportent, entre autres :

- ☐ une salle d'approche ;
- ☐ trois tours de contrôle ;
- ☐ deux vigies trafic au sud et à l'est.

Les contrôleurs des secteurs d'approche initiale (INI) et des secteurs d'approche intermédiaire (ITM) sont positionnés en salle d'approche. Les contrôleurs LOC sont en poste dans les tours de contrôle. Pendant les horaires de nuit, l'ensemble des contrôleurs de CDG est en tour centrale.

#### **1.1.3.1 Les contrôleurs INI**

Les contrôleurs INI pré-régulent le trafic IFR à l'arrivée dans la phase d'approche initiale. Ils occupent cinq positions de contrôle :

- ☐ un INI pour les arrivées au nord ;
- ☐ un INI pour les arrivées au sud ;
- ☐ un séquenceur INI qui cadence les arrivées et répartit le trafic sur les pistes de CDG en fonction de la charge de trafic. Il tient compte de la complexité ou de l'hétérogénéité du trafic, des conditions météorologiques, des procédures particulières ou occasionnelles, des pannes de matériels et de la gestion d'un vol difficile ;
- ☐ deux coordinateurs (COOR INI) qui assistent les deux contrôleurs INI, notamment en assurant la coordination avec les autres secteurs et en renseignant les strips. Ils attirent également l'attention de ces contrôleurs sur l'opportunité de dégroupier les secteurs.

Lorsque l'intensité du trafic diminue, plusieurs secteurs peuvent être gérés par un seul contrôleur. On parle alors de regroupement de secteurs.

#### **1.1.3.2 Les contrôleurs ITM**

Les contrôleurs ITM régulent le trafic en fin de phase d'approche initiale jusqu'au transfert au LOC. A cet effet :

- ☐ ils veillent au respect des conditions d'interception d'approches parallèles indépendantes ;
- ☐ ils surveillent l'évolution des aéronefs dans les NOZ ;
- ☐ ils assurent les séparations qui permettent de respecter les cadences demandées par le chef de tour.

Ils occupent trois positions de contrôle :

- ☐ un ITM N en charge de l'approche pour le doublet nord ;
- ☐ un ITM S en charge de l'approche pour le doublet sud ;
- ☐ un ITM BA en charge de l'approche pour Le Bourget.

Des regroupements de position peuvent être décidés lorsque l'intensité du trafic le permet. La prise en compte d'un maximum de huit aéronefs par ITM est recommandée.

Ci-dessous, un exemple de visualisation radar du contrôleur ITM en configuration « face à l'ouest » avec un trafic important.





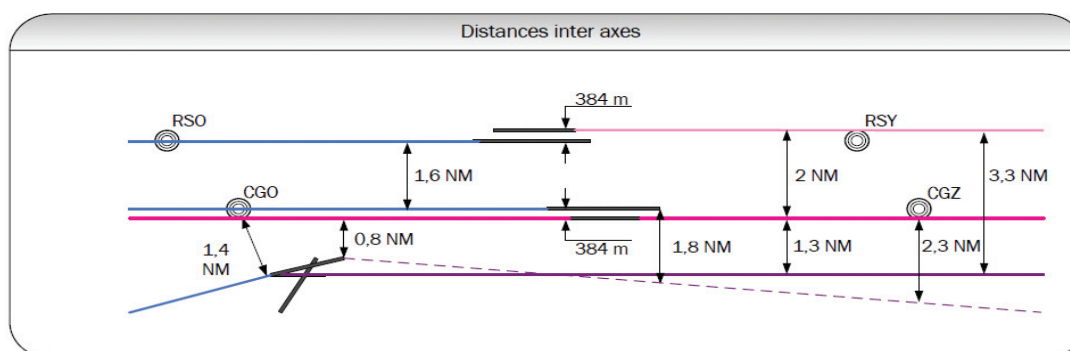
## 1.2 Aspects réglementaires

La réglementation applicable au moment de l'étude était l'arrêté du 6 juillet 1992 relatif aux procédures pour les organismes rendant les services de la circulation aérienne aux aéronefs de la circulation aérienne générale (RCA/3), en association avec l'arrêté du 28 août 2003 relatif aux conditions d'homologation et aux procédures d'exploitation des aérodromes (CHEA).

Le RCA/3 et le CHEA reprennent la définition des approches parallèles indépendantes (*Annexe 14 à la convention relative à l'aviation civile internationale*).

Le CHEA précise les distances minimales entre les axes de piste. Pour les approches parallèles indépendantes, elles dépendent de l'équipement radar : 1 035 m (0,56 NM), 1 310 m (0,71 NM) ou 1 525 m (0,82 NM). Le RCA/3, au paragraphe 5.3.2.4.2, précise que deux pistes parallèles peuvent être choisies comme pistes en service pour une utilisation IMC si la distance entre les axes de piste est supérieure à 1 500 m, soit 0,81 NM. Ces distances sont compatibles avec les distances recommandées dans les documents OACI (cf. annexe 2).

Les distances inter axes à CDG et au Bourget sont les suivantes :



Elles permettent donc les approches parallèles indépendantes entre les pistes des doublets de CDG ainsi qu'entre celles du doublet Sud de CDG et la piste 27 du Bourget en approche face à l'ouest.

Les conditions d'utilisation des pistes parallèles en approches parallèles indépendantes sont précisées au paragraphe 4.4.3.1.1 (cf. annexe 2) du règlement RCA/3 : « *la séparation sera assurée jusqu'à ce que les aéronefs soient établis en approche sur le radioalignement de piste. Une fois alignés, les écarts éventuels par rapport à l'axe seront communiqués aux équipages. Lorsque l'écart engendre un conflit dans la zone de non transgression, le contrôleur donnera l'ordre d'interrompre l'approche à l'équipage de l'aéronef établi sur le radioalignement de piste adjacent* ».

L'interception de l'axe d'approche doit se faire sous un angle maximal de 30° et ménager un vol en palier sur le radioalignement de piste d'au moins 2 NM avant l'interception du plan de descente.

Le manuel d'exploitation Tour et Approche de CDG reprend ces aspects réglementaires (cf. annexe 2).

Dans le Manuel sur les opérations simultanées sur pistes aux instruments parallèles ou quasi parallèles publié par l'OACI (Doc 9643), il est indiqué que « *des contrôleurs radar distincts surveillent les approches sur chaque piste et s'assurent que lorsque la séparation verticale de 300 m (1 000 ft) est réduite :*

- 1) les aéronefs ne pénètrent pas dans la NTZ affichée ;  
2) la séparation longitudinale minimale applicable entre les aéronefs sur le même radioalignement de piste ILS ou la même trajectoire d'approche finale MLS est maintenue. »

Cette disposition n'est pas reprise dans la réglementation française.

### 1.3 Procédures et outils à l'usage des contrôleurs

#### 1.3.1 Altitudes d'interception

Les altitudes d'interception sont décrites dans le manuel d'exploitation de CDG

A la date de l'étude, en approche face à l'ouest, l'interception du plan de descente se faisait à une altitude :

- ☐ de 4 000 ft pour le doublet nord de CDG ;
- ☐ de 3 000 ft pour le doublet sud de CDG ;
- ☐ de 2 000 ft pour la piste 27 du Bourget en cas d'arrivée du nord-ouest ;
- ☐ de 4 000 ft pour la piste 27 du Bourget en cas d'arrivée du sud-ouest ;
- ☐ de 2 000 ft ou 4 000 ft pour la piste 27 du Bourget en cas d'arrivée du nord-est et du sud-est. L'altitude était choisie par le contrôleur en fonction notamment du trafic et des contraintes environnementales.

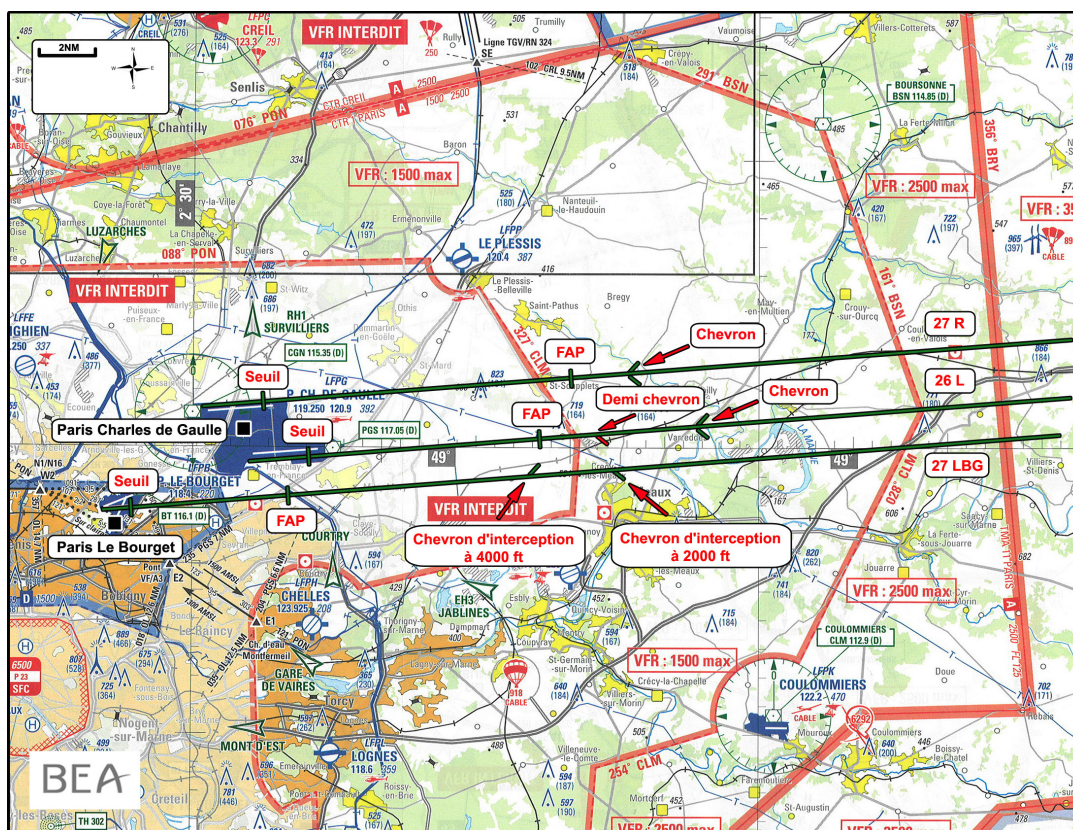
Le 17 novembre 2011, à la suite des travaux du « Grenelle de l'environnement », les altitudes d'interception ont été relevées de 1 000 ft. En approche face à l'ouest, l'interception du plan de descente se fait désormais à une altitude de 5 000 ft pour le doublet nord et à 4 000 ft pour le doublet sud. Pour la piste 27 du Bourget, l'interception de l'axe se fait à une altitude de 3 000 ft ou 5 000 ft.

#### 1.3.2 Chevrons

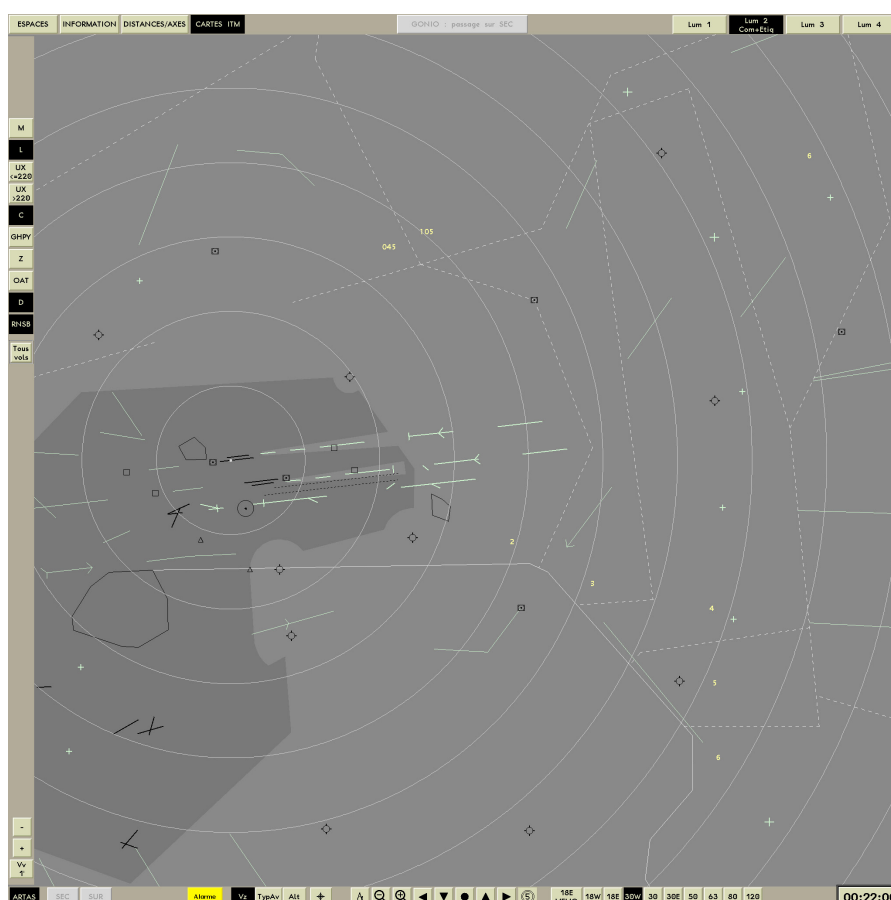
Au niveau national, la DSNA a mis au point un dispositif, nommé « chevrons » ou « demi-chevrons », qui permet aux contrôleurs de visualiser le point avant lequel l'aéronef doit intercepter l'axe de façon à ménager un palier d'au moins 2 NM avant le point de mise en descente (FAP). Ce dispositif a notamment pour objectif de réduire les risques d'approches non stabilisées.

A CDG, les chevrons ont été conçus de façon à respecter les normes de séparation lors d'approches parallèles :

- ☐ le chevron du doublet nord est placé à 2 NM du FAP (interception à 4 000 ft) ;
- ☐ le chevron du doublet sud est placé en amont du chevron du doublet nord afin d'assurer une séparation horizontale de 3 NM par rapport à ce dernier chevron (interception à 3 000 ft) ;
- ☐ le demi chevron du doublet sud est placé à 2 NM du FAP et est utilisé quand il n'y pas de trafic sur les autres pistes ;
- ☐ le chevron d'interception à 2 000 ft pour la piste 27 du Bourget (demi-chevron Est) est placé en amont du FAP du doublet sud afin d'assurer une séparation horizontale de 3 NM par rapport à ce point ;
- ☐ le chevron d'interception à 4 000 ft pour la piste 27 du Bourget (demi-chevron Ouest) est placé au travers du FAP du doublet sud de CDG.



Les chevrons sont affichés sur les écrans radars.



Position des chevrons sur la visualisation radar du contrôleur ITM en configuration face à l'ouest  
(Source : DSNA)



### 1.3.3 Filet de sauvegarde (STCA)

Le système d'alerte STCA, aussi appelée filet de sauvegarde, permet d'aider le contrôleur à prévenir les collisions entre aéronefs. Elle génère un avertissement visuel sur l'écran radar lorsqu'un franchissement potentiel ou effectif des minima de séparation radar est détecté.

La consigne opérationnelle n° 5952/08 de la DSNA, datée de décembre 2008, précise la procédure à appliquer :

*« Dans le cas où une alerte STCA est déclenchée, relativement à des vols contrôlés, le contrôleur analyse sans délai la situation sur la base de l'image du trafic à sa disposition et, si nécessaire, donne immédiatement des instructions afin d'éviter le franchissement des minima de séparation ou de rétablir le plus rapidement possible la séparation due.*

*Lorsque des instructions sont données, les principes suivants sont respectés :*

- ☐ *En cas d'alerte justifiée par une perte de séparation avérée ou imminente, le contrôleur ordonne une (des) manœuvre(s) d'évitement en utilisant la phraséologie d'urgence, et fournit si possible une information de trafic réciproque.*
- ☐ *La ou les manœuvres d'évitement ordonnées doivent être significatives. En particulier, les caps d'évitement donnés sont adaptés à la typologie du croisement et sont suffisamment forts pour assurer le plus rapidement possible un retour au minimum de séparation radar.*
- ☐ *En cas d'alerte sur deux avions non séparés dans le plan horizontal, mais autorisés avec 1 000 pieds d'écart (2 000 pieds hors espace RVSM, ou dans le cas des aéronefs exemptés) dans le plan vertical, le contrôleur confirme la (les) autorisation(s) à l'(aux) avion(s) évolutif(s) afin de prévenir tout franchissement du niveau assigné.*
- ☐ *En cas d'alerte STCA, lorsqu'un pilote signale un avis de résolution ACAS (RA), le contrôleur ne cherche pas à modifier la trajectoire de l'aéronef tant que le pilote n'a pas indiqué « conflit terminé »*

*Toute alerte STCA correspondant à une situation où la sécurité de l'aéronef a été mise en jeu doit être notifiée par une FNE. C'est le cas, en particulier, de tout passage sous les minima de séparation radar (et séparation due). »*

Cette consigne a été reprise localement à CDG par une note de service en date du 31 janvier 2011 :

*« La grande proximité des axes finaux de Roissy et du Bourget entraîne de nombreuses alertes STCA sur ces vols en évolution verticale en cas de non respect des conditions d'interception des approches simultanées (doubles ou triples).*

*Cela n'empêchera pas toujours une situation menant à un HN mais l'action en urgence du contrôleur permettra d'éviter à cette situation HN de se dégrader. »*

Le manuel d'exploitation de CDG reprendra le contenu de cette note dans sa prochaine version.

### 1.3.4 Visualisation radar

À l'altitude de transition (4 000 ft à CDG à la date de l'étude) et en dessous, les équipages reçoivent des autorisations d'altitudes (calage QNH) alors que le contrôleur continue de visualiser des niveaux de vol sur son écran radar (calage 1013 hPa). Lorsque le QNH est très élevé ou très faible, l'écart important entre altitude QNH et niveau de vol peut induire le contrôleur en erreur et l'amener à ne pas donner les autorisations adaptées.

Ce sujet a déjà été soulevée dans le rapport du BEA relatif à l'incident grave survenu le 23 novembre 1997 en approche à Orly (94) au Mac Donnell Douglas MD83 immatriculé F-GRMC exploité par AOM Minerve S.A. Le BEA avait ainsi recommandé que :

- ❑ « la DNA étudie la possibilité de présenter aux contrôleurs des positions verticales exprimées en altitude lorsque l'avion est sous le niveau de transition. »

En réponse, la possibilité d'afficher une altitude plutôt qu'un niveau de vol sur les écrans radar a été créée. Les contrôleurs peuvent sélectionner cette fonction en appuyant sur la touche prévue à cet effet. En pratique, ils privilégient le niveau de vol.

En Amérique du Nord l'altitude de transition a été relevée à 18 000 ft. Au niveau européen, Eurocontrol et l'AESA étudient la mise en place d'une altitude de transition commune pour tous les pays membres de la CEAC. A ce jour, le groupe s'oriente vers un règlement imposant une altitude de transition supérieure ou égale à 10 000 ft.

## 1.4 Procédures et outils à l'usage des équipages

### 1.4.1 Procédure d'approche à descente continue

L'approche à descente continue, ou Continuous Descent Approach (CDA), a été conçue pour réduire la consommation de carburant, les émissions gazeuses et les nuisances sonores. Elle permet aux équipages de conduire le vol à l'arrivée d'un aéroport en évitant les paliers et en réduisant ainsi la sollicitation des moteurs.

En France, la DSNA a créé des procédures d'approche de ce type pour certains aéroports. Compte tenu du trafic et de l'impossibilité de garantir les normes de séparation, ces procédures n'ont cependant pas pu être mises en place, de jour, à CDG. Une expérimentation est en cours pour une application de nuit, de 00 h 30 à 05 h 00 locales (SUP AIP 136/11).

Le point de repère des équipages pour la mise en descente sur le segment d'approche finale est le FAP. Les équipages n'ont pas connaissance de l'existence des chevrons. A la date de l'étude, les cartes AIP de CDG ne mentionnaient pas de contrainte particulière sur le profil de descente.

Lors de la révision du 17 novembre 2011 de la documentation AIP de CDG, un nouveau paragraphe a été introduit dans les consignes générales :

*« Il est nécessaire, pour sécuriser la phase de convergence vers les localisateurs séparés de moins de 3 NM, que les aéronefs en guidage vers les pistes 09L/R (face à l'est) et 26L/R (face à l'ouest) soient contraints en dessous du plan optimal de descente. Il pourra donc être demandé aux équipages de conserver un taux de descente spécifié jusqu'à l'altitude autorisée, en dehors des phases de réduction de vitesse. »*

Lors de la révision du 26 juillet 2012, le taux de descente a été spécifié :

*« Il est nécessaire, pour sécuriser la phase de convergence vers des localisateurs séparés de moins de 3 NM, que les aéronefs en guidage vers les pistes 09 L/R (face à l'est) et 26 L/R (face à l'ouest) soient contraints en dessous du plan optimal de descente. Il est donc demandé aux équipages de conserver un taux de descente d'au moins 1 300 ft/min jusqu'à l'altitude autorisée, en dehors des phases de réduction de vitesse. »*

Aucune information similaire n'apparaît sur la documentation AIP du Bourget.

