



Organisation de l'aviation civile internationale

DOUZIÈME CONFÉRENCE DE NAVIGATION AÉRIENNE

Montréal, 19 – 30 novembre 2012

VOLUME II – MISES À NIVEAU PAR BLOCS DU SYSTÈME DE L'AVIATION

DOSSIER DE RAPPORT

Les éléments du présent rapport n'ont pas été examinés par la Commission de navigation aérienne. Les vues qui y sont exprimées doivent être considérées comme l'avis donné par un groupe d'experts à la Commission de navigation aérienne, qui ne représente pas nécessairement le point de vue de l'Organisation. Lorsque la Commission de navigation aérienne aura examiné le présent rapport, un supplément sera publié pour exposer les décisions qu'elle aura prises à son sujet.

DOCUMENT DE TRAVAIL

SUR LES

MISES À NIVEAU PAR BLOCS DU SYSTÈME DE L'AVIATION

CADRE D'HARMONISATION MONDIALE

PUBLIÉ LE 17 JUILLET 2012

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

TABLE DES MATIÈRES

APPENDICE A. RENSEIGNEMENTS DÉTAILLÉS SUR LES MISES À NIVEAU PAR BLOCS DU SYSTÈME DE L'AVIATION.....	1
Domaine d'amélioration des performances 1 : Opérations aéroportuaires	3
Continuum : Accessibilité des aéroports	3
Module n° B0-65 : Optimisation des procédures d'approche, notamment par le guidage vertical.....	5
Module n° B1-65 : Optimisation des procédures d'approche	13
Domaine d'amélioration des performances 1 : Opérations aéroportuaires	19
Continuum : Séparation en fonction de la turbulence de sillage	19
Module n° B0-70 : Augmentation du débit sur pistes grâce à la séparation dynamique en fonction de la turbulence de sillage	21
Module n° B1-70 : Augmentation du débit des pistes par la séparation dynamique en fonction de la turbulence de sillage.....	29
Module n° B2-70 : Séparation avancée en fonction de la turbulence de sillage (basée sur le temps)	39
Domaine d'amélioration des performances 1 : Opérations aéroportuaires	43
Continuum : AMAN/DMAN	43
Module n° B0-15 : Amélioration du débit de trafic sur piste grâce au séquençement (AMAN/DMAN).....	45
Module n° B1-15 : Opérations aéroportuaires améliorées par la gestion intégrée des départs, des arrivées et des manœuvres de surface.....	51
Module n° B2-15 : Intégration AMAN/DMAN.....	63
Module n° B3-15 : Intégration complète AMAN/DMAN/SMAN.....	69
Domaine d'amélioration des performances 1 : Opérations aéroportuaires	73
Continuum : Opérations à la surface	73
Module n° B0-75 : Amélioration de la sécurité sur piste (A-SMGCS niveaux 1-2).....	75
Module n° B1-75 : Sécurité et efficacité accrues des opérations à la surface – SURF, SURF-IA et EVS.....	83
Module n° B2-75 : Optimisation du guidage de surface et avantages pour la sécurité (A-SMGCS niveaux 3-4 et SVS).....	91
Domaine d'amélioration des performances 1 : Opérations aéroportuaires	101
Continuum : Prise de décisions en collaboration aux aéroports.....	101
Module n° B0-80 : Opérations aéroportuaires améliorées par le CDM-aéroports	103
Module n° B1-80 : Opérations aéroportuaires optimisées grâce à la gestion complète avec la CDM – aéroports	109
Domaine d'amélioration des performances 1 : Opérations aéroportuaires	113
Continuum : Tours de contrôle commandées à distance	113
Module n° B1-81 : Gestion à distance du contrôle d'aérodrome	115

Domaine d'amélioration des performances 2 : Interopérabilité mondiale des systèmes et des données — par la gestion de l'information et l'interopérabilité dans l'ensemble du système (SWIM), à l'échelle mondiale	125
Continuum : FF/ICE	125
Module n° B0-25 : Interopérabilité, efficacité et capacité accrues grâce à l'intégration sol-sol	127
Module n° B1-25 : Interopérabilité, efficacité et capacité accrues grâce à la phase 1 du concept FF-ICE (application avant départ)	133
Module n° B2-25 : Coordination améliorée grâce à l'intégration sol-sol multicentre (phase 1 du concept FF-ICE et objet-vol, SWIM)	139
Module n° B3-25 : Performances opérationnelles améliorées grâce à la mise en œuvre intégrale du concept FF-ICE	145
Domaine d'amélioration des performances 2 : Interopérabilité mondiale des systèmes et des données — par la gestion de l'information et l'interopérabilité dans l'ensemble du système (SWIM), à l'échelle mondiale	151
Continuum : Gestion numérique de l'information aéronautique	151
Module n° B0-30 : Amélioration des services par la gestion de l'information aéronautique (AIM) numérique	153
Module n° B1-30 : Amélioration des services grâce à l'intégration de toutes les données ATM numériques	159
Domaine d'amélioration des performances 2 : Interopérabilité mondiale des systèmes et des données — par la gestion de l'information et l'interopérabilité dans l'ensemble du système (SWIM), à l'échelle mondiale	163
Continuum : Gestion de l'information à l'échelle du système	163
Module n° B1-31: Amélioration des performances par l'application de la gestion de l'information à l'échelle du système (SWIM)	165
Module n° B2-31: Permettre la participation des systèmes embarqués à l'ATM coopérative grâce à la SWIM	171
Domaine d'amélioration des performances 2 : Interopérabilité mondiale des systèmes et des données — par la gestion de l'information et l'interopérabilité dans l'ensemble du système (SWIM), à l'échelle mondiale	175
Continuum : Meilleurs renseignements météorologiques	175
Module n° B0-105 : Renseignements météorologiques à l'appui d'un renforcement de l'efficacité opérationnelle et de la sécurité	177
Module n° B1-105 : Amélioration des décisions opérationnelles par le biais de renseignements météorologiques intégrés (service de planification et service à court terme)	187
Module n° B3-105 : Amélioration des décisions opérationnelles par le biais de renseignements météorologiques intégrés (service à court terme et immédiat)	195
Domaine d'amélioration des performances 3 : Optimisation de la capacité et flexibilité des vols — par une ATM mondiale collaborative	201
Continuum : Libre choix des routes	201
Module n° B0-10 : Amélioration des opérations grâce à de meilleures trajectoires en route	203
Module n° B1-10 : Amélioration des opérations grâce à des routes ATS optimales	219
Module n° B3-10 : Gestion de la complexité du trafic	227

Domaine d'amélioration des performances 3 : Optimisation de la capacité et flexibilité des vols — par une ATM mondiale collaborative.....	231
Continuum : Exploitation en réseau	231
Module n° B0-35 : Amélioration de l'écoulement du trafic grâce à une planification basée sur une vue d'ensemble du réseau.....	233
Module n° B1-35 : Amélioration de l'écoulement du trafic grâce à la planification opérationnelle du réseau	241
Module n° B2-35 : Participation accrue des usagers à l'utilisation dynamique du réseau.....	247
 Domaine d'amélioration des performances 3 : Optimisation de la capacité et flexibilité des vols — par une ATM mondiale collaborative.....	 251
Continuum : Surveillance initiale.....	251
Module n° B0-84 : Capacité initiale de surveillance au sol	253
 Domaine d'amélioration des performances 3 : Optimisation de la capacité et flexibilité des vols — par une ATM mondiale collaborative.....	 259
Continuum : Autoséparation.....	259
Module n° B0-85 : Connaissance de la situation du trafic aérien (ATSA)	261
Module n° B1-85 : Capacité et souplesse accrues par la gestion des intervalles	269
Module n° B2-85 : Séparation autonome gérée par l'équipage de conduite (ASEP).....	275
Module n° B3-85 : Autoséparation (SSEP).....	281
 Domaine d'amélioration des performances 3 : Optimisation de la capacité et flexibilité des vols — par une ATM mondiale collaborative.....	 287
Continuum : Niveaux de vol optimaux	287
Module n° B0-86 : Accès à des niveaux de vol optimisés grâce à des procédures de montée/descente basées sur l'ADS-B	289
 Domaine d'amélioration des performances 3 : Optimisation de la capacité et flexibilité des vols — par une ATM mondiale collaborative.....	 295
Continuum : Systèmes anticollision embarqués.....	295
Module n° B0-101 : Améliorations de l'ACAS	297
Module n° B2-101 : Nouveau système anticollision embarqué	303
 Domaine d'amélioration des performances 3 : Optimisation de la capacité et flexibilité des vols — par une ATM mondiale collaborative.....	 309
Continuum : Filets de sauvegarde	309
Module n° B0-102 : Efficacité accrue des filets de sauvegarde au sol	311
Module n° B1-102 : Filets de sauvegarde au sol	315
 Domaine d'amélioration des performances 4 : Efficacité des trajectoires de vol — grâce aux opérations basées sur trajectoire	 319
Continuum : Opérations en descente continue	319
Module n° B0-05: Amélioration de la flexibilité et de l'efficacité dans les profils de descente (CDO).....	321
Module n° B1-05 : Amélioration de la flexibilité et de l'efficacité dans les profils de descente (CDO) avec VNAV	331
Module n° B2-05 : Amélioration de la flexibilité et de l'efficacité en profils de descente (CDO) avec VNAV, vitesse requise et heure à l'arrivée.....	335
Module n° B3-05 : Opérations basées sur trajectoire en 4D	341