### 1.4.2 Procédure de prévention de dépassement d'axe

Lors des interceptions d'axe, le contrôleur donne généralement un cap convergent à 70°, puis à 30° et enfin l'autorisation d'interception. Si la consigne de cap à 30° n'est pas donnée (en cas d'oubli ou d'impossibilité momentanée de contact radio), l'AIP prévoit une procédure particulière, spécifique à CDG et élaborée suite à la mise en place de l'approche triple :

**« PREVENTION DE DEPASSEMENT D'AXE EN CAS D'IMPOSSIBILITE  
MOMENTANEE DE CONTACT RADIO**

En guidage radar, lorsqu'ils auront reçu un cap convergent sous un angle inférieur à 70° vers l'axe d'approche finale de la piste attribuée, les pilotes devront intercepter d'eux-mêmes l'ILS ou le moyen d'approche de remplacement, sauf s'ils ont reçu auparavant une demande du contrôle de traverser l'axe. »

Cette procédure ne précise pas les cas où les contacts radio sont momentanément impossibles.

Sur les cartes AIP révisées le 17 novembre 2011, l'encart ci-dessous a été rajouté :

**PERTE DE CONTACT RADIO  
LOSS OF RADIO CONTACT**

En route convergente sous un angle inférieur à 070°,  
intercepter  
l'axe FNA (sauf instruction préalable de traverser l'axe).  
On a course converging at an angle of less than 070°,  
intercept  
FNA axis (unless previously instructed to cross the axis).

Cette consigne est moins restrictive que la précédente. Elle laisse penser que la procédure n'est applicable qu'en cas de panne radio.

Elle figure dans les consignes générales de la documentation Jeppesen mais n'apparaît pas sur les cartes. Par ailleurs, certains exploitants utilisent une autre documentation dans laquelle cette consigne n'est pas signalée.

### 1.4.3 Système d'anti-abordage TCAS

Le TCAS est un système destiné à éviter les collisions en vol entre aéronefs.

Il détecte les aéronefs environnants grâce aux informations de leurs transpondeurs et les signale sur un écran du tableau de bord. En cas de conflit potentiel l'équipage est alerté par l'émission d'un avis de trafic (TA). Ce message indique qu'un autre aéronef se trouve à proximité. Il ne suggère pas de manœuvre d'évitement. En cas de risque réel de collision, le système génère un avis de résolution (RA) ainsi que des consignes précisant l'action à effectuer dans le plan vertical par l'équipage.

Le contrôleur n'a pas connaissance des avis fournis par le TCAS. Il est informé par l'équipage d'une éventuelle manœuvre de résolution. En cas de différence entre les instructions du TCAS et du contrôle, l'équipage doit suivre en priorité celles du TCAS.

## 2 - PHENOMENES SUSCEPTIBLES D'AFPECTER LA SEPARATION DES AERONEFS EN APPROCHE PARALLELE

Les douze pertes de séparation étudiées par le BEA dans le cadre de cette étude, impliquant donc 24 avions, se répartissent comme suit :

- ☐ trois pertes de séparation entre les pistes 27R et 26L de CDG ;
- ☐ une perte de séparation entre la piste 27R de CDG et la piste 27 du Bourget ;
- ☐ huit pertes de séparation entre la piste 26L de CDG et la piste 27 du Bourget.

Les descriptions détaillées des différents événements se trouvent en annexe 1.

Les phénomènes décrits ci-dessous sont susceptibles d'affecter la séparation des aéronefs en approche parallèle, soit dans le plan horizontal soit dans le plan vertical.

### 2.1 Plan horizontal

#### 2.1.1 Non-interception de l'axe

Trois des douze cas étudiés concernaient la non-interception de l'axe par un équipage.

Les facteurs contributifs identifiés ont été :

- ☐ une absence de collationnement de la part des équipages, non relevée par le contrôleur ;
- ☐ une autorisation tardive d'interception ;
- ☐ une méconnaissance de la part des équipages de la procédure de prévention de dépassement de l'axe.

#### ***Occurrences associées***

##### *Evénement n° 2*

L'équipage collationne le cap, la vitesse mais ne collationne pas l'autorisation d'interception. Il indique n'avoir pas entendu l'autorisation d'interception de l'axe. Le contrôleur ne relève pas l'absence de collationnement.

##### *Evénement n° 4*

L'équipage est autorisé à prendre un cap 300° pour intercepter l'ILS 27, vitesse à sa convenance. Le pilote ne collationne pas le message. Le contrôleur ne relève pas l'absence de collationnement et indique qu'il était préoccupé par la gestion d'un autre trafic.

L'équipage indique qu'il n'a pas appliqué la procédure de prévention de dépassement d'axe.

##### *Evénement n° 12*

L'avion est au cap 180° pour une approche pour la piste 27R. L'équipage reçoit l'autorisation d'interception de l'axe tardivement. Il ne collationne pas car il est occupé à résoudre le conflit apparu au TCAS avec l'avion en approche pour la piste 26L.



### 2.1.2 Interception après le chevron dédié

Cinq des douze cas étudiés concernaient l'interception après le chevron dédié, dont deux ont entraîné directement des pertes de séparation.

Le facteur contributif identifié était un raccourcissement de la trajectoire proposé par le contrôleur et accepté par l'équipage.

#### *Occurrences associées*

##### Événement n° 1

L'équipage est en guidage radar pour la piste 26L de CDG, depuis le sud-ouest. Le contrôleur raccourcit la trajectoire en visant une interception sur le demi-chevron. L'avion coupe l'axe 3,3 NM après le chevron, ce qui représente 2,2 NM avant le FAP.

##### Événement n° 3

L'équipage est en guidage radar pour la piste 26L de CDG, depuis le sud-ouest. Alors que l'avion passe le travers du FAP, le contrôleur demande à l'équipage s'il est prêt pour la base et l'autorise à prendre un cap nord puis un cap 300° et enfin à intercepter. L'avion coupe l'axe 4,2 NM après le chevron, ce qui représente 1,2 NM avant le FAP.

### 2.1.3 Dépassement d'axe

Dix des douze cas étudiés concernaient des dépassements d'axe, dont deux ont entraîné des pertes de séparation :

Les facteurs contributifs identifiés étaient :

- ☐ une vitesse élevée en approche ou parfois en amont ;
- ☐ un angle important d'interception de l'axe ;
- ☐ une autorisation tardive d'interception ;
- ☐ une prise en compte inadaptée du vent par le contrôleur.

La synthèse des douze événements étudiés montre :

- ☐ qu'un avion avait une vitesse supérieure à 250 kt et que deux avions avaient une vitesse supérieure à 220 kt. Deux de ces avions ont dépassé l'axe ;
- ☐ que vingt avions ont intercepté l'axe avec un angle supérieur à 30° (dont  $60 < \alpha < 90^\circ$  et  $\alpha > 90^\circ$ ), parmi lesquels sept ont reçu un dernier cap tardivement. Neuf de ces avions ont dépassé l'axe ;
- ☐ que cinq pertes de séparation ont été constatées avec une composante de vent de travers de plus de 15 kt. Quatre des dix équipages concernés ont reçu un cap d'interception tenant compte du vent.

#### *Occurrences associées*

##### Événement n° 1

L'interception se fait avec un angle d'interception supérieur à 90°, à vitesse supérieure à 250 kt, 3 NM après le chevron et à une altitude de 3 000 ft.

##### Événement n° 3

L'interception se fait avec un angle d'interception compris entre 50° et 60°, à une vitesse de 220 kt, 4,2 NM après le chevron et à une altitude de 3 000 ft.

L'équipage indique avoir altéré le cap donné par le contrôleur pour tenir compte du vent (travers 20 kt).

#### *Incident connexe à l'étude survenu en octobre 2011*

Le BEA a décidé d'inclure l'incident suivant compte tenu du risque spécifique de perte de contrôle en vol qu'il matérialisait et qui n'avait pas été identifié dans les douze événements sélectionnés, et ce bien qu'il n'entre pas dans le cadre défini de l'étude (incident survenu en dehors de la période fixée par l'étude, en configuration face à l'est et sans perte de séparation au regard des normes).

L'interception se fait avec un angle d'environ 90°, à une vitesse de 220 kt, alors que l'avion est en descente de 5 000 à 4 000 ft. L'avion dépasse l'axe du localiser. Le CdB, PF, déconnecte le pilote automatique en raison d'un avis de trafic émis concernant un avion en approche pour l'autre piste et poursuit le virage ainsi que la descente. Le vibreur de manche s'active brièvement. Le CdB réagit à ce déclenchement et poursuit la descente. L'aéronef atterrit sans autre incident.

## **2.2 Plan vertical**

### **2.2.1 Approches lissées effectuées par les équipages**

Dans certains événements, les équipages ont atteint le FAP sans effectuer de palier, selon le principe de descente continue (ce type d'approche sera nommée « approches lissées » dans le reste du rapport). Les avions ont donc intercepté l'axe à une altitude supérieure à celle attendue par le contrôleur.

A la date des événements, les cartes AIP ne mentionnaient pas que les arrivées sur CDG et Le Bourget ne permettait pas ce type d'approches, notamment pour les pistes 09L/R et 26L/R. La mention d'un taux de descente minimal jusqu'à l'altitude autorisée n'apparaissait pas, en dehors des phases de réduction de vitesse. Seule l'altitude du FAP était mentionnée.

Par ailleurs, les contrôleurs n'imposaient pas systématiquement de taux de descente minimal ou n'exigeaient pas des équipages qu'ils atteignent un point particulier à une altitude donnée.

Le BEA a constaté que des pertes de séparation se sont produites dans six cas où sept équipages avaient choisi un taux de descente inférieur à 1 000 ft/min. Depuis la modification du 17 novembre 2007 (voir § 1.4.1), un taux minimum de descente de 1 300 ft/min est requis et indiqué dans la documentation AIP.

### ***Occurrences associées***

#### *Événement n° 2*

L'équipage en approche pour la piste 26L de CDG est en descente continue depuis le FL100 jusqu'à 3 000 ft avec une vitesse verticale moyenne d'environ 1 000 ft/min. Ainsi, l'équipage croise l'axe à 4 000 ft en descente, soit 1 000 ft au-dessus de l'altitude prévue.

#### Événement n° 7

L'équipage en approche pour la piste 26L de CDG effectue une approche lissée depuis le FL240 pour atteindre l'altitude de 3 000 ft au FAP. Le taux de descente moyen est de 600 ft/min entre 6 500 ft et 3 000 ft. Ainsi, l'équipage intercepte l'axe au demi-chevron à environ 3 600 ft, soit 600 ft au-dessus de l'altitude prévue.

#### Événement n° 8

L'équipage en approche pour la piste 27 du Bourget est autorisé à descendre à 2 000 ft puis à intercepter. Le taux de descente de l'avion est estimé à environ 840 ft/min. L'avion intercepte l'axe à une altitude d'environ 3 500 ft, soit 1 500 ft au-dessus de l'altitude prévue.

#### Événement n° 10

L'équipage en approche pour la piste 26L de CDG est autorisé à descendre 3 000 ft puis à intercepter l'axe. Le taux de descente enregistré de l'avion est compris entre 600 ft/min et 800 ft/min. L'avion passe le FAP à 3 000 ft. Ainsi, il se trouve à une altitude de 3 600 ft au chevron, soit 600 ft au-dessus de l'altitude prévue.

#### Événement n° 11

Le contrôleur autorise l'équipage de l'avion en approche pour la piste 26L de CDG à descendre à 3 000 ft tardivement alors que l'avion est sur le plan du glide. L'équipage n'augmente pas son taux de descente et l'avion atteint l'altitude de 3 000 ft au FAP. Ainsi, l'avion se retrouve un peu avant le chevron sur l'axe à une altitude de 3 500 ft, soit 500 ft au-dessus de l'altitude prévue.

#### Événement n° 12

L'équipage en approche pour la piste 26L de CDG est autorisé à descendre à 4 000 ft. Une minute plus tard, il est autorisé à descendre à 3 000 ft et à prendre un taux de descente de 1 500 ft/min.

Le taux de descente enregistré de l'avion est de 500 ft/min entre le moment de l'autorisation de descente à 4 000 ft et l'instruction de prendre 1 500 ft/min pour la descente. L'équipage intercepte l'axe à environ 4 900 ft, soit 1 900 ft au-dessus de l'altitude prévue.

### **2.2.2 Autorisation de descente**

La synthèse des événements étudiés montre que dans quatre cas, une autorisation de descente erronée ou une absence d'autorisation de descente a conduit à une perte de séparation.

Lors de deux événements, le contrôleur a oublié d'autoriser l'équipage à descendre à l'altitude adéquate. Dans un autre événement, l'autorisation de descente a été donnée tardivement. Enfin, pour le dernier événement, le contrôleur n'a pu autoriser l'avion à descendre à l'altitude adéquate en raison d'un autre trafic.

Les facteurs contributifs identifiés ont été :

- ☐ une charge de travail importante ;
- ☐ une visualisation sur l'écran radar inadaptée.

### **Occurrences associées**

#### Evénement n° 5

Le contrôleur ne donne pas l'autorisation à l'équipage en approche pour la piste 26L de CDG de descendre à une altitude de 3 000 ft, afin de maintenir la séparation avec un avion au voisinage évoluant déjà à cette altitude. L'équipage passe donc le demi-chevron à une altitude de 3 700 ft, soit 700 ft au-dessus de l'altitude prévue.

#### Evénement n° 6

L'équipage en approche pour la piste 26L de CDG est autorisé à descendre à 4 000 ft. Puis, il est autorisé à intercepter. Le contrôleur, accaparé par le fait que l'avion se rapproche du trafic précédent, oublie de donner l'autorisation de descente à 3 000 ft. L'avion se retrouve donc au demi-chevron à 4 050 ft, soit 1 050 ft au-dessus de l'altitude prévue.

#### Evénement n° 9

Ce jour là, le QNH est de 1030. Ainsi, l'avion en approche pour la piste 27 du Bourget pour une interception à 2 000 ft, évoluant à une altitude QNH de 3 000 ft, est vu sur l'écran radar du contrôleur au FL26. Cet affichage induit le contrôleur en erreur. Ce dernier oublie donc de donner l'autorisation à l'équipage de descendre à 2 000 ft.

#### Evénement n° 11

Le contrôleur autorise l'équipage de l'avion en approche pour la piste 27 du Bourget à descendre à 4 000 ft. Puis, le contrôleur l'autorise à intercepter l'axe de piste et à descendre à 2 000 ft immédiatement. Cette instruction arrive tardivement car l'avion est alors proche de l'axe et ne garantit pas au contrôleur que l'avion sera effectivement en palier à 2 000 ft au moment de l'interception. L'équipage ne collationne pas le caractère urgent de l'autorisation de descente et intercepte l'axe à 3 200 ft, soit 1 200 ft au-dessus de l'altitude prévue, et en descente.

### **2.2.3 Interception de l'axe de la piste 27 du Bourget à 4 000 ft**

Rappel : à la date des événements, l'interception de l'axe pour la piste 27 du Bourget pouvait se faire à une altitude de 2 000 ft ou de 4 000 ft selon le secteur d'arrivée. L'altitude était choisie par le contrôleur :

- ☐ une interception à 2 000 ft lui permettait de faire passer les avions en approche vers Le Bourget en dessous des avions en approche vers CDG et ainsi de diminuer la charge de travail liée à la surveillance des séparations. L'interception de l'axe pouvait avoir lieu n'importe où en amont du demi-chevron à 2 000 ft. En cas d'arrivée du sud-est, le plancher des classes d'espace A situés sous la trajectoire d'approche obligeait cependant le contrôleur à donner plusieurs instructions de descente. Or, selon la DSNA, ce dernier n'est pas toujours en mesure de réaliser ce suivi ;

- ❑ une interception à 4 000 ft permettait de s'affranchir des instructions multiples nécessaires à l'interception de l'axe à 2 000 ft. En revanche, elle pouvait provoquer un conflit avec un avion en approche pour la piste 26L de CDG si ce dernier évoluait à une altitude supérieure à 3 000 ft, en amont du demi-chevron. Le contrôleur devait donc surveiller la trajectoire verticale de cet avion avant de donner l'autorisation d'interception à l'avion en approche pour la piste 27 du Bourget. La charge de travail était ainsi augmentée.

Dans quatre des douze cas étudiés, la perte de séparation a été favorisée par le fait que l'avion à destination du Bourget a intercepté l'axe à une altitude de 4 000 ft.

En effet, l'interception a lieu au demi-chevron « 2 000 ft » ou en amont de ce dernier, c'est-à-dire dans une zone où l'avion sur l'axe de la piste 26L de CDG pouvait être à une altitude supérieure à 3 000 ft. Ceci induisait donc une perte de séparation dans le plan vertical.

Le facteur contributif identifié était :

- ❑ la difficulté d'utiliser l'interception à 2 000 ft pour une arrivée en provenance du sud-est en raison du plancher variable des classes d'espace A.

Cette difficulté a été atténuée depuis le relèvement des altitudes d'interception et l'abaissement des planchers des espaces de classe A de la TMA.

### **Occurrences associées**

#### Événement n° 5

L'équipage en guidage radar pour la piste 27 du Bourget, depuis le sud-est, est autorisé à intercepter l'axe à une altitude de 4 000 ft. L'interception se fait au niveau du demi-chevron à 2 000 ft à l'altitude de 4 000 ft. L'avion entre alors en conflit avec l'aéronef établi sur le localiser de la piste 26L qui, à cet instant, se trouve trop haut sur son axe.

#### Événement n° 6

L'équipage en guidage radar pour la piste 27 du Bourget, depuis le sud-est, est autorisé à descendre à 4 000 ft puis à intercepter l'ILS. L'avion intercepte l'axe avant le demi-chevron à 2 000 ft à une altitude supérieure à 4 000 ft. Il se trouve ainsi sur son axe entre le demi-chevron à 4 000 ft et le demi-chevron à 2 000 ft à une altitude supérieure à 3 000 ft. Il entre alors en conflit avec l'aéronef établi sur le localiser de la piste 26L qui se trouve à cet instant trop haut sur son axe.

#### Événement n° 7

L'équipage en guidage radar pour la piste 27 du Bourget, depuis le sud-est, est autorisé à intercepter l'ILS puis à descendre à 4 000 ft. L'avion se trouve ainsi au demi-chevron à 2 000 ft à une altitude de 4 000 ft. Il entre alors en conflit avec l'aéronef qui intercepte l'axe 26 L à une altitude trop élevée.

### Evénement n° 10

L'équipage en guidage radar pour la piste 27 du Bourget, depuis le sud-est, est autorisé à descendre au FL50 puis à virer au cap 310° et à intercepter l'ILS. L'interception est réalisée au niveau du demi-chevron à 2 000 ft à une altitude de 4 000 ft. L'avion entre alors en conflit avec l'aéronef établi sur le localiser de la piste 26L qui, à cet instant, se trouve trop haut sur son axe.

## **2.3 Analyse de la DSNA**

La DSNA a analysé les douze pertes de séparation prises en compte dans l'étude et établi le bilan des mesures qui en avaient découlé.

Ces causes et facteurs contributifs recensés rejoignent et complètent ceux retenus par le BEA. Ils concernent des aspects liés à l'exploitation aérienne ou à la fourniture des services de la navigation aérienne. Six de ces incidents ont été directement attribués au « non-respect des règles d'interception ». Pour quatre d'entre eux, la DSNA a identifié un contexte environnemental et organisationnel ne favorisant pas le respect de ces règles. Dans les deux autres cas, la DSNA a indiqué que les actions de nature individuelle (suivi des compétences ou de la performance, mesure disciplinaire, etc.) n'étaient pas du ressort de la CLS/E mais faisaient l'objet d'une revue en « suivi sécurité exploitation » (SSE).

## **3 - LES EQUIPEMENTS ET LES PROCEDURES OPERATIONNELLES**

### **3.1 Déclenchement du STCA**

Le STCA s'est déclenché au moins une fois dans chaque cas étudié.

Lors d'un événement, il n'y a eu ni information de trafic ni instruction de manœuvre d'évitement durant les dix secondes d'activation du STCA. Le compte rendu de CLS note que « *cela pourrait s'expliquer par le fait que le contrôleur n'a pas regardé son radar durant cet intervalle (et qu'il ne l'a donc pas vu) car il était occupé à communiquer les éléments nécessaires au dégroupement à l'ITM BA [...].* »

Dans six cas, la réaction du contrôleur a anticipé le déclenchement du filet de sauvegarde.

### **3.2 Déclenchement du TCAS**

Au moins deux événements étudiés ont donné lieu à un avis de trafic ou de résolution. L'étude n'a pas permis d'analyser les données des autres événements. Il se peut donc que d'autres alertes aient été émises.

### **3.3 Evaluation de la charge de travail**

La charge de travail est la part des ressources attentionnelles investies pour percevoir, raisonner, prendre des décisions et agir. Sa quantification est complexe.

#### **3.3.1 Armement des positions**

Le Manex de CDG indique que le COOR INI est chargé d'attirer l'attention des contrôleurs sur l'opportunité d'un dégroupement en fonction de l'importance, de la complexité ou de l'hétérogénéité du trafic, des conditions météorologiques, des procédures particulières ou occasionnelles, des pannes de matériels ou de la gestion d'un vol difficile. Le séquenceur attire l'attention du COOR INI sur toute augmentation de la charge de travail. Le chef de l'approche peut exiger le dégroupement des positions notamment dans les cas de risque de surcharge de trafic ou d'apparition de mauvaises conditions météorologiques.

#### **3.3.2 Taux d'occupation de fréquence**

Au moment de cette étude, le taux d'occupation de la fréquence n'était pas enregistré en temps réel mais calculé a posteriori. Une expérimentation portant sur la présentation du taux réel d'occupation en salle est envisagée à CDG. Ce projet n'est pas encore abouti. Une réflexion au niveau national a également été lancée sur le sujet.

La DSNA estime par ailleurs qu'il n'y a pas de corrélation directe entre le taux d'occupation de fréquence et une surcharge de travail.