Domaine d'amélioration des performances 4 : Efficacité des trajectoires de vol — grâce aux opérations basées sur trajectoire	349
Continuum : Opérations basées sur trajectoire	349
Module n° B0-40 : Amélioration de la sécurité et de l'efficacité par application initiale de liaisons de données en route	351
Module n° B1-40 : Meilleure synchronisation du trafic et opérations basées sur trajectoire initial	359
Domaine d'amélioration des performances 4 : Efficacité des trajectoires de vol — grâce aux opérations basées sur trajectoire	369
Continuum : Opérations à montée continue	369
Module n° B0-20 : Amélioration de la flexibilité et de l'efficacité profils de départ – opérations en montée continue (CCO)	371
Domaine d'amélioration des performances 4 : Efficacité des trajectoires de vol — grâce aux opérations basées sur trajectoire	379
Continuum : Aéronefs télépilotes	379
Module n° B1-90 : Intégration initiale des aéronefs télépilotes (RPA) dans l'espace aérien non réservé	381
Module n° B2-90 : Intégration des aéronefs télépilotes (RPA) au trafic aérien	389
Module n° B3-90 : Gestion transparente des aéronefs télépilotes (RPA)	397
APPENDICE B — LISTE DES ABRÉVIATIONS ET DES ACRONYMES	405
APPENDICE C — FIGURE DES MODULES ASBU	411

APPENDICE A

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES MISES À NIVEAU PAR BLOCS DU SYSTÈME DE L'AVIATION

Le présent appendice contient une description détaillée des modules qui composent chaque bloc de mise à niveau. Les modules sont présentés par domaine d'amélioration des performance (ou suite).

Chaque module est numéroté en fonction du bloc et du continuum auxquels il est associé. Par exemple, le numéro B0-65 désigne le module 65 du bloc 0. Cette taxonomie a été utilisée pour faciliter l'élaboration des modules, mais le lecteur n'a pas à en tenir compte.

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

Domaine d'amélioration des performances 1 : Opérations aéroportuaires

Continuum : Accessibilité des aéroports

PROJET

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE N° B0-65 : OPTIMISATION DES PROCÉDURES D'APPROCHE,
NOTAMMENT PAR LE GUIDAGE VERTICAL**

Résumé	La mise en œuvre de la navigation fondée sur les performances (PBN) et du système de renforcement au sol (GBAS) sous la forme des procédures (GLS ¹) (GBAS landing system) se traduira par une amélioration de la fiabilité et de la prédictibilité des approches des pistes, assurant une sécurité, une accessibilité et une efficacité améliorées. Tout cela sera rendu possible par une combinaison du système mondial de navigation par satellite (GNSS) de base, de la navigation barométrique verticale (VNAV), du système de renforcement satellitaire (SBAS) et du GLS. La flexibilité inhérente à la conception PBN peut être exploitée pour augmenter le débit des pistes.	
Principale incidence sur la performance, conformément au Doc 9854	KPA-01 – Accès et traitement équitable, KPA-02 – Capacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-05 – Environnement; KPA-10 – Sécurité.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Approche	
Considérations relatives à l'application	Ce module est applicable à toutes les extrémités de piste pour les approches aux instruments, pour les approches de précision et, dans une mesure limitée, pour les approches à vue.	
Composant(s) du concept mondial, d'après le Doc 9854	AUO – opérations des usagers de l'espace aérien AO – opérations aéroportuaires	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-5 : RNAV et RNP (navigation fondée sur les performances) GPI-14 : exploitation des pistes GPI-20 : WGS84	
Principales interdépendances	Aucun	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt √ ou date prévue).
	État de préparation des normes	✓ (B0 - GLS CAT I seulement)
	Disponibilité de l'avionique	✓
	Disponibilité des systèmes au sol	✓
	Disponibilité des procédures	✓
	Approbations d'exploitation	✓

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Ce module complète d'autres éléments des espaces aériens et des procédures (opérations en descente continue (CDO), PBN et gestion des espaces aériens) en vue d'améliorer l'efficacité, la sécurité, l'accès et la prédictibilité.

1.1.2 Ce module décrit les moyens disponibles pour les procédures d'approche qui sont susceptibles d'être largement utilisées dès maintenant.

¹ Pour ce qui est de B0, GLS CAT I seulement. Voir B1 pour GLS CAT II/III.

1.2 Base de référence

1.2.1 Les aides à la navigation classiques [comme le système d'atterrissage aux instruments (ILS), les radiobalises omnidirectionnelles (VOR), les radiobalises non directionnelles (NDB)] présentent toutes des limitations dans leur capacités de permettre des atterrissages aux minimums les plus bas pour chaque piste. Dans le cas de l'ILS, les limitations comprennent les coûts, la disponibilité de sites appropriés pour l'infrastructure au sol et l'impossibilité de prévoir des trajectoires de descente multiples vers des pistes différentes. Les procédures VOR et NDB n'offrent pas de guidage vertical et imposent des minimums relativement élevés, dépendant des considérations d'implantation.

1.2.2 Dans un contexte mondial, des procédures PBN basées sur le GNSS ont été implantées. Certains États utilisent déjà de nombreuses procédures PBN. Il y a plusieurs procédures GLS (CAT I) en exploitation.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 À l'exception du système de renforcement au sol (GBAS), base du GLS, les procédures de navigation fondées sur les performances (PBN) n'utilisent pas d'aides au sol et offrent aux concepteurs une totale flexibilité dans la détermination des trajectoires latérales et verticales d'approche finale. Les procédures d'approche PBN peuvent en outre être totalement intégrées avec les procédures d'arrivée PBN, de même que les opérations en descente continue (CDO), ce qui permet de réduire la charge de travail des équipages et des contrôleurs, tout en minimisant la probabilité pour qu'un aéronef dévie de la trajectoire prévue.

1.3.2 Les États peuvent implanter des procédures d'approche PBN basées sur le GNSS offrant des minimums réduits aux aéronefs équipés de l'avionique de base GNSS, avec ou sans capacité de navigation Baro-VNAV, ainsi qu'aux aéronefs équipés de l'avionique SBAS. Les procédures GLS, qui ne sont pas couvertes dans le manuel PBN, utilisent des infrastructures d'aéroport, mais une seule station suffit pour les approches sur toutes les pistes et le GLS offre la même flexibilité de conception que les procédures PBN. Cette flexibilité est un avantage lorsque les aides conventionnelles sont hors service à cause d'une panne ou pour des travaux de maintenance. Quel que soit son équipement avionique, chaque aéronef est assuré de suivre la même trajectoire latérale. Des approches peuvent être conçues pour des pistes disposant ou non des moyens d'approche traditionnels, ce qui est avantageux pour les aéronefs équipés PBN, encourage les exploitants à équiper leurs aéronefs et permet de planifier à terme un retrait du service de certaines aides conventionnelles.

1.3.3 L'obtention d'un maximum d'avantages de ces procédures repose sur le taux d'équipement des aéronefs. Les exploitants prennent indépendamment leur décision d'équiper leur flotte en fonction de la valeur cumulée des avantages qu'ils peuvent en tirer et des économies potentielles sur le carburant et les coûts liés aux perturbations des vols. L'expérience a montré que les exploitants attendaient généralement de renouveler leur flotte, plutôt que de rééquiper leurs aéronefs existants. Cependant, des solutions sont disponibles pour ajouter les capacités RNP/LPV et de nombreux propriétaires d'avions d'affaires en ont déjà profité.

2. AMÉLIORATIONS OPÉRATIONNELLES ESComptées ET MÉTRIQUES D'ÉVALUATION DU SUCCÈS

2.1 Les métriques d'évaluation du succès de ce module sont proposées dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Accès et traitement équitable</i>	Meilleure accessibilité des aérodrômes.
<i>Capacité</i>	Contrairement à l'ILS, les solutions basées sur le GNSS (PBN et GLS) n'exigent pas de définir et de gérer des secteurs sensibles et critiques pour éventuellement améliorer la capacité des pistes.
<i>Efficacité</i>	L'abaissement des minimums d'approche offre des avantages économiques en réduisant les déroutements, les escales manquées, les annulations de vol et les retards. Des gains liés à l'amélioration des capacités des aéroports dans certaines circonstances (doublets de pistes parallèles, etc.) sont réalisés grâce à la possibilité de définir des approches alternées avec des seuils de piste décalés.
<i>Environnement</i>	La réduction de la consommation ne peut qu'être favorable à l'environnement.
<i>Sécurité</i>	Trajectoires d'approche mieux stabilisées.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	Les exploitants d'aéronefs et les fournisseurs de service de navigation aérienne (ANSP) peuvent quantifier les avantages de minimums réduits à partir des observations météorologiques historiques et de la modélisation de l'accessibilité des aéroports avec les minimums existants et réduits. Chaque exploitant peut comparer la valeur économique de ces avantages aux coûts de l'avionique supplémentaire nécessaire. Tant qu'il n'existe pas de normes GBAS (CAT II/III), le GLS ne peut pas être considéré comme un candidat au remplacement global de l'ILS. Le dossier économique du GLS doit tenir compte du coût du maintien de l'ILS ou du MLS pour permettre la poursuite des opérations en cas d'interférence.

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 Le *Manuel de la navigation fondée sur les performances (PBN)* (Doc 9613), le *Manuel du système mondial de navigation par satellite (GNSS)* (Doc 9849), Annexe 10 — *Télécommunications aéronautiques* et les *Procédures pour les services de navigation aérienne — Exploitation technique des aéronefs*, Volume I — *Procédures de vol*, ainsi que le Volume II — *Construction des procédures de vol à vue et de vol aux instruments* (PANS-OPS, Doc 8168) fournissent des informations sur les performances des systèmes, la conception des procédures et techniques de vol nécessaires pour rendre possibles les procédures d'approche PBN. Le *Manuel du Système géodésique mondial — 1984 (WGS-84)* (Doc 9674) fournit des indications sur les exigences de positionnement et de traitements informatiques. Le *Manuel sur la vérification des aides radio à la navigation* (Doc 8071), Volume II — *Vérification des systèmes de radionavigation par satellite* fournit des indications sur les essais du GNSS. Ces essais sont destinés à confirmer la validité des signaux GNSS à l'appui de procédures de vol conformes aux normes de l'Annexe 10. Les ANSP doivent également évaluer la validité d'une procédure en vue de sa publication, comme décrit dans PANS-OPS, Volume II, Partie I, Section 2, Chapitre 4, Assurance de la qualité. Le *Manuel d'assurance de la qualité dans le processus de conception des procédures de vol* (Doc 9906), Volume 5 — *Validation des procédures de vol aux instruments* fournit les indications nécessaires pour la validation des procédures de vol aux instruments, y compris des procédures PBN. La validation en vol des procédures PBN est moins coûteuse que celle des aides conventionnelles pour deux raisons : les

aéronefs utilisés n'ont pas besoin d'être équipés de systèmes complexes de mesure et d'enregistrement des signaux, et il n'est pas nécessaire de vérifier périodiquement ces signaux.