#### **3.3.3 Estimation de la charge de travail sur les événements analysés**

Pour chaque événement, la charge de travail a été évaluée en fonction de la position de contrôle, du taux d'occupation de fréquence, du nombre d'avions en fréquence et du ressenti du contrôleur. Un tableau récapitulatif est présenté en annexe 3.

Onze situations de regroupement ont été constatées sur les douze pertes de séparation étudiées, dont sept cas pour lesquels les deux avions impliqués étaient gérés par le même contrôleur.

### 3.4 Les prévisions de vent

Météo France effectue des prévisions de vent en altitude à différents niveaux (3 000 ft, 5 000 ft et 10 000 ft). Ces prévisions sont issues de modèles numériques et présentées sous forme de données horaires ou tri horaires. Une « sortie » de ces données est réalisée spécifiquement pour la verticale de CDG.

Les chefs de tour et d'approche ont accès à ces données depuis leur pupitre. Beaucoup expliquent qu'ils les consultent avant de prendre leur service. Elles leur permettent de ne pas être pris au dépourvu en cas d'apparition de phénomènes météorologiques particuliers.

Ils peuvent ainsi consulter :

- ☐ la prévision des vents pour la période indiquée, en différents points des axes d'approche, ces données étant renouvelées chaque heure ;
- ☐ l'évolution temporelle des vents à la verticale de CDG, par pas de trois heures jusqu'à + 12 heures, ces données étant renouvelées toutes les trois heures.

Ces données ne sont pas présentées aux contrôleurs.



## 4- ASPECTS ORGANISATIONNELS

### 4.1 La Direction des Services de la Navigation Aérienne(DSNA)

La DSNA est un service à compétence nationale de l'Aviation civile (DGAC). Prestataire français des services de la navigation aérienne, il est chargé de fournir aux aéronefs évoluant en circulation aérienne générale les services de communication, de navigation et de surveillance afférents ainsi que les services d'information aéronautique.

La DSNA est composée d'un échelon central, d'une direction des opérations et d'une direction de la technique et de l'innovation. La direction des opérations compte cinq centres de contrôle en-route (CRNA), neuf services régionaux métropolitains en charge du contrôle d'approche et du contrôle d'aérodrome ainsi que trois services régionaux ultramarins. Les SNA-RP (Région Parisienne) assurent le contrôle d'aérodrome et/ou d'approche sur les aérodromes de la région parisienne mentionnés au paragraphe 1.1.2.

#### 4.1.1 Le retour d'expérience

##### 4.1.1.1 Généralités

Les exigences réglementaires auxquelles est soumise la DSNA en matière de sécurité sont issues du règlement d'exécution (UE) n° 1035/2011 de la Commission du 17 octobre 2011 établissant des exigences communes pour la fourniture de services de navigation aérienne et modifiant les règlements (CE) n° 482/2008 et (UE) n° 691/2010. En particulier, il est demandé que la DSNA :

- ❑ *« s'assure que l'évaluation des risques et leur atténuation sont menées au niveau approprié afin que tous les aspects de la fourniture des services de gestion du trafic aérien sont bien pris en compte. [...] »*
- ❑ *veille à examiner sans délai tous les événements liés à la gestion du trafic aérien à caractère technique ou opérationnel jugés susceptibles d'avoir des incidences significatives sur le plan de la sécurité, et à prendre toutes les mesures correctives qui s'imposent (événements liés à la sécurité). »*

Le Système de Management Intégré (SMI) de la DSNA intègre les composantes « sécurité, sûreté, environnement et qualité » liées à ses activités. Il s'inscrit dans le cadre du Règlement (CE) n° 549/2004 du Parlement européen et du Conseil du 10 mars 2004 fixant le cadre pour la réalisation du ciel unique européen « règlement-cadre » modifié par le Règlement (CE) n° 1070/2009 du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 et respecte le Règlement d'exécution (UE) n° 1035/2011 et les exigences de la norme « systèmes de management de la qualité » ISO 9001v2008. Le retour d'expérience s'inscrit dans ce processus global.

##### 4.1.1.1.1 Détection des événements

Les non-conformités détectées par des systèmes automatiques, les contrôleurs ou les pilotes, telles que le non-respect d'une séparation minimum entre deux aéronefs, font l'objet d'un traitement curatif immédiat selon les procédures figurant dans les manuels d'exploitation. Entre autre, toute alarme STCA est enregistrée et fait l'objet d'un dépouillement automatique depuis 2008. Pour chaque enregistrement, une perte de séparation est calculée (HN).

Les contrôleurs ont obligation de remplir un compte rendu (FNE) pour tous les événements ATM. Il leur est rappelé que la notification doit se faire dans les meilleurs délais afin de permettre la sauvegarde des éléments nécessaires à l'analyse et la mise en œuvre le plus rapidement possible des mesures correctives éventuelles.

Le Manuel d'exploitation (Manex) de CDG indique que certains événements nécessitent une notification immédiate au BEA, à la DO et à la DSAC Nord. Un tableau récapitulatif (cf. annexe 4) précise les types d'événements concernés :

- ☐ la notification immédiate au BEA a pour objectif de permettre la préservation des données de bord nécessaires aux enquêtes sur les accidents et incidents graves ;
- ☐ la notification immédiate à la DO a pour objectif d'alerter rapidement les services de la DGAC concernés et, si nécessaire, de coordonner toute action avec des organismes extérieurs.

La DSNA ne dispose pas de moyens de surveillance basés sur des données enregistrées, hormis la détection par les systèmes automatiques mentionnés ci-dessus. Ainsi, il n'y a pas d'enregistrements de la vitesse, des angles d'interception, des taux de descente, etc.

Il n'existe pas de cartographie des STCA permettant de faire une synthèse globale des déclenchements.

#### 4.1.1.1.2 Décision de traitement et analyse

Au sein du SNA/RP, il existe une structure chargée du traitement des événements de sécurité exploitation : la QS/S. Elle détermine si les constats collectés correspondent ou non à des événements de sécurité en s'appuyant sur une grille<sup>(1)</sup> (cf. annexe 5). Elle analyse, au minimum une fois par semaine, les archives des systèmes de détection automatiques afin de détecter les événements de sécurité. Les HN50 à HN70 significatifs sont étudiés et font l'objet d'une demande de fiche de notification (FNE) dans le cas où le contrôleur n'en a pas fourni.

Les comptes rendus des équipages, spontanés ou sollicités, sont parfois transmis à la QS/S, soit à la demande de cette dernière, soit à l'initiative de l'exploitant pour requérir des informations ou favoriser le traitement de l'événement par la DSNA.

La QS/S constitue un dossier pour tout événement de sécurité. Elle effectue une pré-analyse et l'enregistre dans la base de données INCA. Les causes et les facteurs contributifs sont exprimés en texte libre. En cas de niveau de gravité ATS 'a' ou 'b' ou lorsque la probabilité de répétition de l'événement est élevée ou très élevée, un codage est effectué dans INCA selon la taxonomie prévue. La traçabilité de l'utilisation de la grille RAT<sup>(2)</sup> pour les événements examinés en CLS/E est également assurée.

Selon sa gravité (cf. annexe 6), l'événement sera traité en interne (QS/S), en SSE ou en CLS/E, voire en réunion conjointe avec des représentants des exploitants (AREX).

Selon les règles de la DSNA, les événements à examiner en SSE sont :

- ☐ « les événements sensibles ;
- ☐ les événements pour lesquels le classement estimé vérifie : la gravité ATS est pressentie très importante ou importante (a ou b) ou la probabilité de nouvelle occurrence est pressentie au moins élevée (2) ;
- ☐ Les événements jugés utiles pour le suivi de la sécurité. »

<sup>(1)</sup>Cette grille indique notamment que les événements de sécurité concernant un autre prestataire ne font pas l'objet d'une analyse en dehors de la vérification de la non-implication de la DSNA.

<sup>(2)</sup>Le RAT identifie à l'aide d'un système de grilles avec cotation : la gravité ATM globale, la gravité ATS et la probabilité de nouvelle occurrence. Ce nouveau classement a été adopté par la DSNA au 1<sup>er</sup> janvier 2011.

Le SSE se réunit généralement trois fois par mois et au minimum trimestriellement. Il examine ces événements, valide et, si nécessaire, complète les analyses effectuées par la QS/S, décide des actions correctives et/ou préventives à mettre en œuvre et suit la réalisation de ces actions.

Les événements à étudier en CLS/E sont :

- ❑ « *a minima*, les événements dont le classement, estimé en SSE, vérifie que :
  - la gravité ATS est très importante (a) et la probabilité de nouvelle occurrence est au moins significative (1 à 3),
  - la gravité ATS est importante (b) et la probabilité de nouvelle occurrence est au moins élevée,
  - la gravité ATS est modérée (c) mais la probabilité de nouvelle occurrence est très élevée ;
- ❑ les événements sélectionnés par le SSE pour leur intérêt pour le suivi de la sécurité.

*[...] Pour le cas de CDG, avec l'accord de DO/1S, un événement susceptible d'être classé selon les critères a minima ci-dessus, peut ne pas être examiné en CLS/E si un événement mettant en jeu les mêmes problématiques et causes a été analysé par cette instance dans les mois précédents et que des actions correctives / préventives ont été décidées. Un dossier complet d'analyse (type CLS) reste toutefois exigé. »*

La CLS/E procède à l'analyse des événements sélectionnés et propose éventuellement des actions correctives et/ou préventives supplémentaires.

Déjà traités en CLS/E, les événements pouvant refléter un dysfonctionnement très important de la navigation aérienne seront aussi présentés en ITES. Cette instance valide et complète éventuellement les causes, le classement et les actions correctives et/ou préventives de niveau local ou national. Un événement jugé comme particulièrement intéressant compte tenu de sa gravité, de sa probabilité ou de son caractère précurseur peut également être présenté en ITES.

Lorsque le besoin d'un avis d'équipage de conduite est ressenti, les événements sont présentés aux réunions trimestrielles AREX auxquelles participent des pilotes représentant Air France, City Jet, Régional, Airlinair, Lufthansa et easyJet. Le compte rendu est fourni aux opérateurs qui ont la charge de transmettre l'information auprès de leurs pilotes.

Par ailleurs, des pilotes d'Air France et des contrôleurs de CDG se réunissent régulièrement afin de mieux comprendre leurs problèmes respectifs. Des articles sont rédigés et diffusés à l'identique au sein des deux opérateurs.

#### *4.1.1.1.3 Diffusion des enseignements*

La QS/S diffuse le retour d'expérience grâce à divers moyens de communication : retours d'expérience mensuels (REX), bilans sécurité ou comptes rendus d'AREX et de CLS/E. Ces documents sont disponibles sous forme papier et/ou électronique via l'intranet. L'information peut aussi être véhiculée par des briefings aux équipes ou lors de réunions avec les représentants QS/S des équipes.

#### **4.1.1.2 Actions de la DSNA sur les aspects relatifs à l'approche triple**

Le BEA a demandé à la DSNA de lui communiquer toutes les actions de retour d'expérience qu'elle a menées récemment sur les différents aspects relatifs aux approches triples. Il a notamment demandé quelles étaient les difficultés et les limites éventuelles de mise en œuvre de ces actions.

Plusieurs REX QS/S ont traité des pertes de séparation, notamment en décembre 2008, juin 2009, août 2010.

Dans la note de service assurance qualité n° 54/10 datée du 9 juin 2010, il est mentionné que la cause principale des pertes de séparation retenue dans les CLS est le non-respect des règles d'interception d'approche triple simultanée. Les facteurs contributifs identifiés sont :

- ☐ absence de verrou vertical ;
- ☐ gestion inappropriée des vitesses ;
- ☐ contexte particulier : conditions météorologiques, fin de nuit, instruction, regroupement de fréquence...

A la fin de cette note, sont rappelées les consignes de base du Manex.

La DSNA confirme que les comptes rendus de CLS (mensuel) et d'AREX (trimestriel) sont distribués aux chefs d'équipes et consultables sur intranet.

Tous les mois, une présentation des HN significatifs et majeurs est effectuée en réunion des chefs de quart.

Avant chaque tour de service programmé sur douze jours, les contrôleurs reçoivent un briefing d'une des subdivisions, dont la QS/S. L'approche triple a été traitée en octobre 2008, en octobre 2009 et en juin 2010.

La DSNA ne fait pas mention de difficultés de mise en œuvre de ces actions.

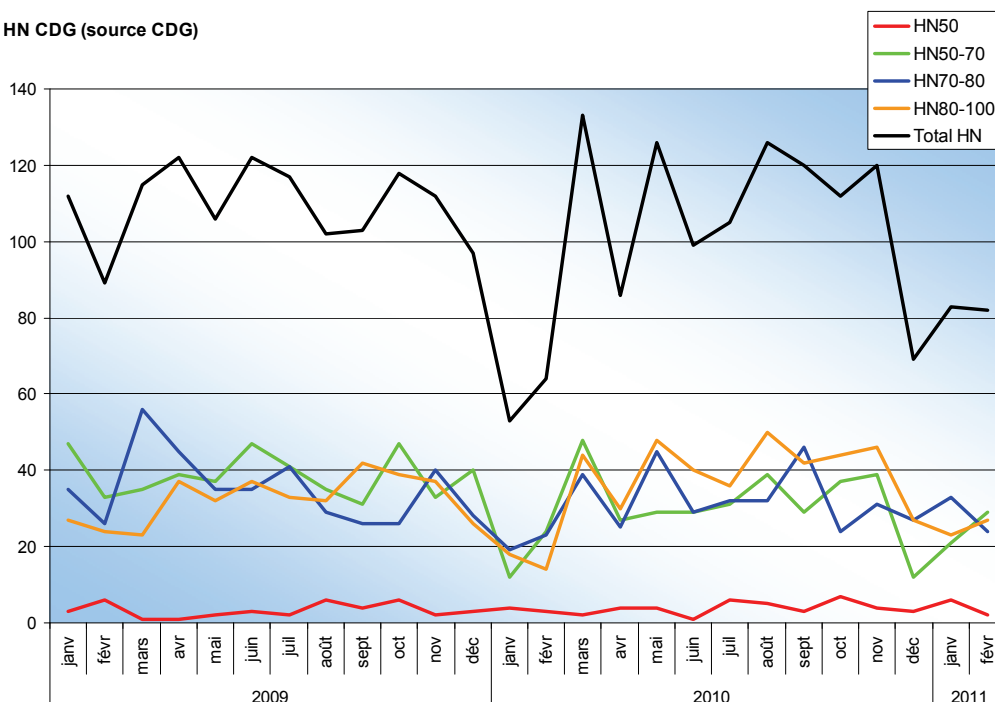
#### **Le plan HN**

Les actions et réflexions décidées par la DSNA sur la base des événements analysés viennent compléter un plan<sup>(3)</sup> de prévention des événements de sécurité de type « non-respect des minima de séparation radar en région parisienne », lancé en mars 2007 (cf. annexe 7).

La mise en place des moyens de détection des pertes de séparation en 2008 a permis à la DSNA d'établir une comparaison entre 2009 et 2010. Il en ressort une diminution de 13 % du nombre total de HN entre ces deux années. La DSNA rapproche cette amélioration des actions entreprises dans le cadre du plan HN.

<sup>(3)</sup>Tout plan d'actions doit être présenté et validé en CTP.

HN CDG (source CDG)



Toutefois, la DSNA et la DSAC ont noté une augmentation du nombre d'interceptions du plan de descente par le haut à CDG et estimé qu'elle pouvait avoir un lien avec les actions mises en œuvre dans le cadre du plan HN.

Après les évolutions liées au « Grenelle de l'environnement » ainsi que les analyses des HN de CDG et des interfaces entre CDG et le CRNA-N, la DSNA évaluera l'opportunité de réaliser une seconde version de ce plan.

#### 4.1.2 La formation des contrôleurs

Un rappel sur la nécessité de gérer les taux de descente est effectué lors de la formation initiale précédant la prise de poste à CDG.

Le plan de formation continue prévoit, pour sa part, un module d'une demi-journée sur les approches triples simultanées.

#### 4.1.3 L'hypovigilance

A la suite de recommandations du BEA, la DSNA a engagé depuis 2008 une opération de sensibilisation sur l'hypovigilance auprès des contrôleurs qualifiés et des élèves contrôleurs. Des médecins de prévention de l'aviation civile ont effectué des conférences sur le thème « comment lutter contre l'apparition d'états de moindre vigilance (hypovigilance) ». En 2010, au terme de trois années de formation, le principe de ces conférences a été pérennisé et étendu aux agents affectés sur des postes de sécurité.

Cette démarche a été complétée par une formation aux facteurs humains sur le thème « Trois métiers du contrôle, une même vigilance » dans le cadre du maintien de compétence des contrôleurs pour la période 2012-2014.

## 4.2 La surveillance

### 4.2.1 Bases réglementaires

Le Règlement (CE) n° 550/2004 du Parlement européen et du Conseil du 10 mars 2004 relatif à la fourniture de services de navigation aérienne dans le ciel unique européen impose la certification des services de navigation aérienne dans la Communauté par les États membres.

Afin de garantir la bonne application des exigences communes, il convient d'établir un système de supervision et d'inspections régulières de la conformité entre ces exigences et les conditions précisées dans le certificat. L'autorité nationale de supervision doit examiner l'aptitude d'un prestataire de services de navigation aérienne avant de lui délivrer un certificat. Elle doit évaluer annuellement la conformité continue des prestataires qu'elle a certifiés. Par conséquent, elle doit établir annuellement et mettre à jour un programme d'inspection indicatif sur la base d'une évaluation des risques. Ce programme doit permettre d'inspecter toutes les composantes utiles du prestataire dans un délai raisonnable. En évaluant la conformité des prestataires de services de navigation aérienne et des prestataires de services météorologiques, l'autorité de surveillance nationale doit être autorisée à vérifier les exigences découlant des obligations internationales de l'État membre concerné.

Le Règlement (CE) n° 2096/2005 de la Commission du 20 décembre 2005 établit les exigences communes pour la fourniture de services de navigation aérienne.

Le Règlement (CE) n° 1315/2007 de la Commission du 8 novembre 2007 relatif à la supervision de la sécurité dans la gestion du trafic aérien et modifiant le règlement (CE) n° 2096/2005 s'applique aux activités des autorités de surveillance nationales et des organismes agréés agissant en leur nom, en ce qui concerne la supervision de la sécurité des services de navigation aérienne, de la gestion de flux de trafic aérien et de la gestion de l'espace aérien.

### 4.2.2 Généralités

La surveillance continue est l'ensemble des actions conduites par l'autorité de surveillance (DSAC/EC/ANA) pour s'assurer que le prestataire des services de la navigation aérienne (DSNA) reste conforme aux bases réglementaires décrites ci-dessus et met en œuvre les mesures nécessaires pour corriger les écarts constatés.

La DSAC/EC/ANA est constitué de trois pôles :

- ☐ CNA : certification des prestataires de service de la navigation aérienne ;
- ☐ SMN : systèmes et matériels de la navigation aérienne ;
- ☐ PNA : aptitudes des personnels de la navigation aérienne.

46 auditeurs participent à la surveillance de la DSNA, soit à la DSAC/EC/ANA, soit en région.

Un plan de surveillance est formalisé pour la durée du certificat (trois ans) et comprend a minima :

- ☐ un bilan de la surveillance de la période précédente ;
- ☐ le programme d'audit ;
- ☐ les points de rencontre formels prévus avec le prestataire.

Les résultats de la surveillance de la sécurité sont utilisés pour déterminer les domaines dans lesquels une vérification du respect des exigences réglementaires s'impose en priorité. Les points de rencontre servent à faire un bilan de la conformité aux exigences applicables, du développement du système de gestion de la sécurité et de la sécurité des services du prestataire.

Dans le cadre de la surveillance continue, la DSAC met en œuvre les modes de surveillance suivants :

- ☐ la vérification documentaire ;
- ☐ les audits ;
- ☐ le suivi des événements sécurité ;
- ☐ le suivi des études de sécurité, notamment les changements de procédures ;
- ☐ le suivi de la performance sécurité, conformément aux objectifs européens notamment ;
- ☐ le suivi des actions correctives suite aux écarts notifiés.

Ainsi, la DSAC surveille l'organisation des méthodes afin de responsabiliser le prestataire.

#### **4.2.3 Le suivi des événements sécurité**

Le suivi des événements sécurité s'effectue au travers des événements ATM notifiés par la DSNA. Ces événements comprennent :

- ☐ les pertes de séparation entre 0 et 70 % ;
- ☐ les RA-TCAS (sauf ceux consécutifs à une stabilisation à 1 000 ft ou à une anomalie technique bord) ;
- ☐ les incursions sur piste avec un mobile piloté (avion ou véhicule au sol) ;
- ☐ les quasi-CFIT ;
- ☐ les AIRPROX impliquant au moins un aéronef en vol IFR ;
- ☐ les événements avec incapacité totale (dysfonctionnement technique classé « aa ») ou incapacité majeure (dysfonctionnement technique « a ») de fournir le service.

Le suivi des événements de sécurité est continu. Chaque trimestre, la DSAC sélectionne et étudie un échantillon d'événements sensibles signalés par la DSNA. Elle vérifie ainsi, que la DSNA assure de manière satisfaisante sa fonction de compte rendu, d'analyse et de prise en compte des événements de sécurité par le biais de son SMS.

La DSAC estime que le système de notification des événements par la DSNA est mature et que la surveillance de la notification n'est donc pas une priorité du système de surveillance. Globalement, l'ensemble des événements notifiés fait l'objet d'une analyse par la DSNA et des actions correctives sont identifiées et suivies. La classification de la gravité des événements notifiés a donné lieu à un nombre significatifs d'écarts. Aussi, la procédure de classement a été modifiée et la DSNA a mis en place une vérification de la saisie de la gravité par le suivi d'un indicateur. La DSAC prévoit d'approfondir la surveillance de la pertinence du classement de la gravité.