3.2 Ces documents fournissent donc l'information de base et les directives de mise en œuvre pour les ANSP, les exploitants d'aéronefs, les autorités aéroportuaires et les organismes de réglementation de l'aviation.

4. FONCTIONNALITÉS REQUISES AU NIVEAU DES SYSTÈMES

4.1 Avionique

4.1.1 Les procédures d'approche PBN peuvent être suivies avec une avionique GNSS adaptée aux règles de base du vol aux instruments (IFR) permettant la surveillance des performances et les alarmes à bord qui sont compatibles avec les minimums de navigation latérale (LNAV). Les récepteurs GNSS IFR de base peuvent être intégrés à la fonctionnalité Baro-VNAV pour assurer le guidage vertical aux minimums LNAV/VNAV. Dans les États qui ont défini des zones de service SBAS, les aéronefs équipés d'une avionique SBAS peuvent faire des approches avec guidage vertical jusqu'aux minimums LPV, ces derniers pouvant être aussi bas que ceux de ILS CAT I sur une piste équipée pour l'atterrissage aux instruments de précision, et avec une altitude de descente minimale (MDA) aussi basse que 250 ft pour une piste aux instruments. Dans un secteur de service SBAS, l'avionique SBAS peut fournir des avis de guidage vertical dans le cadre de procédures NDB et VOR classiques, ce qui se traduit par des approches mieux stabilisées avec une sécurité supérieure. Les aéronefs ont besoin d'un équipement avionique approprié pour suivre des approches GLS (GBAS land system).

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 Les procédures basées sur le SBAS ne nécessitent aucune nouvelle infrastructure au niveau de l'aéroport, mais les éléments du système SBAS (stations de référence, stations maîtresses, satellites géostationnaires) doivent être en place pour pouvoir offrir ce niveau de service. Par ailleurs, l'ionosphère est très active dans les régions équatoriales, ce qui pose des problèmes techniques pour la génération SBAS actuelle lorsqu'il s'agit de permettre des approches à guidage vertical dans ces régions. Une station GLS installée sur l'aérodrome est nécessaire pour permettre des approches à guidage vertical CAT I sur toutes les pistes du terrain en question.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 La mise en œuvre de procédures d'approche à guidage vertical favorise une meilleure gestion des ressources en équipe lorsque l'équipage est soumis à une charge de travail élevée et parfois complexe. Une répartition plus rationnelle des procédures entre les membres de l'équipage minimisera les risques d'erreurs opérationnelles et favorisera les performances humaines. Il s'agit là d'avantages évidents sur le plan de la sécurité, par rapport aux procédures sans guidage vertical. De plus, certaines simplifications et certains gains d'efficacité peuvent être obtenus par une meilleure formation de l'équipage.

5.1.2 Les facteurs humains ont été pris en considération dans le développement des processus et des procédures associés à ce module. Dans ce processus d'automatisation, l'interface humain-machine a été prise en considération d'un point de vue fonctionnel autant qu'ergonomique. La possibilité de pannes latentes n'est cependant pas éliminée et la vigilance est nécessaire à tous les niveaux de la mise en œuvre. Les problèmes liés à des facteurs humains devront être identifiés au cours de la mise en œuvre et signalés à la communauté internationale par l'entremise de l'OACI, dans le cadre de toute initiative de retour en matière de sécurité.

5.2 Besoins de formation et de qualification

5.2.1 Ce module nécessitera une formation aux normes et aux procédures opérationnelles, conformément aux documents référencés à la Section 8. De même, les exigences de qualification qui figurent dans les aspects réglementaires de la Section 6, font partie intégrante de la mise en œuvre du module.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : les critères actuellement disponibles sont ceux publiés dans la Section 8.4 et il n'y a pas actuellement besoin d'orientations nouvelles ou amendées sur le plan de la réglementation, ni de normes nécessaires pour le moment.
- Plans d'approbation : ce module ne nécessite pas de critères d'approbation nouveaux ou amendés pour le moment. Les plans de mise en œuvre devront tenir compte des équipements embarqués disponibles, des systèmes au sol et des approbations opérationnelles.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

- **États-Unis** : les États-Unis ont publié plus de 5 000 procédures d'approche PBN. De ce nombre, environ 2 500 comportent des minimums LNAV/VNAV et LPV, ces derniers étant basés sur le système de renforcement à couverture étendue (WAAS) (SBAS). Pour les procédures qui comportent des minimums LPV, environ 500 ont une hauteur de décision de 60 m (200 ft). Selon les plans actuels, la totalité (environ 5 500) des pistes des États-Unis auront la précision latérale avec des minimums de guidage vertical (LPV) d'ici à 2016. Une démonstration de procédure GLS CAT I est en place à Newark (KEWR); la certification est attendue en août 2012, sous réserve de la résolution de problèmes techniques et opérationnels. Les États-Unis ont actuellement une procédure GLS CAT I en vigueur à Houston (KIAH).
États-Unis – CAT II/III. Une collaboration avec l'industrie est en cours pour élaborer un prototype d'opérations CAT II/III dont l'approbation opérationnelle est prévue en 2017.
- **Canada** : en date de juillet 2011, le Canada a publié 596 procédures d'approche PBN avec des minimums LNAV. De ces procédures, 23 comportent des minimums LNAV/VNAV et 52 des minimums LPV, ces derniers basés sur le WAAS (SBAS). Le Canada a l'intention d'adopter d'autres procédures PBN et d'ajouter des minimums LNAV/VNAV et LPV aux procédures

LNAV, mais seulement à la demande des exploitants d'aéronefs. Le Canada n'a pas d'installations GLS.

- **Australie** : l'Australie a publié environ 500 procédures d'approche PBN avec minimums LNAV et prévoit y ajouter des minimums LNAV/VNAV. En date de juin 2011, soixante autres procédures étaient en cours de développement. Cinq pour cent seulement des aéronefs opérant en Australie étaient dotés de la capacité Baro-VNAV. L'Australie n'a pas déployé le SBAS et n'a donc pas de minimums d'approche LPV. L'Australie a effectué un essai GLS CAT I à Sydney et installera prochainement un système certifié pour des essais en vue d'une approbation opérationnelle complète.
- **France** : en juin 2011, la France a publié cinquante procédures PBN avec minimums LNAV. Trois comportent des minimums LPV, et aucune des minimums LNAV/VNAV. Il est prévu qu'à la fin de 2011, il y aura quatre-vingt LNAV, dix LPV et 1 LNAV/VNAV. L'objectif est d'implanter des procédures PBN pour la totalité des pistes IFR françaises avec des minimums LNAV en 2016, puis avec des minimums LPV et LNAV/VNAV, en 2020. La France dispose d'un seul système GLS utilisé pour la certification des aéronefs, mais pas en opérations normales. La France n'a pas de projet CAT I GLS.
- **Brésil** : en juin 2011, le Brésil avait publié 146 procédures PBN avec des minimums LNAV, et quarante-cinq avec des minimums LNAV/VNAV. 179 procédures sont en cours de développement, dont 171 avec des minimums LNAV/VNAV. Un système GBAS CAT I est installé à Rio de Janeiro et il est prévu que le GLS sera implanté dans les grands aéroports du Brésil à partir de 2014. Le Brésil n'a pas d'application SBAS, en partie à cause de la difficulté d'offrir un service SBAS sur une seule fréquence dans les régions équatoriales.
- **Inde** : des procédures RNAV-1 basées sur la PBN sont appliquées aux départs normalisés aux instruments (SID) et aux arrivées normalisées aux instruments (STAR) sur six grands aéroports. L'Inde prévoit implanter 38 procédures RNP APCH avec des minimums LNAV et LNAV/VNAV aux principaux aéroports. Pour certains, ces procédures d'approche seront conjuguées aux STAR RNP-1.

7.2 Activités prévues ou en cours

- **Inde** : l'Inde est en train de développer un système SBAS appelé GAGAN (GPS Aided Geo Augmented Navigation). Le système GAGAN certifié sera disponible en juin 2013 et devrait couvrir la région APAC et au-delà. L'Inde a prévu de mettre en œuvre le GLS pour appuyer la navigation par satellite dans les zones de contrôle terminal (TMA), de façon à accroître l'accessibilité des aéroports. Le premier projet pilote débutera en 2012 à Chennai.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

OACI Annexe 10 — *Télécommunications aéronautiques*, Volume I — *Aides radio à la navigation*. En 2011, une ébauche d'amendement des normes et pratiques recommandées (SARP) pour le GLS en vue de faciliter les approches CAT II/III, a été produite et en cours de validation par les États et les équipementiers.