Le caractère significatif et récurrent des événements peut mener la DSAC à décider de suivre les mesures d'amélioration de la sécurité, en mettant en place un plan de suivi. C'est notamment le cas des événements HN et incursions de piste à CDG.



#### **4.2.4 Situation relative aux événements HN et incursions de piste à CDG**

La DSAC a informé la DSNA qu'elle mettait en place un plan de suivi concernant notamment le traitement des HN et des incursions de piste.

Au cours de ces réunions, le suivi des indicateurs, l'analyse des causes et la mise en œuvre des actions identifiées ont été examinés.

#### **4.3 Les opérateurs de transport aérien**

Des équipages contactés après les incidents ont indiqué ne pas avoir de souvenir d'un incident ou d'un échange particulier avec le contrôleur. Dans le cadre de l'étude, seuls trois ASR spontanés ont été émis.

Le BEA a questionné différents opérateurs de transport aérien, utilisateurs réguliers des aéroports de CDG et du Bourget, sur les particularités des approches triples et sur les problématiques des approches lissées. Bien qu'effectué sur un panel non représentatif, ce sondage a permis de faire ressortir les enseignements évoqués ci-après.

##### **4.3.1 Spécificité des approches triples**

Les opérateurs questionnés ont indiqué qu'il n'y a pas de qualification de site requise pour les aéroports de CDG et du Bourget et qu'il n'existe pas de documentation officielle pour sensibiliser les équipages aux pertes de séparation en approche triple.

L'un des opérateurs fait apparaître, dans ses fiches terrain, une consigne de maintien précis de l'altitude assignée jusqu'à l'interception du glide. Il précise que la ségrégation des trafics sur les différentes approches finales est assurée grâce à l'étagement des altitudes d'interception. Cependant, il indique que ses pilotes opérant régulièrement sur CDG ne lisent pas systématiquement ces consignes et peuvent perdre de vue cette particularité.

Un autre opérateur indique qu'un briefing est effectué avec les pilotes non habitués à l'utilisation de ces approches afin de mentionner l'importance spécifique du maintien de trajectoire assignée tant en horizontal qu'en vertical.

##### **4.3.2 Approches lissées**

Certains opérateurs desservant Le Bourget n'ont pas encore mis en place de procédures d'approche à descente continue. Ce sont des opérateurs qui utilisent peut-être moins les aéroports pour lesquels ces procédures sont en vigueur.

D'autres indiquent que les équipages sont sensibilisés aux approches lissées car celles-ci font désormais partie de la culture de conduite du vol. Certains opérateurs regrettent qu'elles ne soient pas systématiquement autorisées. Aucun inconvénient majeur à cette pratique n'a été identifié. Un seul opérateur mentionne le fait qu'il est « presque impossible de réaliser ce type d'approche à CDG ».

##### **4.3.3 Retour d'expérience ATC**

Toute problématique liée à l'ATC est un sujet susceptible d'alimenter le processus de SGS des opérateurs de transport aérien.



Les représentants d’Air France, City Jet, Régional, Airlinair, Lufthansa et easyJet participent donc à ce titre aux réunions AREX. Ils peuvent notamment exposer les actions mises en place au sein de leur compagnie sur les sujets présentés par la QS/S. Ils ont ensuite la charge de transmettre les informations et recommandations émises lors de ces réunions aux pilotes de leur compagnie.

Certains participants notent l’absence de recommandation ou d’information plus générale destinée à l’ensemble des utilisateurs de CDG et du Bourget.

La problématique des approches lissées a été abordée lors de la réunion AREX du 21 septembre 2010. L’un des participants indique qu’aucune communication interne n’a été effectuée dans sa compagnie à l’issue de cette réunion.

## 5 - ANALYSE

### 5.1 Caractérisation des risques

Le risque naturellement associé à la perte de séparation est la collision en vol. Plusieurs facteurs y contribuent et sont communs à d'autres risques tels que la perte de contrôle en vol (cas particulier de l'incident d'octobre 2011) ou l'approche non stabilisée. Leurs conséquences peuvent être une sortie longitudinale de piste, un atterrissage en dehors de la piste ou un atterrissage dur, voire une collision avec le sol.

La plupart des pertes de séparation observées sont le fait d'un seul des phénomènes identifiés dans cette étude. Certaines sont l'effet conjugué de deux de ces phénomènes, l'un affectant la trajectoire dans le plan horizontal, l'autre dans le plan vertical (cf. événement n° 12).

Les facteurs contributifs identifiés dans cette étude sont en principe couverts par des défenses destinées à prévenir les pertes de séparation, telles que :

- ☐ les procédures opérationnelles ;
- ☐ la fourniture aux contrôleurs de l'information sur le vent estimé à différentes altitudes de l'approche ;
- ☐ la possibilité pour le contrôleur de visualiser au choix les altitudes ou les niveaux de vol sur son écran de contrôle.

Un dysfonctionnement de ces défenses a été identifié à partir d'un faible nombre d'événements. Sauf en cas de perte de séparation, il n'existe pas de système d'analyse systématique permettant d'évaluer ces dysfonctionnements. Il est donc difficile de se prononcer sur la fiabilité de ces défenses.

L'ajustement de ces défenses, tel qu'évoqué dans la suite de ce chapitre, doit permettre de les ajuster, notamment en améliorant la formation ou la sensibilisation des personnels. D'autres défenses peuvent être imaginées, comme celles mises en place récemment ou d'autres encore à l'étude et qui concernent :

- ☐ l'ajout de la mention d'une vitesse verticale minimum sur la carte d'approche ;
- ☐ la mise en place d'un outil d'anticipation de la charge instantanée.

Le STCA et le TCAS permettent de corriger des pertes de séparation et constituent des protections ultimes. Au-delà de leur fiabilité, leur efficacité repose sur une réaction adéquate des contrôleurs ou des équipages. Or, des enquêtes récentes ont mis en évidence la fragilité potentielle de ces protections dans certaines circonstances. Dans l'un des cas, le STCA n'a donné lieu à aucune instruction de la part du contrôleur. L'absence de données exhaustives n'a pas permis d'évaluer l'efficacité du TCAS dans le contexte de l'approche triple.

### 5.2 Charge de travail du contrôleur aérien et armement des positions

Les conditions de trafic (densité, complexité, mixité) augmentent le risque de perte de séparation, d'une part en raison du nombre d'aéronefs en évolution et d'autre part en raison de l'augmentation de la charge de travail des contrôleurs.

L'étude montre que le regroupement semble être un facteur contributif, notamment lorsque le contrôleur doit gérer plusieurs avions sur chaque approche. En outre, lorsqu'une relève s'effectue alors que la situation est chargée, le contrôleur quittant

la position voit sa charge de travail augmenter car il doit expliquer la situation à celui qui le remplace. Une prévision de l'augmentation du trafic ou de sa complexité permettrait d'anticiper les dégroupements.

### 5.3 Visualisation radar

La fonction d'affichage de l'altitude QNH sous l'altitude de transition n'est pas efficace car les contrôleurs ne l'utilisent pratiquement pas. Cette caractéristique a été identifiée dans l'un des incidents étudiés.

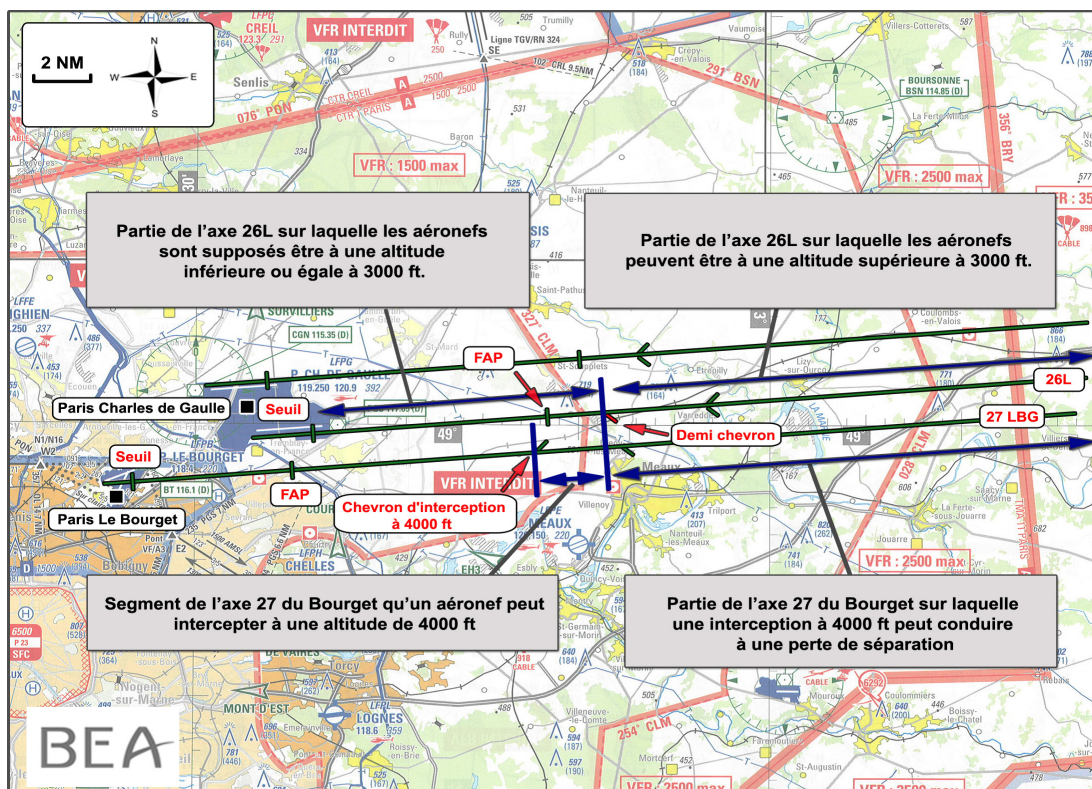
Un relèvement de l'altitude de transition, associé à un affichage sous cette valeur de l'altitude QNH des aéronefs sur les écrans radar, permettrait d'éviter les erreurs liées à l'utilisation de deux référentiels d'altitude différents. Cette mesure, déjà adoptée en Amérique du nord, est à l'étude par Eurocontrol et l'AESA.

### 5.4 Interception à 4 000 ft de l'axe du Bourget

L'interception de l'axe à 2 000 ft n'est pas toujours réalisable en arrivée sud-est en raison des planchers des espaces de classe A. Ainsi les contrôleurs optent pour une interception à 4 000 ft.

Lorsqu'un avion à destination de la piste 27 du Bourget se prépare à intercepter le plan de descente à 4 000 ft alors qu'un autre avion est en approche pour la piste 26L de CDG à 3 000 ft, le contrôleur doit faire intercepter l'avion du Bourget entre le demi-chevron à 4 000 ft et le travers du demi-chevron 26L s'il veut assurer une bonne séparation verticale. Or il n'y a aucune indication dans le MANEX d'une limite « Est » sur l'axe pour l'interception à 4 000 ft pour la piste du Bourget.

Une telle interception est dans la pratique difficilement réalisable en raison de l'exigüité de cette fenêtre d'interception et du fait qu'il s'agit souvent d'un changement tardif de stratégie.



A l'issue du relèvement des altitudes et de l'abaissement des planchers des espaces de classe A, la problématique a évolué mais peut cependant subsister dans le cas d'une interception à 5 000 ft de l'axe de piste 27 du Bourget.

## 5.5 Méconnaissance des spécificités de l'approche

L'étude a montré :

- ☐ dans deux cas sur douze, une méconnaissance de la part des équipages de la procédure de prévention de dépassement de l'axe ;
- ☐ dans sept cas sur douze, la réalisation d'approches lissées.

### 5.5.1 Méconnaissance de la procédure de prévention de dépassement de l'axe

A la date des événements étudiés, la procédure de prévention de dépassement de l'axe était mentionnée dans les consignes de la documentation AIP, rarement consultées par les équipages. Elle n'apparaissait pas directement sur la carte d'approche.

L'ajout sur les cartes AIP de la mention « *En route convergente sous un angle inférieur à 070°, intercepter l'axe FNA (sauf instruction préalable de traverser l'axe)* » permet, depuis le 17 novembre 2011 d'attirer l'attention des équipages sur l'existence de la procédure de prévention de dépassement de l'axe. Cependant, cet encart porte le titre « perte de contact radio », ce qui n'implique pas formellement son application en cas d'impossibilité de contact radio parce que la fréquence est surchargée.

De plus, les documentations utilisées par les équipages ne reprennent pas toutes cette indication.

### 5.5.2 Réalisation d'approches lissées

L'étude a mis en évidence que des équipages, de plus en plus habitués à réaliser des approches à descente continue, adaptent leur taux de descente pour atteindre le FAP sans effectuer de palier.

On constate ainsi une absence de projet d'action commun entre les équipages et les contrôleurs :

- ☐ l'objectif de l'équipage est d'optimiser la descente et donc d'intercepter le plan du glide avec un plan de descente inférieur à celui-ci ;
- ☐ l'objectif du contrôleur est d'amener l'avion à l'altitude du plan de descente au plus tard au chevron.

Or, le contrôleur se base sur la prédiction des trajectoires des aéronefs pour anticiper et résoudre les conflits suffisamment tôt. Il peut ainsi réduire les interventions nécessaires pour maintenir des séparations.

Par ailleurs, des pertes de séparation se sont produites parce que des équipages ont effectué des approches lissées sans qu'un taux de descente ne leur soit spécifié par le contrôleur. Cette situation est liée au fait que les contrôleurs ne disposent pas systématiquement du temps nécessaire pour indiquer une vitesse verticale et surveiller sa mise en œuvre.

L'utilisation par les équipages des approches lissées montre une méconnaissance des particularités de l'approche triple et des contraintes de séparation verticale qui en découlent. La révision de la documentation AIP de CDG du 26 juillet 2012 a introduit, dans les consignes générales, un paragraphe sensibilisant les équipages sur ces particularités et sur la nécessité de conserver un taux de descente d'au moins 1 300 ft/min, jusqu'à l'altitude autorisée dans les phases de convergence vers l'axe d'approche. Cette mention, qui par ailleurs n'apparaît pas sur la documentation AIP du Bourget, n'est pas suffisante car elle ne précise pas explicitement l'impossibilité de réaliser des approches à descente continue.

## 5.6 Retour d'expérience

Ce paragraphe vise à analyser les processus de retour d'expérience mis en place en trois phases par différentes organisations (exploitants et DSNA) : l'initialisation de la démarche, l'analyse des événements et la gestion des risques qui en résulte.

### 5.6.1 Initialisation de la démarche de retour d'expérience

Les pertes de séparation en approche triple à CDG sont détectées de manière variable selon les différentes organisations concernées.

#### Les exploitants

Les exploitants ont peu de moyens de connaître les pertes de séparation.

En effet, les avis de résolution TCAS n'apparaissent pas systématiquement dans les cas étudiés<sup>(4)</sup>. Les algorithmes traditionnellement utilisés pour l'analyse de vol sont peu adaptés à la détection des facteurs contribuant aux pertes de séparation.

Les instructions des contrôleurs, même après le déclenchement du STCA, ne sont pas nécessairement des manœuvres d'urgence. Les équipages ne les associent donc pas systématiquement à des pertes de séparation, même lorsqu'elles sont avérées.

#### La DSNA

Un certain nombre d'écarts restent inaperçus.

La détection automatique permet certes à la DSNA de connaître toutes les pertes de séparation. Cependant, la rédaction par les contrôleurs de fiches de notification relatives à des écarts détectés<sup>(5)</sup> mais n'ayant pas conduit au déclenchement du STCA n'est pas systématique (voir incident d'octobre 2011). De plus, leur détection en temps réel n'est pas évidente compte tenu du circuit visuel requis pour gérer le trafic.

Une analyse systématique des données radar susceptible de révéler, même partiellement, ces précurseurs pourrait permettre d'améliorer le processus de retour d'expérience et de gestion de la sécurité. Ce type d'analyse a déjà fait ses preuves dans les compagnies aériennes.

<sup>(4)</sup>Le STCA se déclenche en général avant les avis de résolution TCAS.

<sup>(5)</sup>Angle d'interception élevé, vitesse d'approche élevée, dépassement d'axe, etc.

## 5.6.2 Décision de traitement et analyse

### Les exploitants

Hormis s'il est avéré que la trajectoire n'est pas conforme aux instructions du contrôleur, la perte de séparation en approches parallèles simultanées est assez rapidement associée par les exploitants à des facteurs étant du ressort de la DSNA.

Pour diverses raisons, il s'avère que le nombre de compagnies aériennes participant aux réunions de type AREX est limité. L'étude a également montré qu'il n'y a pas de retour d'information vers les exploitants absents. Enfin, la DSNA n'a pas de visibilité sur la diffusion des informations au sein des compagnies ni sur la mise en œuvre des mesures envisagées.

En dehors du cadre de l'AREX réunie à l'initiative de la DSNA, les compagnies utilisent de plus en plus leur SGS pour analyser les risques spécifiques des aéroports desservis par leurs équipages. Une meilleure interaction entre les systèmes SGS et SMI permettrait probablement d'en améliorer l'efficacité.

La DSAC est à la fois l'autorité de tutelle de la DSNA et de toutes les compagnies françaises. Elle peut donc s'assurer que toutes les compagnies françaises ainsi que les autorités de tutelle des compagnies étrangères desservant la plateforme sont informées des mesures prises. Inversement, elle pourrait faciliter le retour d'information vers la DSNA.

### La DSNA

Compte tenu du nombre d'événements et des ressources limitées allouées au retour d'expérience, la DSNA n'effectue une analyse approfondie des causes et facteurs contributifs d'un événement de sécurité que lorsque celui-ci est traité en CLS/E ou en ITES.

Elle détermine le niveau de traitement de l'événement en se basant sur la gravité globale, déterminée par le risque de collision (avec un autre aéronef ou le sol notamment) ainsi que sur le niveau de maîtrise de la situation par l'ATM.

Dans la pratique, ces critères ne permettent pas toujours de détecter les événements significatifs. Ainsi, à la réception de l'ASR relatif à l'incident d'octobre 2011, la DSNA avait décidé de ne pas mener d'analyse et de ne pas solliciter de compte rendu du contrôleur en raison de l'absence de perte de séparation. L'analyse de l'incident a pourtant révélé un risque de perte de contrôle en vol matérialisé par l'activation du vibreur de manche. Elle a également permis d'identifier que les services de la navigation aérienne avaient en partie contribué au pilotage de la trajectoire et à la configuration de l'avion par l'équipage : prise en compte du vent inadéquate et autorisation d'interception tardive.

## 5.6.3 Gestion des risques

### Les exploitants

Le bénéfice des réunions AREX est reconnu par les participants car elles sont l'occasion d'échanger des informations avec la DSNA. Des facteurs initialement considérés par les exploitants comme exogènes sont, par exemple, finalement identifiés comme une problématique commune et traités en tant que tels (ex. : les problèmes liés aux approches lissées).



Certains participants regrettent l'absence de diffusion des messages à l'ensemble des usagers de CDG. En effet, quatre exploitants impliqués dans des événements de l'étude n'ont pas participé à ces réunions.

Le BEA a également relevé l'absence d'implémentation de mesures proposées chez l'un des participants.

Par ailleurs, certains pilotes habitués à l'approche de CDG ont tendance à ne lire que très rarement les consignes relatives à cette approche, considérant que leur connaissance de cette approche est implicitement acquise.

En conséquence, on constate des écarts entre les consignes publiées et les recommandations issues de l'AREX d'une part et la pratique d'autre part.

### **La DSNA**

Les actions entreprises dans le cadre du plan HN ont montré que l'amélioration de la gestion des risques passait par leur caractérisation et par un suivi de ces caractéristiques (séquence des événements, trajectoire, facteurs de risques, fiabilité des barrières). Une prise en compte accrue de ces éléments devrait permettre à la DSNA d'ajuster ses actions de manière efficiente.

De plus, l'apparition du HN dépend de la qualité du service rendu mais également des circonstances. En l'occurrence, le trafic a diminué de 5 % entre 2009 et 2010, relativisant ainsi la baisse de 13 % du nombre d'événements. Il serait donc souhaitable que la DSNA mesure l'impact des actions de sécurité en taux et non en valeur absolue.

## 6 - CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

*Rappel : conformément aux dispositions de l'article 17.3 du règlement n° 996/2010 du Parlement européen et du Conseil du 20 octobre 2010 sur les enquêtes et la prévention des accidents et des incidents dans l'aviation civile, une recommandation de sécurité ne constitue en aucun cas une présomption de faute ou de responsabilité dans un accident, un incident grave ou un incident. Les destinataires des recommandations de sécurité rendent compte à l'autorité responsable des enquêtes de sécurité qui les a émises, des mesures prises ou à l'étude pour assurer leur mise en œuvre, dans les conditions prévues par l'article 18 du règlement précité.*

L'augmentation apparente du nombre de pertes de séparation à Paris Charles de Gaulle (CDG) a conduit le BEA à mener une étude sur ce type d'événements dans le contexte particulier de l'approche triple. Douze événements, parmi les plus significatifs, ont été analysés à cette fin. Ces événements sont principalement dus au non-respect des procédures par les contrôleurs ou par les équipages et généralement liés à une erreur de visualisation, une méconnaissance des procédures, une charge de travail élevée, une procédure peu explicite ou une méconnaissance du risque.

Cette étude a montré que la fiabilité des mesures préventives semble se renforcer à la suite des actions entreprises continuellement par la DSNA.