8.2 Procédures

Doc 8168 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne — Exploitation technique des aéronefs*

8.3 Éléments indicatifs

- ZONES DE CONTRÔLE TERMINAL Doc 9674 de l'OACI, *Manuel du Système géodésique mondial — 1984 (WGS-84)*
- ZONES DE CONTRÔLE TERMINAL Doc 9613 de l'OACI, *Manuel de la navigation fondée sur les performances (PBN)*
- ZONES DE CONTRÔLE TERMINAL Doc 9849 de l'OACI, *Manuel du système mondial de navigation par satellite (GNSS)*
- ZONES DE CONTRÔLE TERMINAL Doc 9906 de l'OACI, *Manuel d'assurance de la qualité dans le processus de conception des procédures de vol, Volume 5 — Validation des procédures de vol aux instruments*
- ZONES DE CONTRÔLE TERMINAL Doc 8071 de l'OACI, *Manuel sur la vérification des aides radio à la navigation, Volume II — Vérification des systèmes de radionavigation par satellite*
- ZONES DE CONTRÔLE TERMINAL Doc 9931 de l'OACI, *Manuel des opérations en descente continue (CDO)*

8.4 Documents d'approbation

- FAA AC 20-138, TSO-C129/145/146
 - Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien*
 - OACI *Classification des plans de vol*
 - Doc 8168 de l'OACI, *Exploitation technique des aéronefs*
 - Doc 9613 de l'OACI, *Manuel de la navigation fondée sur les performances (PBN)*
 - OACI Annexe 10 — *Télécommunications aéronautiques*
 - OACI Annexe 11 — *Services de la circulation aérienne*
 - Doc 9674 de l'OACI, *Manuel du Système géodésique mondial — 1984 (WGS-84)*
-

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

MODULE N° B1-65 : OPTIMISATION DES PROCÉDURES D'APPROCHE

Résumé	Ce module poursuit la progression de la mise en œuvre universelle des approches PBN. Les procédures PBN et GLS (CAT II/III) sont conçues pour rehausser la fiabilité et la prédictibilité des approches en améliorant la sécurité, l'accessibilité et l'efficacité des opérations.	
Principale incidence sur la performance, conformément au Doc 9854	KPA-04 – Efficacité, KPA-05 – Environnement, KPA-10 – Sécurité.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Approche et atterrissage	
Considérations relatives à l'application	Ce module est applicable à toutes les extrémités de piste.	
Composant(s) du concept mondial, d'après le Doc 9854	AUO – Opérations des usagers de l'espace aérien AO – Opérations aéroportuaires	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-5 : RNAV et RNP (PBN) GPI-14 : exploitation des pistes GPI-20 : WGS84	
Principales interdépendances	B0-65	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt √ ou date prévue)
	État de préparation des normes	Est. 2014
	Disponibilité de l'avionique	Est. 2018
	Disponibilité des systèmes au sol	√
	Disponibilité des procédures	√
	Approbations d'exploitation	Est. 2015

1. EXPOSÉ**1.1 Généralités**

1.1.1 Ce module complète d'autres éléments de la gestion de l'espace aérien et des procédures correspondantes (CDO, PBN et gestion de l'espace aérien) dans le but d'améliorer l'efficacité, la sécurité, l'accès et la prédictibilité.

1.2 Base de référence

1.2.1 Le module B0-65 est un premier pas vers la mise en œuvre universelle des approches basées sur le GNSS. Il est probable que de nombreux États décideront de se doter d'un nombre important de procédures PBN et, dans certains cas, ces procédures seront la règle pour toutes les pistes. Dans les zones où le GLS et/ou le SBAS sont disponibles, les pistes équipées pour les approches de précision aux instruments auront les minimums CAT I.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Ce module propose de tirer parti des minimums actuels les plus bas en étendant les approches basées sur le GNSS, de la catégorie CAT I aux catégories CAT II/III, pour un nombre limité d'aéroports. Il propose également d'intégrer les arrivées STARS PBN directement dans toutes les approches à guidage vertical. Cette capacité ouvre la voie à des approches curvilignes et à des approches

segmentées dans un système intégré. La mise en place de constellations GNSS multifréquences permettra d'envisager une amélioration des procédures d'approche.

1.3.2 Avec la disponibilité de nouvelles procédures PBN et GLS, un plus grand nombre d'aéronefs disposeront de l'avionique de bord nécessaire et l'application de ce module entraînera une certaine rationalisation des infrastructures de navigation.

1.3.3 Une meilleure accessibilité des aéroports obtenue par un abaissement des minimums d'approche sur un plus grand nombre de pistes se traduira par une diminution des approches interrompues, des économies du carburant et une réduction des émissions de gaz à effet de serre. La disponibilité accrue des procédures GLS permettra aussi de maintenir le débit des pistes dans des conditions de visibilité réduite.

2. AMÉLIORATIONS OPÉRATIONNELLES ESCOMPTÉES

2.1 Les métriques d'évaluation du succès de ce module sont proposées dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Efficacité</i>	L'abaissement des minimums d'approche offre des avantages économiques en réduisant les déroutements, les escales manquées, les vols annulés et les retards. L'amélioration des capacités des aéroports permettra des économies appréciables par la flexibilité qu'offrent les approches décalées et la possibilité de définir des seuils de piste décalés.
<i>Environnement</i>	La réduction de la consommation ne peut qu'être favorable à l'environnement.
<i>Sécurité</i>	Trajectoires d'approche mieux stabilisées.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	Les exploitants d'aéronefs et les ANSP peuvent quantifier les avantages de minimums réduits à partir de la modélisation de l'accessibilité des aéroports avec les minimums existants et réduits. Ils peuvent ensuite déterminer si ces avantages compensent les investissements en avionique et les autres frais. L'analyse de rentabilité des opérations GLS CAT II/III doit tenir compte des frais que représente le maintien en service des équipements ILS ou MLS pour poursuivre les opérations en cas d'indisponibilité du GLS. Les gains potentiels permis par l'augmentation du débit des pistes sont cependant moins intéressants pour les aéroports fréquentés par une proportion importante d'aéronefs non équipés de l'avionique GLS.