### ☐ **Niveau de transition**

L'utilisation de deux référentiels d'altitude différents (niveau de vol et altitude QNH) en dessous de l'altitude de transition peut générer des erreurs de représentation et augmenter la charge de travail des contrôleurs d'approche. Ainsi, le BEA soutient l'initiative menée au niveau européen d'étudier la mise en place d'une altitude de transition commune dans les pays membres de la CEAC.

### ☐ **Procédure de prévention de dépassement de l'axe**

Les modifications des cartes AIP du 17 novembre 2011 devraient permettre une amélioration significative du respect de la procédure mise en place en approche à CDG. Néanmoins, l'ambiguïté du libellé « perte de contact radio » perdure.

### ☐ **Regroupement, charge de travail et retour d'expérience**

Les études en cours à la DSNA devraient permettre d'améliorer l'anticipation de la charge de travail.

L'étude n'a pas permis de déterminer le niveau de contribution du regroupement aux pertes de séparation.

### ☐ **Etagement des altitudes d'interception**

L'étude a montré que l'utilisation de l'interception à 4 000 ft pour les approches vers Le Bourget favorisait les pertes de séparation. En effet, cette procédure implique d'intercepter l'axe de la piste 27 du Bourget entre le demi-chevron à 4 000 ft et le travers du chevron 26L de CDG s'il existe un besoin de séparation avec un avion en approche 26L. Or, dans la pratique, une telle interception est rarement réalisable et peut mener à des pertes de séparation. Dans le cadre du relèvement des altitudes d'interception et de l'abaissement des planches des espaces de classe A, la configuration a évolué mais le risque peut subsister pour les interceptions à 5 000 ft vers le Bourget.



#### ❑ Les approches lissées

L'étude a montré que de nombreux équipages affichent un taux de descente leur permettant d'atteindre le FAP sans effectuer de palier à CDG (approches lissées) alors que la configuration de l'approche triple ne le permet pas. Ceci est dû à une méconnaissance de cette configuration par les pilotes.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **la DGAC s'assure de la diffusion auprès des exploitants de la nécessité d'éviter des approches lissées à CDG en configuration face à l'ouest en dehors des horaires définis. [Recommandation FRAN-2013-063]**

#### ❑ Retour d'expérience commun aux compagnies et à la DSNA

L'étude a montré le bénéfice des réunions de type AREX regroupant les exploitants de CDG, notamment en termes d'échange d'informations. Elle en a aussi montré les limites car certaines compagnies n'y participent pas et ne sont pas informées des risques locaux qui y sont débattus. Pour sa part, la DSNA n'est pas en mesure de connaître les difficultés rencontrées par les compagnies dans d'application de mesures envisagées durant ces réunions.

En conséquence, le BEA recommande que la DGAC s'assure que :

- **toutes les compagnies françaises et les autorités de surveillance des compagnies étrangères desservant la plateforme de CDG soient mieux informées des risques et consignes particulières de CDG ; [Recommandation FRAN-2013-064]**
- **la DSNA soit mieux informée des difficultés de mise en œuvre de ces consignes par les exploitants. [Recommandation FRAN-2013-065]**

#### ❑ Processus d'analyse systématique

La détection des phénomènes et des facteurs contributifs identifiés dans cette étude n'est pas effectuée actuellement s'il n'y a pas de perte de séparation. Ces phénomènes concernent les dépassements d'axe, les vitesses excessives, les interceptions après les chevrons, les angles d'interception trop importants, les interceptions tardives, les absences de prise en compte du vent etc. Un processus d'analyse systématique des données radar pourrait permettre de les détecter, même en l'absence de perte de séparation, de les prendre en compte et ainsi d'analyser l'efficacité des défenses existantes. Il serait ensuite possible de mener les actions adéquates pour assurer le respect de ces défenses et ainsi garantir une meilleure sécurité.

Les compagnies européennes ont déjà mis en place une analyse systématique de vol et ce système a fait ses preuves. S'agissant de l'ATM, la généralisation d'une analyse systématique de données radar permettrait non seulement de mieux analyser les pertes de séparation mais également d'étudier d'autres problématiques liées à l'ATC.

En conséquence, le BEA recommande que :

- **l'AESA, en liaison avec les autorités nationales, conduise des études sur la mise en place d'un processus d'analyse systématique des données radar pour les ANSP ; [Recommandation FRAN-2013-066]**
- **sans attendre les résultats de l'AESA, la DSNA étudie la faisabilité d'un processus d'analyse systématique des conditions d'interception. [Recommandation FRAN-2013-067]**

# *Liste des annexes*

## **annexe 1**

Description des événements étudiés

## **annexe 2**

Aspects réglementaires

## **annexe 3**

Estimation de la charge de travail

## **annexe 4**

Types d'événement pour notification immédiate

## **annexe 5**

Grille des événements de sécurité

## **annexe 6**

Gravité ATM

## **annexe 7**

Plan HN

## annexe 1

### Description des événements étudiés

Les descriptions des événements sont basées sur les données radar, les témoignages des contrôleurs et des équipages, les données météorologiques ainsi que les enregistreurs de vol dans certains cas. Sauf précision contraire, les données radar utilisées sont celles du radar de Coubron.

Les séparations minimales ont été calculées selon la méthode utilisée par la DSNA. Les valeurs des séparations minimales retenues sont donc celles pour lesquelles l'indice de séparation normalisé (ISN) est le plus faible. Cet indice est calculé de la manière suivante :

$$ISN = \sqrt{\left(\frac{X}{3 \text{ NM}}\right)^2 + \left(\frac{Y}{1000 \text{ ft}}\right)^2}$$

avec :

- ❑ X : la distance horizontale entre les deux aéronefs, en NM ;
- ❑ Y : la distance verticale entre les deux aéronefs, en ft.

Lorsque les données utilisées par le BEA sont issues du radar de Coubron, il peut exister de légères différences entre les séparations minimales calculées par le BEA et celles calculées par la DSNA. En effet, les données utilisées par la DSNA proviennent du système de traitement radar (STR) qui prend en compte les informations issues de plusieurs radars.

Sauf précision contraire, les heures mentionnées sont exprimées en temps universel coordonné (UTC).

## Evénement n° 1 : perte de séparation entre un B737 et un A321 en août 2010

B737	26L LFPG
A321	27R LFPG
Heure	23 h 26
Perte de séparation	1,5 NM et 125 ft

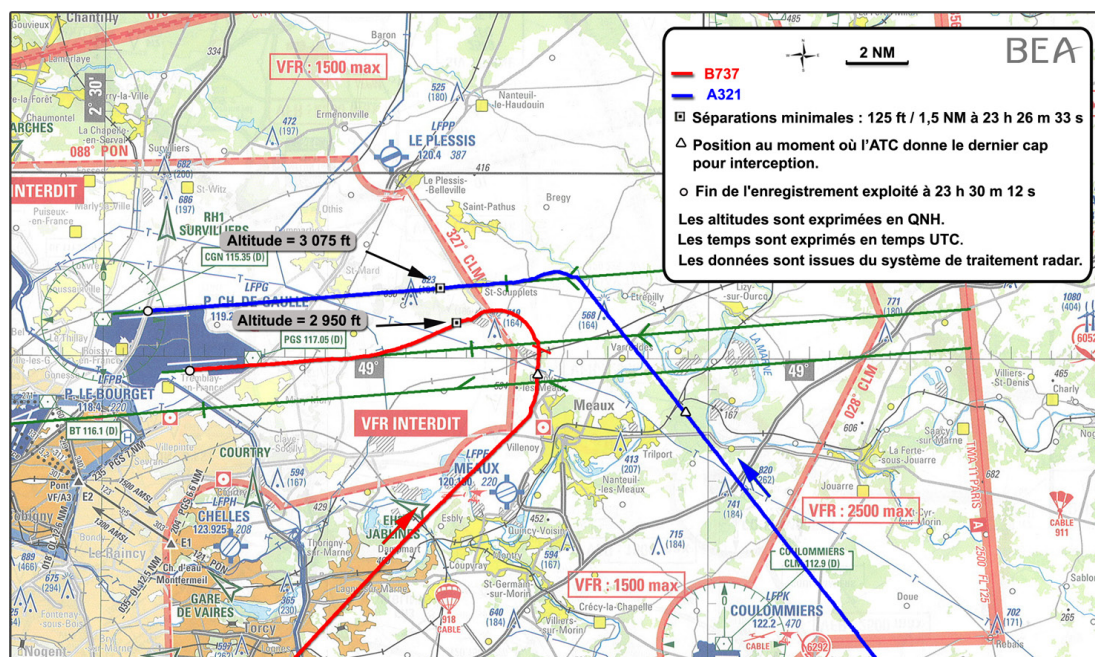
L'A321 est établi sur l'axe en approche finale pour la piste 27R de CDG, à une altitude de 4 000 ft.

L'équipage du B737 est en guidage radar pour la piste 26L de CDG, depuis le sud-ouest, à une vitesse supérieure à 250 kt, en descente vers 3 000 ft. Le contrôleur raccourcit la trajectoire en visant une interception sur le demi-chevron, sans faire réduire la vitesse. Suite à une confusion de strip, il pense avoir autorisé l'équipage à intercepter l'ILS. Ce dernier voit l'axe arriver et demande lui-même l'interception. L'interception se fait avec un angle d'interception supérieur à 90° et à vitesse élevée, à une altitude de 3 000 ft.

Le B737 dépasse l'axe, le filet de sauvegarde se déclenche.

L'équipage de l'A321 entame la descente à partir du FAP.

La séparation minimale est de 1,5 NM horizontalement et de 125 ft verticalement.



## Evénement n° 2 : perte de séparation entre un A300 et un ATR72 en août 2010

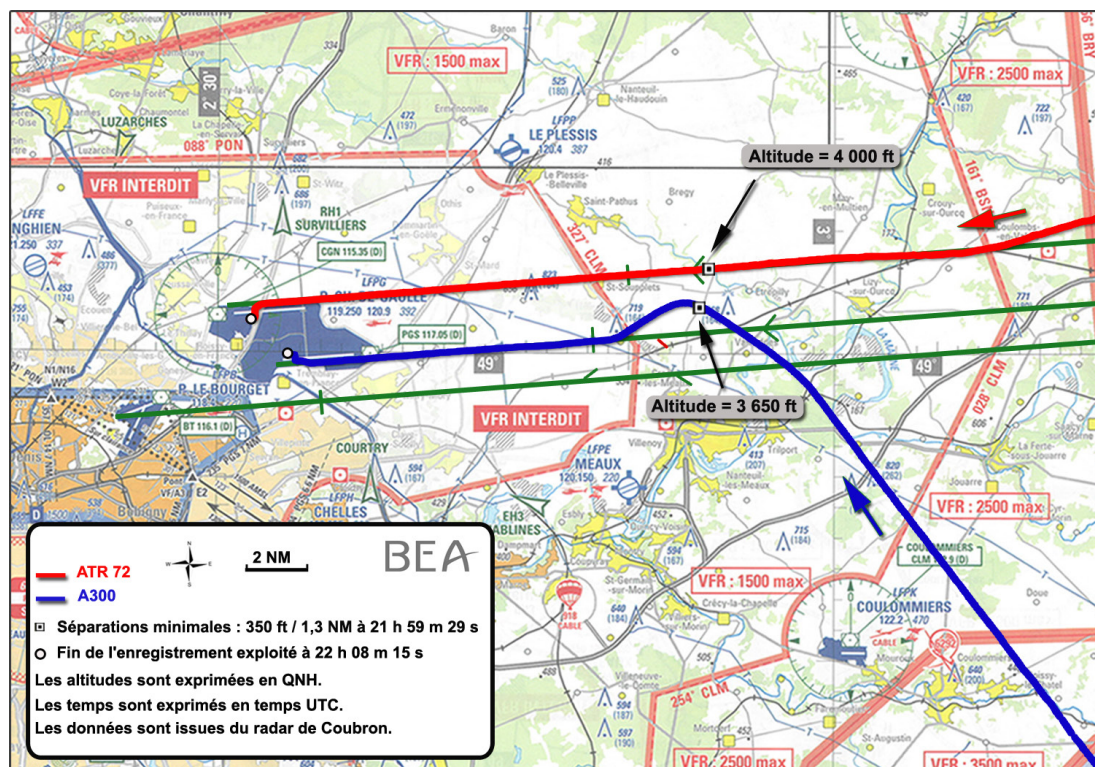
A300	26L LFPG
ATR72	27R LFPG
Heure	21 h 58
Perte de séparation	1,3 NM et 350 ft

L'ATR72 est établi sur l'axe en approche finale pour la piste 27R de CDG, à une altitude de 4 000 ft et autorisé ILS.

L'équipage de l'A300 est en guidage radar pour la piste 26L de CDG, depuis le sud-est. Il est autorisé à descendre à 3 000 ft. Trois minutes plus tard, le contrôleur lui demande de virer au cap 300° pour intercepter l'ILS et de prendre une vitesse de 220 kt. L'équipage collationne le cap, la vitesse mais pas l'autorisation d'interception. Il indique n'avoir pas entendu l'autorisation d'interception de l'axe. Le contrôleur ne relève pas cette absence de collationnement.

L'avion dépasse l'axe, alors qu'il est à une altitude de 4 000 ft, le filet de sauvegarde se déclenche. Le contrôleur, qui avait détecté le conflit avant le déclenchement du filet de sauvegarde, fait une information de trafic à l'équipage de l'A300 et lui demande de virer à gauche pour intercepter l'ILS. Il fait l'information de trafic à l'équipage de l'ATR72.

La séparation minimale est de 1,3 NM horizontalement et de 350 ft verticalement.





### Evénement n° 3 : perte de séparation entre un A330 et un Cessna Citation 680 en octobre 2010

A330	26L LFPG
Cessna	27 LFPB
Heure	8 h 30
Perte de séparation	1 NM et 575 ft

L'équipage de l'A330 est en guidage radar pour la piste 26L, depuis le sud-ouest. Il est autorisé à descendre à 3 000 ft, en vent arrière.

L'équipage du Cessna est en guidage radar pour la piste 27 du Bourget, depuis le nord-ouest, et est autorisé à descendre à 2 000 ft.

Alors que l'A330 passe au travers du FAP, le contrôleur demande à l'équipage s'il est prêt pour la base. N'obtenant pas de réponse, il réitère sa demande. L'équipage lui répond « *on y est* », considérant qu'il aura atteint les 3 000 ft au FAP. Le contrôleur l'autorise à prendre un cap Nord. L'avion est alors au FL57.

L'équipage du Cessna est autorisé à prendre un cap 230° et à intercepter l'ILS 27.

Le filet de sauvegarde se déclenche. Le contrôleur autorise l'équipage de l'A330 à prendre un cap 300° et à intercepter l'ILS 26L. Il confirme à l'équipage de l'A330 de maintenir 3 000 ft et lui fait l'information de trafic. Il fait ensuite l'information de trafic à l'autre équipage. La séparation est alors de 0,2 NM horizontalement et de 975 ft verticalement.

L'A330 dépasse l'axe par le nord après le demi-chevron puis revient sur l'axe. L'équipage entame la descente. L'avion dépasse l'axe par le sud.

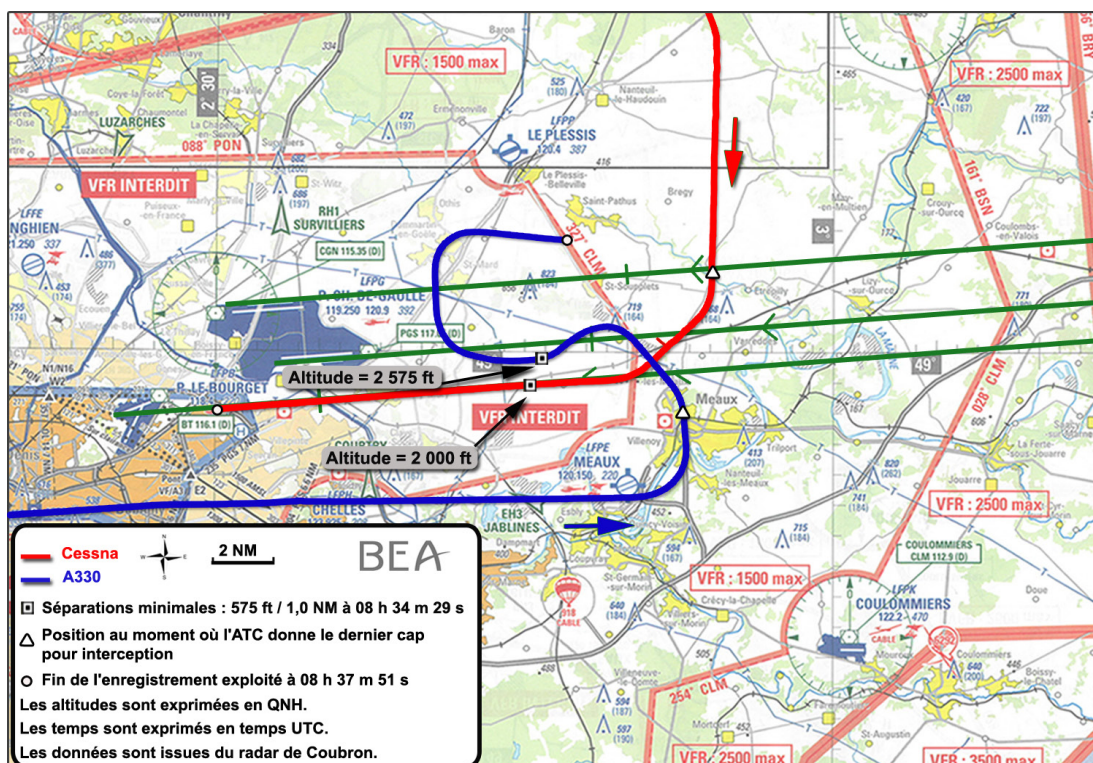
Le filet de sauvegarde se déclenche. Le contrôleur demande à l'équipage de l'A330 de tourner immédiatement à droite et lui fait l'information de trafic. L'équipage collationne. Le contrôleur lui demande s'il n'est pas établi sur l'ILS. L'équipage répond « *oui* », pour confirmer qu'il n'est pas établi. Le contrôleur lui demande de retourner à droite car il n'est plus sur le localiser.

Le contrôleur demande de nouveau à l'équipage s'il est établi sur le localiser. Ce dernier répond négativement. Le contrôleur lui demande de remettre les gaz en prenant un cap nord puis de remonter à 3 000 ft.

Le contrôleur explique que s'il n'y a personne pour la piste Nord, on ne tient pas compte des chevrons et donc on peut raccourcir les trajectoires.

La séparation minimale est de 1 NM horizontalement et de 575 ft verticalement.





## Evénement n° 4 : perte de séparation entre un RJ85 et un Pilatus PC12 en novembre 2010

RJ85	27R LFPG
PC12	27 LFPB
Heure	7 h 50
Perte de séparation	1,7 NM et 25 ft

L'équipage du PC12 est en guidage radar pour la piste 27 du Bourget, depuis le sud-est, à une altitude de 4 000 ft. Il est autorisé à prendre un cap 300° pour intercepter l'ILS 27, vitesse à sa convenance. Le pilote ne collationne pas du tout le message. Le contrôleur ne relève pas ce « non-collationnement » : il indique qu'il était préoccupé par un rattrapage à l'ITM Sud.

Le RJ85 est établi sur l'axe de la piste 27R de CDG, à une altitude de 4 000 ft.

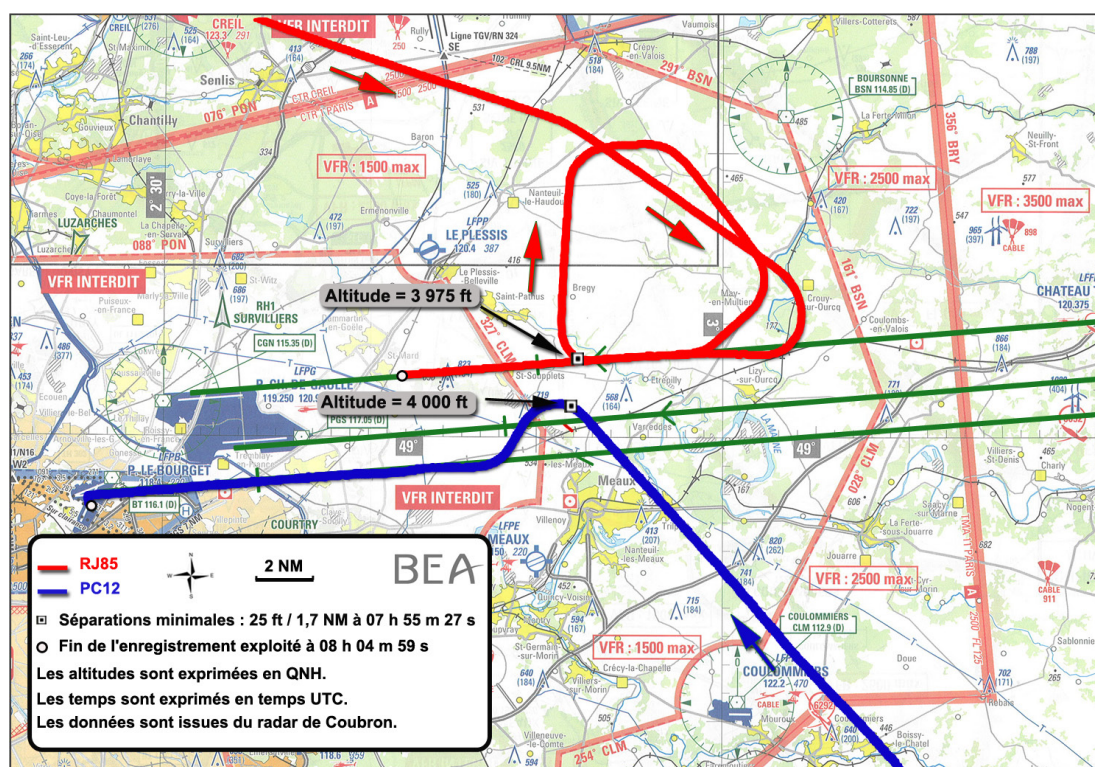
L'équipage du PC12 n'intercepte pas l'ILS 27. Il indique que la fréquence était occupée et qu'il n'a pas pu contacter le contrôleur. Il demande tardivement à virer. L'avion entre alors en conflit avec le RJ85. Le contrôleur demande à l'équipage de virer immédiatement à gauche au cap 240° pour intercepter l'ILS. Le contrôleur est relevé. Le nouveau contrôleur fait l'information de trafic à l'équipage et lui demande de virer immédiatement à gauche au cap 200°.

Le contrôleur d'approche ITM N demande à l'équipage du RJ85 de virer immédiatement à droite au cap 360°.

Le contrôleur indique que la charge de travail était élevée (regroupement ITM S + BA).

Le taux d'occupation de la fréquence calculé est de 66 % au moment de la perte de séparation. Le contrôleur a sept avions en contact.

La séparation minimale est de 1,7 NM horizontalement et de 25 ft verticalement.



**Evénement n° 5 : perte de séparation entre un A320 et un Cessna Citation Mustang en novembre 2010**

A320	26L LFPG
Cessna	27 LFPB
Heure	16 h 35
Perte de séparation	1,2 NM et 200 ft

L'équipage de l'A320 est en guidage radar pour la piste 26L de CDG, depuis le sud-est. Il est autorisé à descendre à 3 000 ft et à intercepter l'ILS.

L'équipage d'un autre A320, également en guidage radar pour la piste 26L de CDG, depuis le sud-est, contacte le contrôleur lui indiquant qu'il est en évitement pour raisons météorologiques. Il a donc une trajectoire plus à l'ouest que les autres avions arrivant par le sud-est.

L'équipage du Cessna est en guidage radar pour la piste 27 du Bourget, depuis le sud-est, à une altitude de 5 000 ft.

L'équipage du premier A320 est de nouveau autorisé à intercepter l'ILS. Le contrôleur lui demande de réduire sa vitesse afin de conserver l'écart avec le précédent.

L'équipage du second A320 est autorisé à descendre à 3 000 ft.

L'équipage du Cessna est autorisé à intercepter à une altitude de 4 000 ft.

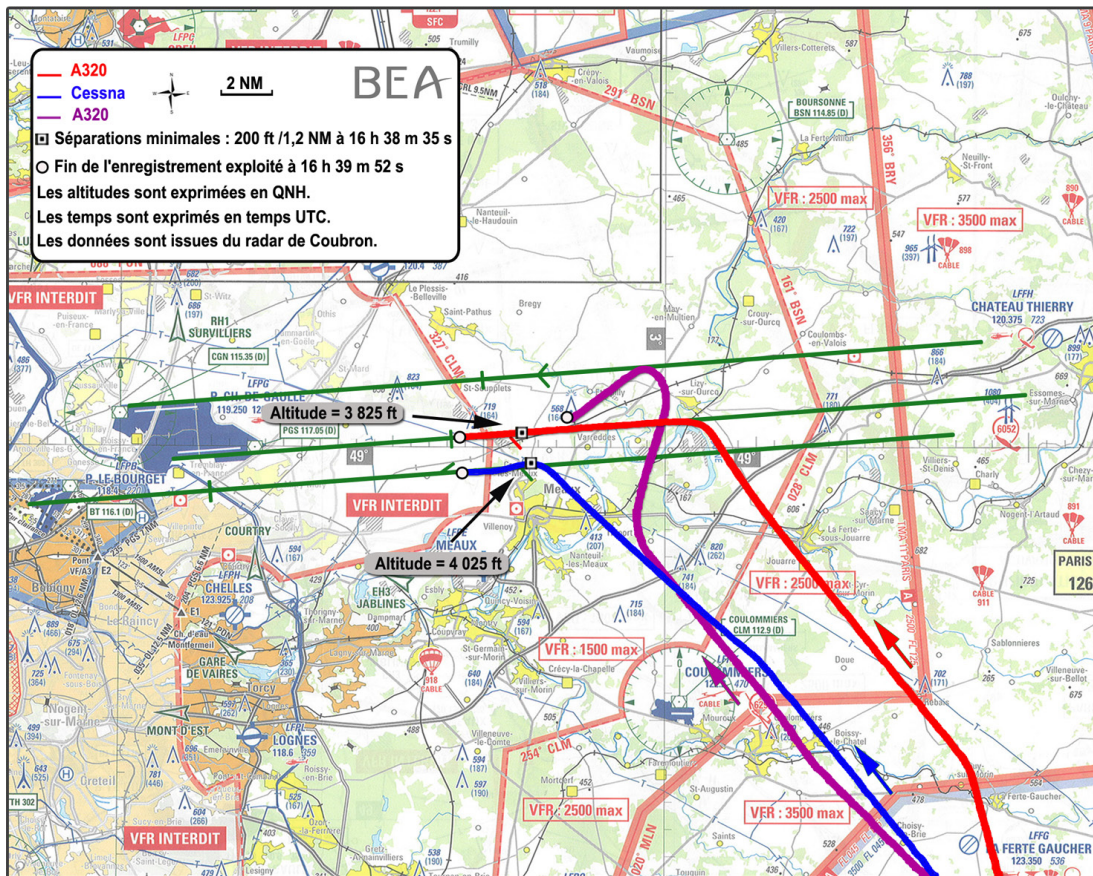
Le contrôleur se rend compte que le second A320 rattrape le premier A320 et donne à l'équipage des instructions de cap et de vitesse pour pouvoir le positionner après le premier A320. Il demande alors à l'équipage de ce dernier de maintenir une altitude de 4 000 ft afin de conserver une séparation verticale entre les deux A320.

Le filet de sauvegarde se déclenche. Le contrôleur fait l'information de trafic à l'équipage du Cessna et lui demande de confirmer qu'il intercepte bien l'ILS. Il demande alors à l'équipage de l'A320 de descendre à 3 000 ft en lui faisant l'information d'un trafic à la même altitude.

La séparation minimale est de 1,2 NM horizontalement et 200 ft verticalement.

Le contrôleur indique que la charge de travail était soutenue (regroupement ITM S + BA). Le taux d'occupation de la fréquence calculé est de 74,1 %, voire 77,8 % autour de l'événement. Dans les minutes précédant l'événement, le contrôleur a sept avions en contact. Au moment de la perte de séparation, six avions sont en contact.





## Evénement n° 6 : perte de séparation entre un A321 et un Falcon 900 en décembre 2010

A321	26L LFPG
Falcon 900	27 LFPB
Heure	14 h 13
Perte de séparation	1,4 NM et 125 ft

L'équipage de l'A321 est en guidage radar pour la piste 26L de CDG depuis le nord-ouest. Il est autorisé à descendre à 6 000 ft.

L'équipage du Falcon est en guidage radar pour la piste 27 du Bourget, depuis le sud-est. Il est autorisé à descendre à 4 000 ft puis à intercepter l'ILS.

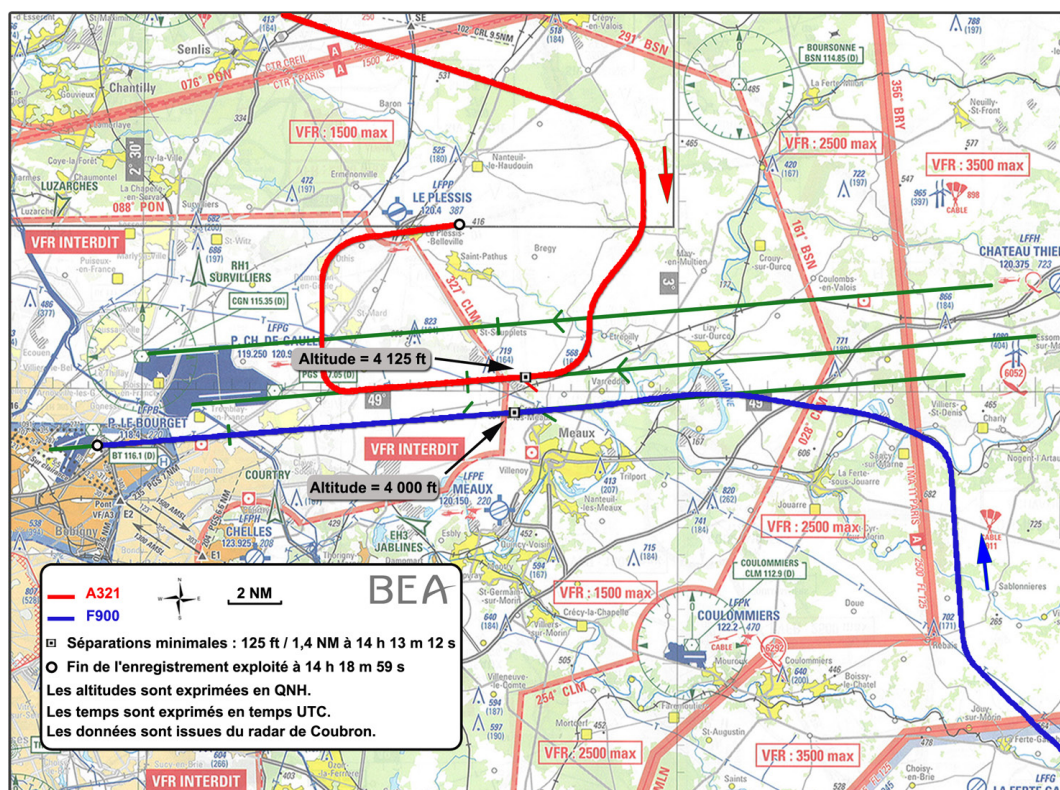
L'équipage de l'A321 est autorisé à descendre à 5 000 ft puis à prendre un cap 160°, puis 180°, puis 220°, et à intercepter l'ILS. Il est ensuite autorisé à prendre un cap 180°, puis 240°, et à descendre à 4 000 ft, puis il est autorisé ILS. Le contrôleur oublie de lui donner l'autorisation de descente à 3 000 ft

Il explique qu'il était accaparé par le rapprochement de l'A321 avec l'avion précédent qui arrivait du sud-est. Par ailleurs, en vue du dégroupement, il indiquait au contrôleur ITM BA les avions en arrivée pour Le Bourget.

Le taux d'occupation de la fréquence est de 78,8 % (regroupement ITM S + BA). Le contrôleur a huit avions en fréquence. La piste 27R de CDG était fermée pour traitement, ce qui a entraîné une plus grande complexité du trafic en raison de la gestion des arrivées issues des 4 IAF.

L'A321 intercepte l'axe après le chevron. Il est à une altitude de 3 400 ft QNH lorsqu'il passe le FAP.

La séparation minimale est de 1,4 NM horizontalement et 125 ft verticalement.





## Evénement n° 7 : perte de séparation entre un A318 et un Falcon 7X en janvier 2011

A318	26L LFPG
Falcon 7X	27 LFPB
Heure	15 h 49
Perte de séparation	1,5 NM et 75 ft

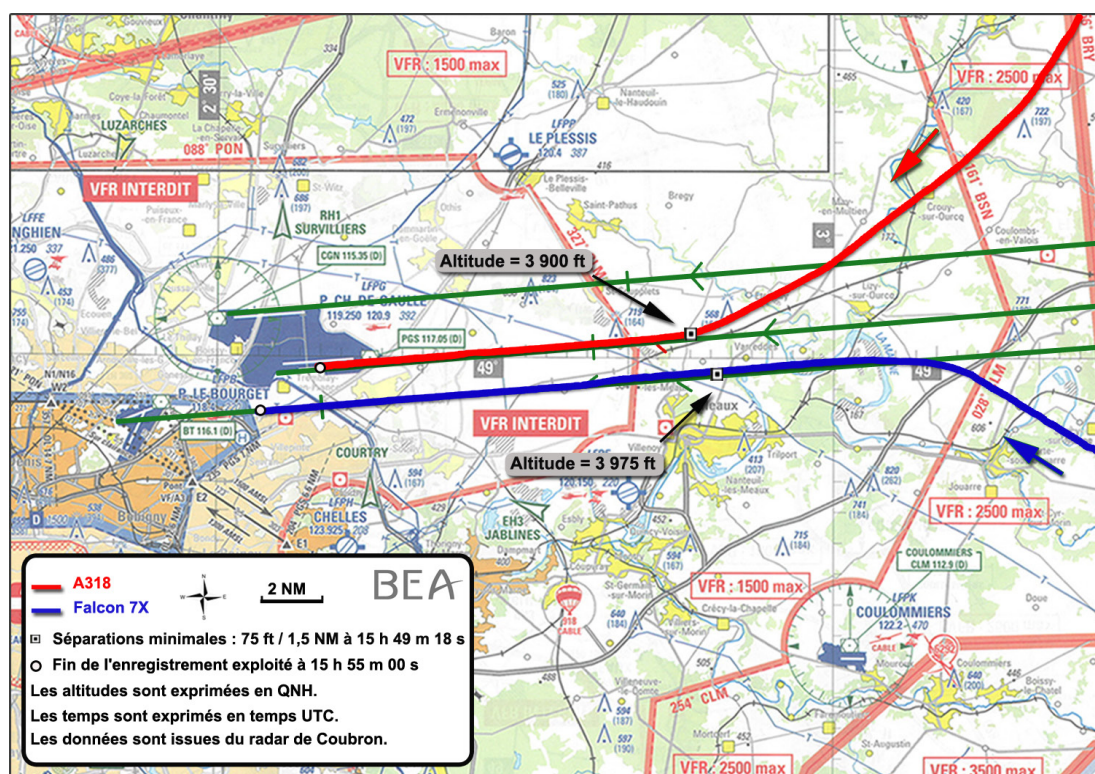
L'équipage du Falcon est en guidage radar pour la piste 27 du Bourget, depuis le sud-est. Il est autorisé à intercepter l'ILS puis à descendre à 4 000 ft.

L'équipage de l'A318 est en guidage radar pour la piste 26L de CDG, depuis le nord-est. Il est autorisé à descendre à 4 000 ft puis 3 000 ft et à intercepter l'ILS.

Le contrôleur fait l'information de trafic alors que l'A318 est 1 200 ft au-dessus du Falcon 7X, travers gauche pour 3 NM.

L'A318 intercepte l'axe à une altitude de 3 625 ft. Il passe le FAP à une altitude de 3 000 ft. L'analyse du QAR montre que l'équipage a effectué une descente lissée à partir du FL240.

La séparation minimale est de 1,5 NM horizontalement et de 75 ft verticalement.



## Evénement n° 8 : perte de séparation entre un A319 et un Falcon 900 en janvier 2011

A319	26L LFPG
Falcon 900	27 LFPB
Heure	12 h 26
Perte de séparation	1,4 NM et 400 ft

L'équipage du Falcon est en guidage radar pour la piste 27 du Bourget, depuis le sud-est. Il est autorisé à descendre à 4 000 ft.

L'équipage de l'A319 est en guidage radar pour la piste 26L de CDG, depuis le sud-ouest. Il est autorisé à descendre au niveau 70.

L'équipage du Falcon est autorisé à descendre à 2 000 ft. Le taux de descente estimé est d'environ 840 ft/min.

L'équipage de l'A319 est autorisé à virer en base au cap 360° puis à descendre à 5 000 ft. Il est alors autorisé à intercepter l'ILS et à descendre à 4 000 ft. Il intercepte à 5 700 ft QNH.

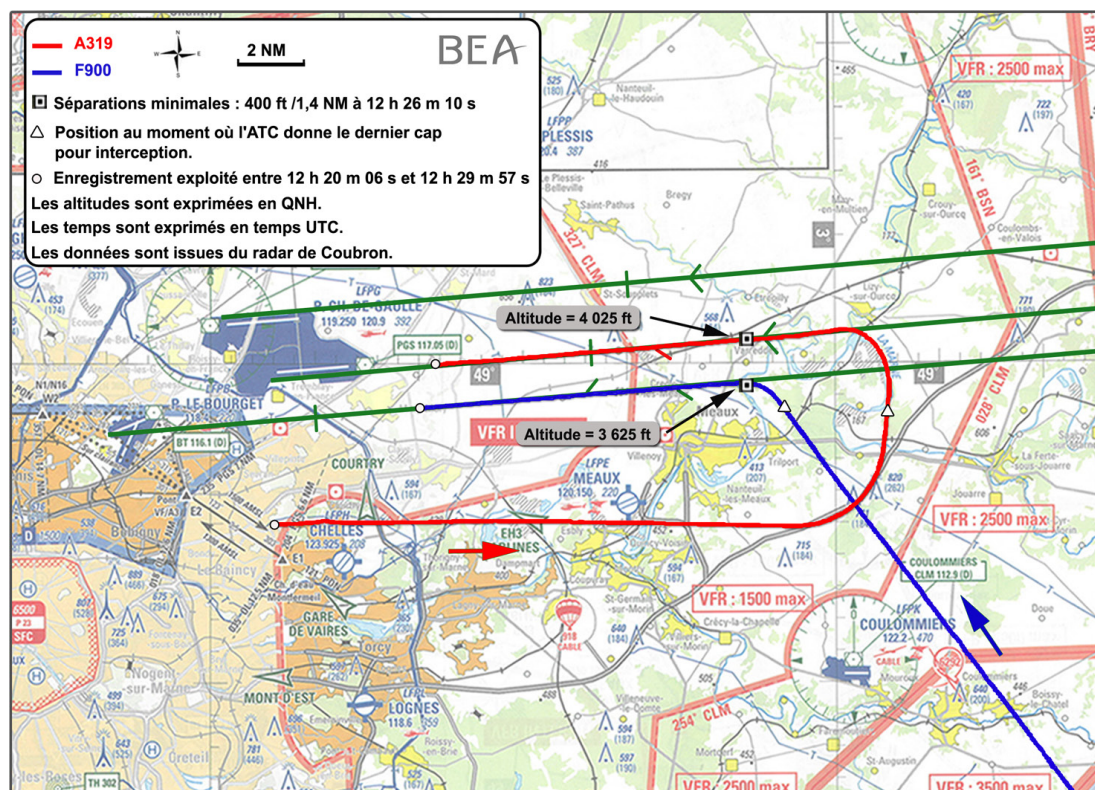
L'équipage du Falcon est autorisé à intercepter l'ILS.

Le contrôleur fait l'information de trafic. Le Falcon est alors 1 000 ft au-dessous de l'A319.

Le contrôleur ITM BA répète l'autorisation à 2 000 ft et interception à l'équipage du Falcon. Le Falcon intercepte l'axe à une altitude de 3 550 ft et descend sur l'axe jusqu'à 2 000 ft, qu'il atteint 4,5 NM après le demi-chevron.

L'équipage de l'A319 est autorisé à descendre à 3 000 ft, qu'il atteindra au FAP.

La séparation minimale est de 1,4 NM horizontalement et de 400 ft verticalement.





## Événement n° 9 : perte de séparation entre un A320 et un Gulfstream en février 2011

A320	26L LFPG
Gulfstream	27 LFPB
Heure	13 h 47
Perte de séparation	1,5 NM et 0 ft

L'équipage de l'A320 est en guidage radar pour la piste 26L de CDG, depuis le sud-est. Le contrôleur l'autorise à descendre à 4 000 ft.

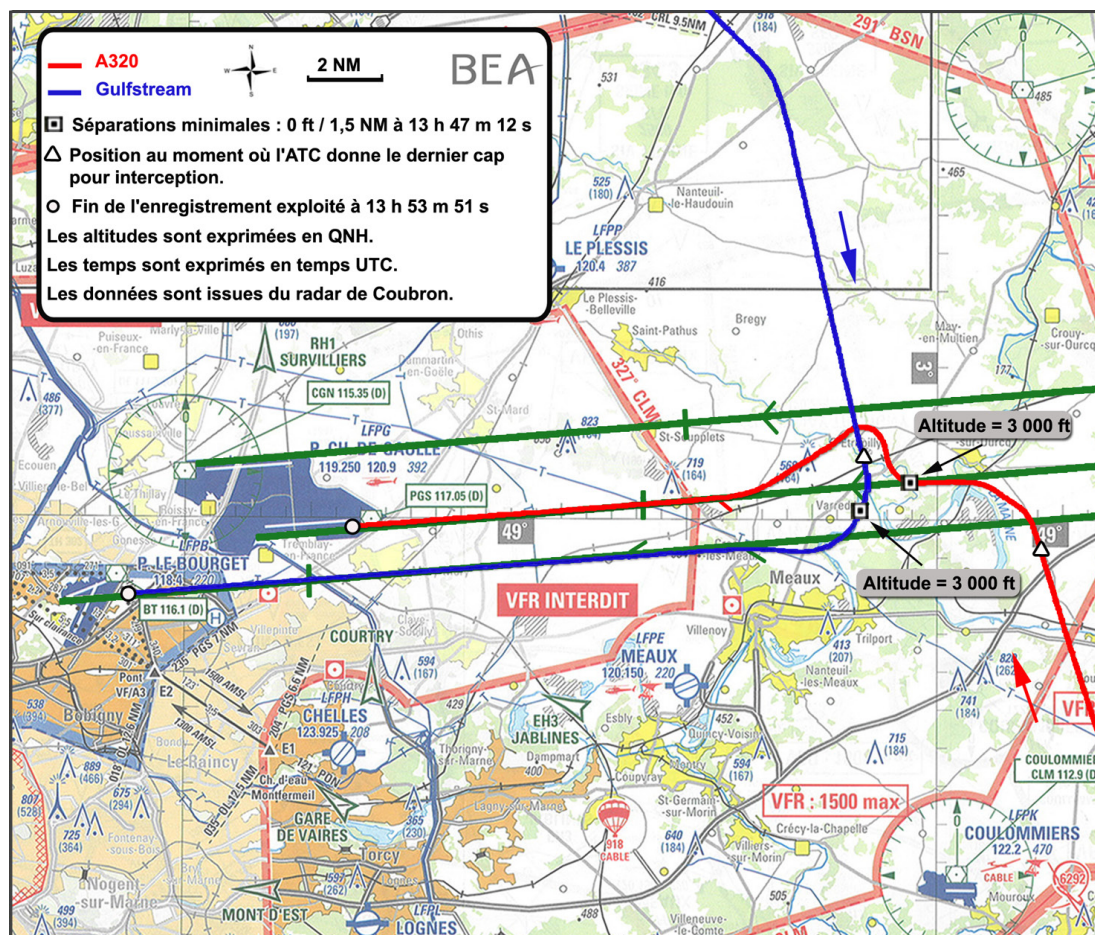
L'équipage du Gulfstream est en guidage radar pour la piste 27 du Bourget, depuis le nord-ouest, à 3 000 ft. Le contrôleur oublie de l'autoriser à descendre à 2 000 ft, comme prévu, sans doute en raison d'un affichage au FL26 sur l'écran du radar.

Il demande à l'équipage de l'A320 de descendre à 3 000 ft puis l'autorise à intercepter.

Il autorise l'équipage du Gulfstream à intercepter.

Le filet de sauvegarde se déclenche. Le contrôleur se rend compte de son oubli en regardant le strip. Il demande alors à l'équipage du Gulfstream d'expédier la descente vers 2 000 ft et donne un cap d'évitement à l'équipage de l'A320.

La séparation minimale est de 1,5 NM horizontalement et de 0 ft verticalement.



## Evénement n° 10 : perte de séparation entre un A319 et un Pilatus en février 2011

A319	26L LFPG
Pilatus	27 LFPB
Heure	21 h 09
Perte de séparation	1,37 NM et 450 ft

L'équipage de l'A319 est en guidage radar pour la piste 26L de CDG, depuis le sud-est.

L'équipage du Pilatus est en guidage radar pour la piste 27 du Bourget, depuis le sud-est.

L'équipage de l'A319 est autorisé à virer au cap nord et à descendre au FL60. Il est ensuite autorisé à descendre à 3 000 ft, puis à virer au cap 310° et à intercepter l'ILS. Le taux de descente enregistré est compris entre 600 ft/min et 800 ft/min. L'avion atteint l'altitude de 3 000 ft au FAP.

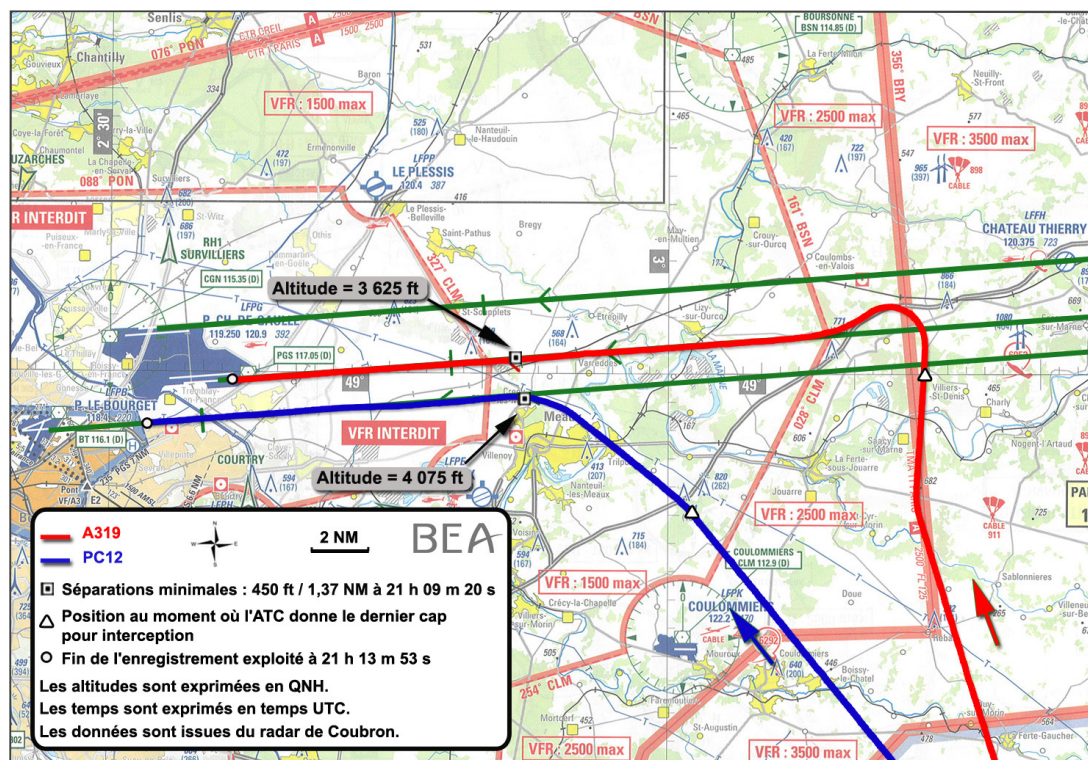
L'équipage du Pilatus est autorisé à descendre au FL50 puis à virer au cap 310° et à intercepter l'ILS.

Le contrôleur ITM BA fait l'information de trafic à l'équipage du Pilatus puis lui demande de descendre à 4 000 ft et l'autorise à l'approche.

Le contrôleur ITM S fait l'information de trafic à l'équipage de l'A319.

Le contrôleur ITM BA demande à l'équipage du Pilatus de virer au cap 290° et lui fait de nouveau l'information de trafic.

La séparation minimale est de 1,37 NM horizontalement et de 450 ft verticalement.



### Evénement n° 11 : perte de séparation entre un B737 et un Cessna en mai 2011

B737	26L LFPG
Cessna	27 LFPB
Heure	11 h 25
Perte de séparation	1,4 NM et 200 ft

L'équipage du B737 est en guidage radar pour la piste 26L de CDG, depuis le nord-est, au cap 209° et en descente vers le FL60.

L'équipage du Cessna est en guidage radar pour la piste 27 du Bourget, depuis le sud-est, stable au FL60. Le contrôleur l'autorise à prendre un cap 295° pour intercepter l'axe de piste.

Le contrôleur autorise l'équipage du B737 à descendre au FL50 puis, quarante secondes plus tard, à intercepter l'axe de piste et à descendre à 4 000 ft. Il ne peut pas donner l'autorisation de descendre à 3 000 ft car le plancher de la classe A ne le permet pas.

Le contrôleur est relevé. La relève est assez rapide, le trafic n'étant pas très complexe.

L'équipage du B737-800 s'annonce établi sur le localiser. L'avion est alors au FL47. Le contrôleur l'autorise à effectuer l'approche ILS. Il n'a pas vu que l'équipage n'avait pas été autorisé à descendre à 3 000 ft. L'équipage intercepte le glide et suit une pente qui l'amènera à 3 000 ft au FAP.

Le contrôleur autorise l'équipage du Cessna à descendre à 4 000 ft. S'apercevant que l'équipage du B737 n'a pas reçu l'autorisation de descendre à 3 000 ft, il l'y autorise. L'équipage collationne mais n'augmente pas le taux de descente (environ - 200 ft/min).

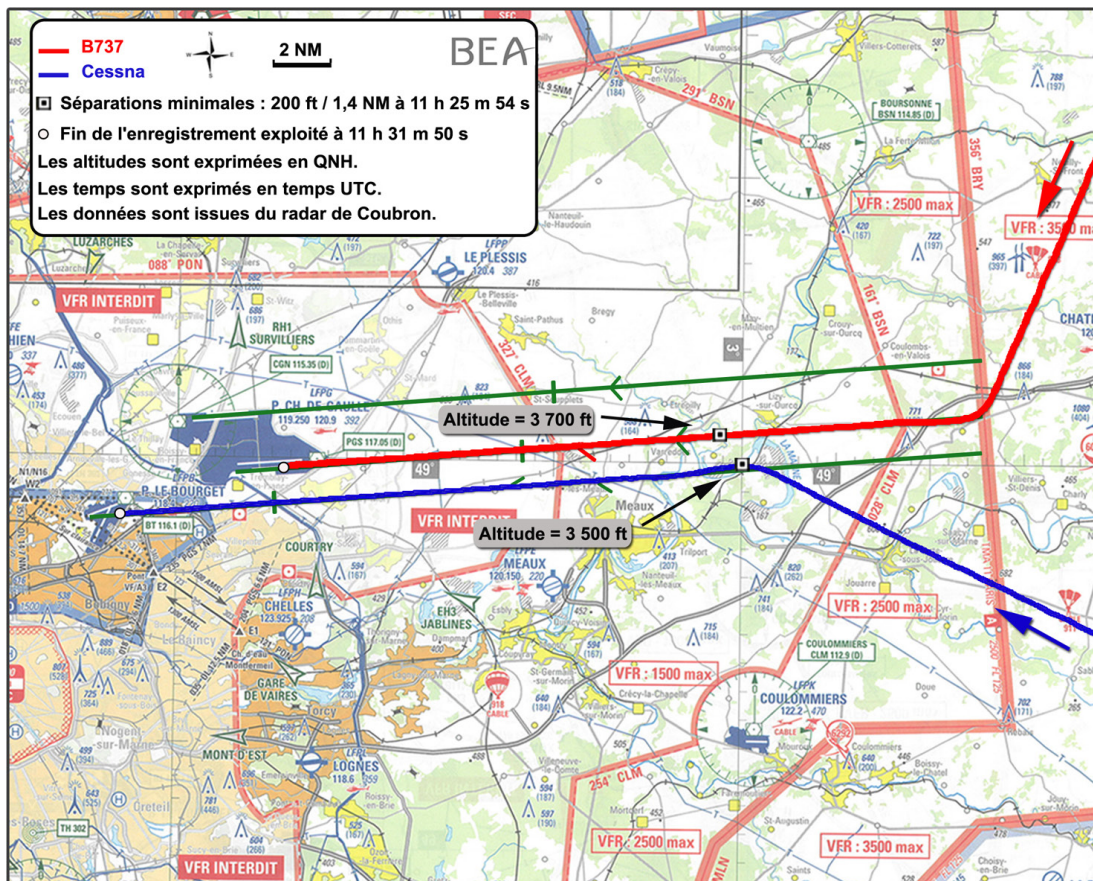
Le plancher de l'espace aérien de classe A le permettant, le contrôleur autorise l'équipage du Cessna à intercepter l'axe de piste et à descendre à 2 000 ft immédiatement, afin de pouvoir descendre les autres avions venant du sud-ouest. L'équipage, qui est alors à 1 min 30 de l'axe de piste, ne collationne pas le caractère urgent de l'instruction du contrôleur. L'instruction ne garantit pas au contrôleur que l'avion sera en palier à 2 000 ft au moment de l'interception. L'équipage aurait intercepté l'axe à 2 000 ft à condition de prendre une vitesse verticale d'au moins 1 300 ft/min, ce qui n'a pas été le cas. L'équipage du Cessna intercepte l'axe à 3 200 ft, soit 1 200 ft au-dessus de l'altitude prévue, et en descente.

Le contrôleur demande à l'équipage du B737 d'expédier la descente et fait l'information de trafic à l'équipage du Cessna, qui répond qu'il a le trafic en vue.

Le filet de sauvegarde se déclenche.

La séparation minimale est de 1,4 NM horizontalement et de 200 ft verticalement.





## Événement n° 12 : perte de séparation entre deux A318 en juillet 2011

A318	27R LFPG
A318	26L LFPG
Heure	9 h 20
Perte de séparation	1,85 NM et 675 ft

L'équipage du premier A318 est en guidage radar pour la piste 26L de CDG, depuis le sud-est.

L'équipage du second A318 est en guidage radar pour la piste 27R de CDG, depuis le nord-ouest.

L'équipage de l'A318 en approche pour la piste 26L est autorisé à descendre à une altitude de 4 000 ft. Il prend un taux de descente de 500 ft/min. Il est ensuite autorisé à tourner à gauche pour intercepter l'axe de piste puis à descendre à une altitude de 3 000 ft. Une minute plus tard, le contrôleur ITM S lui demande de prendre un taux de descente de 1 500 ft/min, alors que l'avion est à une altitude d'environ 6 000 ft.

Pendant ce temps, l'équipage de l'autre A318 est autorisé à prendre un cap 180°, à descendre au FL50 puis à une altitude de 4 000 ft.

Le contrôleur ITM N se rend compte que l'avion ne tourne pas et vérifie son strip. Il remarque qu'il a oublié de donner le cap et l'autorisation d'interception. L'avion est très proche de l'axe. Le contrôleur demande à l'équipage de prendre un cap 300° pour intercepter l'axe de piste. L'équipage ne collationne pas. Il indique qu'il était occupé à gérer une alerte TA au TCAS. Le contrôleur demande alors à l'équipage de prendre un cap 300° en utilisant la phraséologie d'urgence. L'équipage collationne et indique qu'il a maintenu une altitude de 5 000 ft. Le contrôleur indique qu'il trouve que le virage n'est pas immédiat.

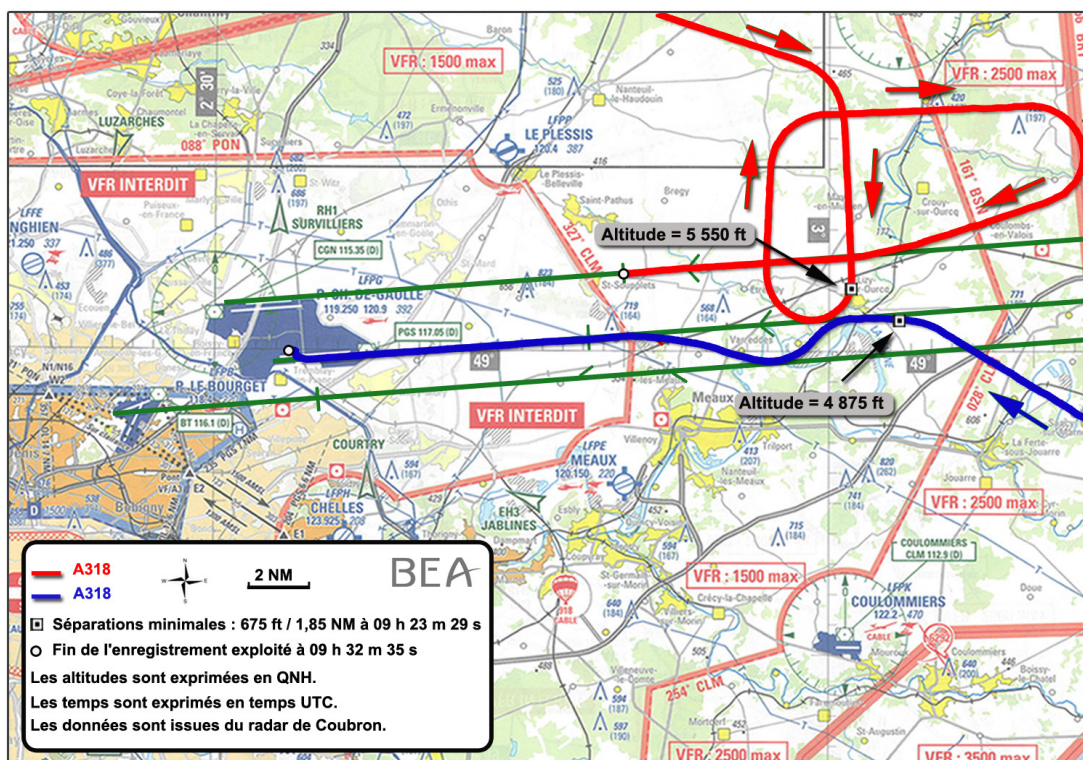
Le filet de sauvegarde se déclenche.

Pendant ce temps, le contrôleur ITM S demande à l'équipage en approche pour la piste 26L d'expédier la descente et lui fait l'information de trafic. Il lui demande ensuite de tourner à gauche au cap 180°. L'équipage l'informe qu'il a eu une alarme TCAS. Il est ensuite autorisé à intercepter de nouveau.

L'autre avion fera une seconde approche.

Le taux d'occupation de la fréquence est de 90 % à l'ITM N. Le contrôleur a sept avions en fréquence au moment de l'événement. Il indique qu'un équipage monopolisait la fréquence, ce qui a augmenté sa charge de travail alors que le trafic était déjà chargé.

La séparation minimale est de 1,85 NM horizontalement et de 675 ft verticalement.



## Incident connexe à l'étude : activation du vibreur de manche sur un B777 en octobre 2011

B777	08R LFPG
ERJ145	09L LFPG
Heure	17 h 16

L'équipage du B777 est en guidage radar pour la piste 08R à CDG depuis l'est. La branche vent arrière s'effectue en descente vers le FL70 puis le FL60 à environ 4,2 NM au sud de l'axe 08R. La vitesse est d'environ 220 kt, le CdB est PF, le PA et l'ATHR sont engagés, les volets sont rentrés et les aérofreins sont sortis.

Le vent observé à 5 000 ft est de 200° (+/- 15°) / 16 kt (+/- 2 kt), pour une estimation à 5 000 ft de l'ordre de 200° (+/- 10°) / 12 kt (+/- 2 kt).

A 17 h 14 min 21, l'équipage est autorisé à descendre à 5 000 ft (QNH 1011) et à virer par la droite au cap 360°. Le virage s'effectue avec une inclinaison de 25°. Les aérofreins sont rentrés au cours du virage. L'inclinaison diminue à partir de 17 h 15 min 16 à l'approche du cap sélectionné.

A 17 h 15 min 24, alors que l'altitude est d'environ 5 000 ft, l'équipage est autorisé à descendre à 4 000 ft et à intercepter l'ILS ; l'avion est alors à 2 NM de l'axe 08R. Tandis que l'équipage collationne, à 17 h 15 min 29, l'inclinaison atteint un minimum de 3° avant que l'avion ne débute un nouveau virage par la droite. Les N1 augmentent de 29 % vers 56 %. Immédiatement après le collationnement à 17 h 15 min 34, le contrôleur donne le cap 70° pour intercepter l'ILS et présente ses excuses.

A 17 h 15 min 42, l'altitude de l'avion est toujours d'environ 5 000 ft, le mode LOC est armé. A 17 h 15 min 50, une légère action à piquer est appliquée. L'assiette décroît de 5,4° vers - 1,5° ; l'incidence augmente de 6,8° à 7,7° à la sortie des aérofreins. Les N1 sont en diminution de 55 % vers 29 %.

Au cours de cette manœuvre, à 17 h 15 min 54, le PA est déconnecté. Le CdB augmente l'inclinaison jusqu'à 32° avant de la stabiliser à 25° environ.

A partir de 17 h 16 min 03, le CdB agit légèrement à cabrer. Au même moment, l'équipage d'un ERJ145 débute à 3 000 ft un virage par la gauche pour intercepter l'axe 09L après un guidage radar par le nord.

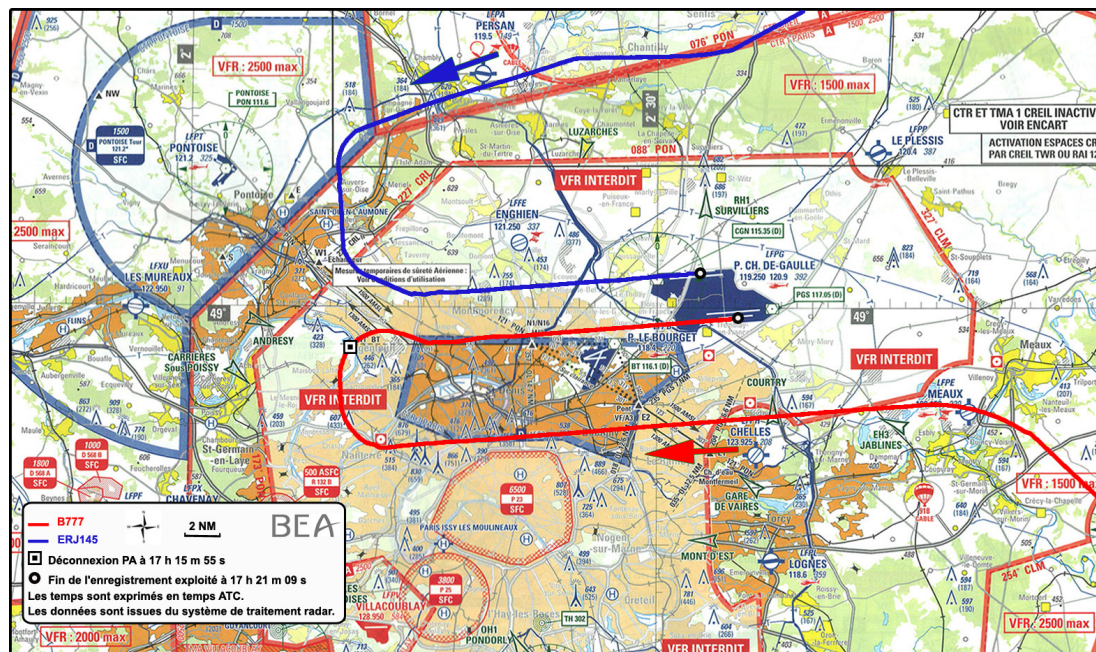
A 17 h 16 min 12, tandis que l'avion approche 4 000 ft en descente et que l'assiette est de l'ordre de 2,5° en augmentation, l'accélération verticale et l'incidence atteignent respectivement 1,38 g et 9,4°. Les aérofreins sont rentrés ; une légère action à piquer est appliquée ainsi qu'une brève action en tangage vers la gauche. L'assiette diminue transitoirement avant d'augmenter à nouveau, l'incidence diminue à 6,6°. L'avion continue de descendre jusqu'à 3 850 ft, altitude atteinte à 17 h 16 min 27.

A 17 h 16 min 18, le B777 est à 0,7 NM à gauche de l'axe. Le virage par la droite est prolongé pour revenir sur l'axe. Le CdB poursuit l'approche et l'atterrissage manuellement.



## Synthèse du compte rendu du commandant de bord du B777

Lors du virage en vue de l'interception, un avis de trafic est émis par le TCAS<sup>(6)</sup>. Le CdB déconnecte le PA et poursuit le virage. L'avis de trafic cesse. Toujours en virage, lors de la mise en palier, il constate l'apparition du Pitch Limit Indicator (PLI) au PFD puis le vibreur de manche<sup>(7)</sup> se déclenche brièvement. Le CdB ajoute qu'il diminue alors l'incidence, stabilise à 3 800 ft avant de remonter à 4 000 ft pour poursuivre l'approche.



## Processus de retour d'expérience

### Exploitant du B777

L'incident a fait l'objet d'un compte rendu de la part du CdB du B777. Sur la base de cette notification, l'exploitant a initialement décidé deux actions : l'analyse de la régulation radar proposée par le contrôle aérien et l'analyse des paramètres de vol afin de déterminer les causes d'activation du vibreur de manche, en particulier le rôle joué par les aérofreins.

Pour remplir le premier objectif, l'exploitant a transmis le compte rendu à la QS/S du SNA-RP/CDG, accompagné de plusieurs demandes.

### SNA-RP/CDG

L'incident n'a pas été perçu comme tel par le contrôleur et par conséquent n'a pas fait l'objet d'une notification de sa part. En ce qui concerne les systèmes de détection automatique, aucun incident n'a été enregistré et le maintien des normes de séparation en vigueur à CDG a été confirmé a posteriori.

Aussi, le SNA-RP/CDG n'a eu connaissance de l'incident qu'à la réception du compte rendu du CdB. La QS/S a apporté une réponse aux demandes formulées par l'exploitant et a laissé la possibilité d'étudier l'incident en AREX si cela était jugé utile par celui-ci.

Hormis cette démarche, directement en lien avec la sollicitation de l'exploitant, considérant l'absence de perte de séparation, la QS/S n'a pas entrepris d'autre traitement interne pour cet incident. En particulier, le recueil du témoignage du contrôleur n'a été sollicité qu'à la demande du BEA et il a été estimé que l'incident ne remplissait pas les critères de sélection des événements devant être étudiés en CLS.

<sup>(6)</sup> L'avis de trafic TCAS n'est pas retenu par l'exploitant parmi les paramètres enregistrés sur les enregistreurs à accès direct.

<sup>(7)</sup> L'incidence corrigée a été supérieure au seuil d'activation de l'avertisseur de décrochage à 17 h 16 min 12.

## annexe 2

### Aspects réglementaires

#### Annexe 14

« Dans le cas des pistes aux instruments parallèles destinées à être utilisées simultanément, dans les conditions spécifiées dans les PANS-ATM (Doc 4444) et dans les PANS-OPS (Doc 8168), Volume I, il est recommandé que la distance minimale entre les axes de piste soit de :

- ☐ 1 035 m pour les approches parallèles indépendantes ;
- ☐ 915 m pour les approches parallèles interdépendantes ;
- ☐ 760 m pour les départs parallèles indépendants ;
- ☐ 760 m pour les mouvements parallèles sur pistes spécialisées ;

Toutefois :

a) dans le cas des mouvements parallèles sur pistes spécialisées, la distance minimale spécifiée :

- 1) peut être réduite de 30 m par tranche de 150 m de décalage de la piste d'arrivée vers l'amont, jusqu'à un minimum de 300 m ;
- 2) devrait être augmentée de 30 m par tranche de 150 m de décalage de la piste d'arrivée vers l'aval ;

b) dans le cas des approches parallèles indépendantes, des combinaisons de distance minimale et de conditions qui sont différentes des combinaisons spécifiées dans les PANS-ATM (Doc 4444) peuvent être appliquées s'il est déterminé qu'elles ne compromettent pas la sécurité de l'exploitation.

Note : Les PANS-ATM (Doc 4444), Chapitre 6, ainsi que les PANS-OPS (Doc 8168), Volume I, Partie III, Section 2, et le Volume II, Partie I, Section 3 ; Partie II, Section 1 ; et Partie III, Section 3, contiennent des procédures et des spécifications d'installations concernant l'utilisation simultanée de pistes aux instruments parallèles ou quasi parallèles. Des éléments indicatifs pertinents figurent dans le Manuel sur les opérations simultanées sur pistes aux instruments parallèles ou quasi parallèles (SOIR) (Doc 9643). »

#### RCA/3, §4.4.3.1.1

- « a) toutes les approches sont surveillées radar ;
- b) les aéronefs doivent être informés par l'organisme de contrôle d'approche ou par l'ATIS que des approches parallèles sont en cours ;
- c) le dernier cap fourni lors du guidage radar doit permettre d'intercepter le radioalignement de piste **sous un angle maximal de 30 degrés et ménager un vol en palier sur le radioalignement de piste d'au moins 2 milles marins avant d'intercepter le plan de descente ;**
- d) **une séparation verticale de 300 m (1 000 pieds) ou une séparation radar minimale de 3 milles marins sont assurées jusqu'à ce que l'aéronef soit établi en rapprochement sur le radioalignement de piste ;**
- e) lorsqu'il fournit à l'aéronef le cap final en vue d'intercepter le radioalignement de piste, le contrôleur confirme la piste à utiliser et informe l'aéronef :
- ☐ de sa position relative par rapport à un repère radioélectrique sur le radioalignement de piste ;

❑ de l'altitude à maintenir jusqu'à ce qu'il soit établi sur le radioalignement de piste en direction du point d'interception de l'alignement de descente si cette altitude diffère de l'altitude de l'approche intermédiaire publiée ;

f) une fois aligné sur le radioalignement de piste, les informations concernant les écarts éventuels par rapport à l'axe nominal du radioalignement de piste sont communiquées sans délai à l'aéronef tant que la surveillance radar est effectuée (cf. h) ci-dessous) ;

g) dès lors **qu'un aéronef pénètre dans la zone de non transgression** établie entre les deux radioalignements de piste, tout aéronef conflictuel avec un aéronef intrus établi sur le radioalignement de piste adjacent doit recevoir **une clairance interrompant sa procédure d'approche**. Cette clairance doit être appliquée sans aucun délai par l'aéronef. Les modalités de délivrance de cette clairance sont précisées par l'autorité compétente des services de la circulation aérienne ;

h) la surveillance radar ne prend fin que lorsque :

❑ la séparation visuelle est appliquée ; ou lorsque

❑ l'aéronef est à un mille marin, ou moins, du seuil de piste, selon les dispositions établies par l'autorité compétente des services de la circulation aérienne.

Note : Il n'est pas exigé d'informer l'aéronef que la surveillance radar a pris fin. »

### Manuel d'exploitation tour et approche de CDG

Il indique :

« Approches simultanées en direction de pistes aux instruments parallèles, sans minimum réglementaire de séparation radar entre aéronefs se trouvant sur des axes de pistes adjacentes. Les arrivées sont séparées et indépendantes une fois que les aéronefs sont établis sur les axes de radioalignement de piste.

❑ Les approches parallèles indépendantes sont autorisées entre les doublets de CDG aux conditions suivantes :

■ ILS conformes aux tableaux § 3.1.2,

■ Fréquences radio exploitables normalement,

■ Utilisation d'ARTAS. En cas d'utilisation de VISSEC cf. 3.1.20.2 Pannes radar

■ Avions corrélés et confirmés,

■ Image radar 18 NM sélectionnée aux positions LOC N et LOC S,

■ De nuit, image radar 30 NM ITM/LOC sélectionnée aux positions LOC/ITM.

❑ Les approches parallèles indépendantes sont autorisées entre les axes 26L/R CDG et 27LB, aux conditions suivantes :

■ ILS conformes aux tableaux § 3.1.2,

■ Fréquences radio exploitables normalement,

■ Utilisation d'ARTAS. En cas d'utilisation de VISSEC cf. 3.1.20.2 Pannes radar

■ Avions corrélés et confirmés,

■ Image radar 18 NM sélectionnée à la position LOC S,

■ De nuit, image radar 30 NM ITM/LOC sélectionnée aux positions LOC/ITM,

■ Interphone CDG/LB en service.

### Surveillance radar des approches parallèles indépendantes

❑ Si un appareil dévie de son axe d'approche tout en étant encore dans la NOZ, corriger immédiatement :

« AFR 0 71, tournez à gauche et revenez sur le Localizer 26 L. »

« AFR 0 71, turn left and return to localizer 26 L. »

❑ Si un appareil pénètre à l'intérieur de la NTZ :

■ donner une instruction d'évitement aux appareils en conflit,

- avertir l'autre LOC (ou l'ITM BA) de l'intrusion en cours (l'utilisation de l'interphone est recommandée pour avertir).

- la phraséologie d'urgence est utilisée :

« AFR 3 45, immédiatement tournez à droite, cap 3 3 0, montez 3 000 ft QNH 1004, immédiatement ».

« AFR 3 4 5, immediately turn right heading 3 3 0, climb 3 000 ft QNH 1004, immediately »

#### Règles d'interception

La piste attribuée est confirmée à chaque appareil :

- au premier contact,
- lors de l'instruction d'interception du LLZ.

L'interception du LLZ s'effectue :

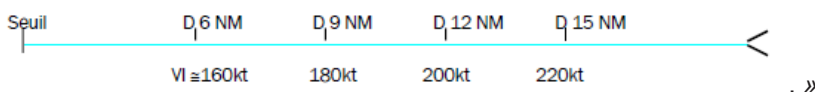
- avec un vol rectiligne d'au moins 1NM avant d'intercepter,
- sous un angle maximum de 30° compte tenu du vent,
- à vitesse modérée.

L'interception du GLIDE s'effectue :

- vol en palier établi sur le LLZ depuis au moins 2 NM.
- à vitesse modérée.

Une séparation de 1 000 ft ou 3 NM est maintenue jusqu'à établissement des appareils sur les LLZ.

Vitesses maximum préconisées :



**annexe 3**  
**Estimation de la charge de travail**

		de contrôle	de fréquence	en fréquence	charge de travail
1	A321	ITM N+S+BA LOC et DEP	62 %	3 : 1 pour la 27R, 1 pour la 26L et 1 au départ	Peu chargée
	B737				
2	ATR72	ITM N+S	43 %	4 dont 2 pour la 26L et 2 pour la 27R	Pas excessivement chargée
	A300				
3	A330	ITM S+BA	59 %	4 dont 1 seul pour LFPB	Normale, peut-être relâchement après période de pointe
	Cessna				
4	RJ85	ITM S+BA	66 %	7 dont 1 seul pour LFPB	Elevée, beaucoup de travail d'un coup à cause d'une trajectoire différente pour évitement
	PC12				
5	A320	ITM S+BA	78 %	8 dont 1 seul pour LFPB	Charge soutenue mais acceptable
	Cessna				
6	A321	ITM S+BA	70 %	8 dont 3 pour FLPB	Dégrouperement en cours à la demande du contrôleur
	Falcon 900				
7	A318	ITM N+S	53 %	4 : 3 pour la 26L et 1 pour la 27R	Normale
	Falcon 7X	ITM BA	18 %	1	Normale
8	A319	ITM N+S	77 %	6 : 4 pour la 26L et 2 pour la 27R	Normale (après relève)
	Falcon 900	ITM BA	52 %	4	Situation plutôt complexe, juste après relève
9	A320	ITM S+BA	60 %	6 dont 1 seul pour LFPB	Normale
	Gulfstream				
10	A319	ITM S	44 %	3	Normale
	Pilatus	ITM N+BA	42 %		Normale
11	B737	ITM N+S+BA	78 %	5 dont 3 pour la 26L, 1 pour la 27R et 1 pour LFPB	Normale
	Cessna				
12	A318	ITM S	70 %	5	Normale
	A318	ITM N	90 %	7	Un peu chargée



**annexe 4**  
**Types d'événements pour notification immédiate**

<b>SECURITE</b>	<p>Accident (personne mortellement ou grièvement blessée et/ou dommages matériels)  Événement où il apparaît qu'un accident a été évité de justesse dans les contextes suivants de rapprochement d'un aéronef avec :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• un autre aéronef, un véhicule, un animal ou une personne</li> <li>• le relief ou un obstacle</li> </ul> <p>Atterrissage ou tentative d'atterrissage/décollage ou tentative de décollage sur piste occupée ou fermée  Événement bord de type « situation d'urgence » signalé par le pilote au contrôleur  Doute annoncé par le pilote sur l'altitude de son vol  Report par le pilote de présence de cendres volcaniques  Problèmes de réception GPS</p>
<b>SURETE</b>	<p>Menace avérée sur un avion (alerte à la bombe, alerte détournement d'avion effectif, etc.)  Pénétration illicite ou tentative de pénétration dans des installations opérationnelles de la DSNA  Alerte à la bombe sur des installations opérationnelles de la DSNA  Intrusion illicite ou tentative grave d'intrusion sur un système d'information navigation aérienne  Acte de vandalisme ou vol sur des équipements opérationnels et/ou des données sensibles détenues par la DSNA</p>
<b>ENVIRONNEMENT</b>	<p>Pénétration dans la zone interdite au-dessus de Paris (P23)  Vidange carburant  Evènements qui peuvent générer des questions environnementales</p>
<b>QUALITE</b>	<p>Événement affectant de façon significative la régularité de la circulation aérienne :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• événement générant des retards de plus de 45 minutes en moyenne</li> <li>• indisponibilité des services ATS ayant des répercussions sur le trafic commercial des passagers</li> </ul> <p>Événement induisant une indisponibilité durable d'une infrastructure au sol ou d'un équipement de la navigation aérienne</p>
<b>MEDIATIQUE</b>	<p>Événement pour lequel on a une suspicion qu'il puisse être médiatisé, par exemple : un déroutement induisant des problèmes dans les aéroports, ou tout contact des médias</p>

**annexe 5**  
**Grille d'événements de sécurité**

Nature du constat	Exemples	Consignes générales
Constat Qualité	Suggestion d'un contrôleur. Réclamation concernant les conditions de travail. Réclamation pilote suite à délais.	Les consignes de traitement sont précisées dans les Manuels ad-hoc (dont DSNA/PRO-003).  Saisie INCA : <b>Elle n'est pas obligatoire !</b>
Constat Sûreté	Alerte à la bombe, ...	Si saisie INCA : laisser les champs « classement » (gravité ATM, gravité ATS, probabilité de nouvelle occurrence et niveau de dysfonctionnement technique) vides.
Constat environnement	Sortie VPE, ...	<b>Utiliser les types d'événements 13 (Avis / suggestions contrôleurs) ou 14 (autres activités QS) ou 15 (divers).</b>
Evénement de sécurité concernant un autre prestataire.	Exemples : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ événement bord : panne hydraulique, panne pressurisation, pare-brise fêlé, ...</li> <li>▪ événement survenu hors espace aérien contrôlé par DSNA.</li> <li>▪ Evénement survenu dans les aires de trafic.</li> <li>▪ Péril animalier.</li> </ul>	Notification vers DSAC et BEA pour les événements entrant dans le cadre de la <b>notification immédiate</b> .  <b>Transmission de l'événement au prestataire concerné.</b> <b>Pas d'analyse en-dehors de la vérification de la non implication de la DSNA.</b>  Saisie INCA : <b>Elle n'est pas obligatoire !</b> Si saisie INCA : laisser les champs « classement » vides.
Nature du constat	exemples	Consignes générales
Evénement d'intérêt pour le suivi de la sécurité ( <b>précurseur sécurité</b> ).	Dépassement de capacité. Problèmes de coordination Similitude d'indicatif. Remise de gaz	Pas d'analyse au sens de la DSNA/PRO-003 mais <b>la confirmation de l'absence d'événement de sécurité au sens de l'annexe 2 de la DSNA/PRO-003 peut nécessiter une vérification en pré-analyse.</b>  Appliquer les consignes de traitement ad-hoc (similitude d'indicatif, dépassement de capa) mentionnés dans le Man TES QS/S.  <b>Saisie INCA : oui.</b> Classement si intérêt pour la sécurité.
accident ou événement	<b>Annexe 2 de la DSNA/PRO_003, partie</b>	Cf. Manuel QS/S.
avec risque de collision sur un ou plusieurs vols. (domaine QS/S)	<b>i) et ii).</b>	
Dysfonctionnement technique (panne d'un matériel) avec impact sur la capacité à rendre les services ATS (domaine DO/QST)	Dysfonctionnement technique.	Cf. Manuel QS/T.
Dysfonctionnement technique (anomalie de fonctionnement) avec impact sur la capacité à rendre les services ATS (domaine Sub Etudes)	Anomalie technique.	Cf. Manuel QS/T.



## **annexe 6**

### **Gravité ATM**

**La gravité ATM globale** de l'événement est déterminée par le risque de collision (entre aéronefs ou entre un aéronef et un véhicule, le sol/la mer ou un obstacle) ainsi que le niveau de maîtrise de la situation par l'ATM au moment des faits.

Elle est classée selon 5 niveaux :

- A) Incident grave
- B) Incident majeur
- C) Incident significatif
- E) Aucune incidence sur la sécurité
- D) Indéterminé

**La gravité ATM Sol** (ou gravité ATS) représente la composante de la gravité ATM globale correspondante aux services rendus par la DSNA au moment des faits.

Elle est classée selon 6 niveaux :

- a) Très importante
- b) Importante
- c) Modérée
- d) Indéterminée
- e) Nulle

**La probabilité de nouvelle occurrence** prend en compte l'analyse des causes systémiques (côté DSNA) de l'événement ainsi que le contexte (conditions de trafic et état de l'ATM Sol).

Elle est classée selon 6 niveaux :

- 1) Très élevée
- 2) Elevée
- 3) Significative
- 4) Faible
- 5) Très faible
- 0) Non déterminée

## annexe 7

### Plan HN

Le plan HN comporte treize actions :

- ❑ Mener le plan d'action de prévention des HN dans le cas d'interceptions simultanées à CDG.
- ❑ Ce plan de prévention consiste en un recueil des bilans HN, des bilans des rapprochements dangereux et des bilans HN lors d'interception ILS simultanées. Un comparatif de ces données est ensuite réalisé afin d'évaluer l'impact des mesures de retour d'expérience prises dans ce domaine. Un rappel des consignes, un bilan sur la conformité des approches ainsi qu'une analyse de la problématique de surcharge de l'ITM Sud en configuration face à l'ouest sont également envisagés.  
Mener une analyse approfondie des cas d'utilisation par l'approche de Paris Orly de la zone tampon entre les espaces de régulation respectifs de Paris Orly et CDG en provenance du sud-est (configuration face à l'ouest).
- ❑ Améliorer de manière urgente les outils de détection et d'analyse des cas de HN, notamment à l'aide d'un outil de dépouillement systématique des alertes STCA à partir d'ELVIRA.  
Cet outil permet d'établir des bilans mensuels. Un indicateur est calculé.
- ❑ Mener une étude sur le développement de l'expertise des subdivisions (détachements, gestion des équipes).
- ❑ Organiser des CLS en région parisienne.
- ❑ Mener une étude approfondie sur les causes et facteurs contributifs des événements de sécurité de type HN à CDG, en particulier dans le domaine des facteurs humains.  
En octobre 2008, une équipe FHU a ainsi été accueillie in situ, a effectué diverses observations/entretiens et a fait une revue de la base INCA CDG dans le premier semestre 2009. Un rapport a été diffusé à l'automne 2009 contenant un diagnostic FH ainsi que des recommandations.
- ❑ Améliorer la gestion ATM, en particulier interface entre les différents secteurs, équilibrage des doublets, gestion des dégroupements et regroupements.  
En ce qui concerne la gestion des dégroupements et regroupements, la position de chef d'approche a été mise en place afin d'anticiper les pointes de trafic et de les gérer. Un suivi des HN dans l'heure de pointe du matin a été mis en place.  
Une étude statistique de la charge de travail évaluée à travers le taux d'occupation des fréquences doit permettre de cadrer les schémas de dégroupements et regroupements.
- ❑ Déployer les nouveaux outils d'assistance aux contrôleurs.
- ❑ Mettre en œuvre une politique volontariste d'utilisation des simulateurs.
- ❑ Mettre en œuvre les chefs de l'approche.
- ❑ Mener l'étude sur la spécialisation des qualifications TWR, APP à Paris Orly et CDG.
- ❑ Poursuivre l'étude relative aux méthodes de travail du LOC à CDG (LOC1-LOC2).
- ❑ Sensibiliser systématiquement les équipes aux enjeux de sécurité :
  - Diffusion systématique aux contrôleurs des informations relatives aux événements de sécurité récents
  - Généralisation des briefings spécialisés et de la nomination de correspondants « sécurité » dans les équipes.



Bureau d'Enquêtes et d'Analyses  
pour la sécurité de l'aviation civile

200 rue de Paris  
Zone Sud - Bâtiment 153  
Aéroport du Bourget  
93352 Le Bourget Cedex - France  
T : +33 1 49 92 72 00 - F : +33 1 49 92 72 03  
[www.bea.aero](http://www.bea.aero)