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 De nouveaux critères pour les procédures de vol aux instruments doivent être élaborés pour permettre les opérations GLS CAT II/III.

4. FONCTIONNALITÉS REQUISES AU NIVEAU DES SYSTÈMES

4.1 Avionique

4.1.1 Le module B0-65 décrit l'avionique nécessaire pour suivre les procédures d'approche PBN et explique les exigences, les avantages et les limitations du SBAS basé sur un système de positionnement mondial à une seule fréquence, comme le GPS. Il est prévisible que des normes existeront pour le GLS CAT II/III en 2014 et qu'à cette date, des stations au sol seront implantés dans certains états et que l'avionique nécessaire pour les opérations GLS CAT II/III sera disponible. Il est probable que certains États opteront pour une extension des opérations GLS CAT I.

4.1.2 À l'échelle mondiale, la majorité des opérations continueront d'être basées sur une avionique utilisant le GPS à une seule fréquence, bien que certains États, notamment la Russie, se proposent d'intégrer les signaux du système mondial de navigation par satellite (GLONASS) et GPS. Il est prévu que le GPS offrira deux fréquences pour les applications civiles en 2018 et les plans sont similaires pour le GLONASS. Il est possible que les nouvelles constellations Galilée et Compass/Beidou soient opérationnelles en 2018 et qu'elles soient standardisées dans l'annexe 10 — Télécommunications aéronautiques. Les deux sont conçues pour être interoperables avec le GPS et offriront également un service civil sur deux fréquences. La disponibilité d'avioniques appropriées et l'ampleur de l'utilisation opérationnelle des systèmes GNSS multi-constellations et multifréquences dépendra des avantages que ces systèmes apportent et il n'est pas certain que l'avionique pour ces systèmes soit normalisée en 2018. La disponibilité de fréquences multiples permettrait d'éliminer les erreurs ionosphériques et d'offrir un SBAS simplifié pouvant assurer le guidage vertical des approches. La disponibilité de constellations multiples GNSS assurera également une meilleure robustesse en présence de perturbations ionosphériques sévères et pourrait permettre l'utilisation du SBAS dans les régions équatoriales. Il n'est cependant pas certain que les constellations et les systèmes multifréquences connaissent une exploitation mondiale quelconque en 2018.

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 Stations au sol GLS CAT II/III.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 L'intégration de la PBN avec GLS pour les opérations de vol présente un certain nombre de problèmes potentiels sur le plan des performances humaines. Les effets sur les opérations et les procédures dépendront de l'intégration de cette capacité dans l'avionique embarquée, par exemple sous la forme d'un mode de transition simple permettant à un système RNP suivant des procédures PBN de passer à système GLS suivant des procédures GLS. Le degré de surveillance et d'intervention, ou les procédures pourraient être sensiblement différents dans un système où la transition est gérée intérieurement par l'avionique en laissant à l'équipage le soin de superviser la conformité opérationnelle. Sur le plan des performances humaines, la différence pourrait être celle qui existe entre les conditions actuelles et une réduction de la charge de travail globale, mais avec une différence par rapport aux autres opérations. Ces différents points vont devoir être évalués sur le plan des performances humaines.

5.1.2 L'identification des considérations relatives aux facteurs humains est un aspect important de la définition des processus et des procédures de ce module. Il va falloir étudier en particulier l'interface

humain-machine pour les aspects de l'automatisation de certaines actions et, si besoin est, prévoir des stratégies de contrôle des risques par la formation, l'éducation et la redondance.

5.2 Besoins de formation et de qualification

5.2.1 Les besoins de formation aux normes et aux procédures opérationnelles seront identifiés dans le cadre du développement des dispositions des SARP nécessaires à la mise en œuvre de ce module. De même, les exigences de qualification seront identifiées et incluses dans les aspects réglementaires de ce module, lorsqu'elles seront connues.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : mise à jour des critères publiés indiqués dans la Section 8.4
- Plans d'approbation : pour le moment, des critères d'approbation mis à jour sont nécessaires pour le GLS CAT II/III. Les plans de mise en œuvre devraient refléter la disponibilité des systèmes embarqués et au sol, et des approbations opérationnelles.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Activités planifiées ou en cours

- **États-Unis** : d'ici 2016, toutes les pistes (environ 5 500) des États-Unis seront couvertes par des procédures PBN avec LNAV, LNAV/VNAV, et des minimums LPV. Les pistes équipées pour l'atterrissage de précision auront probablement des hauteurs de décision de 60 m (200 ft) comme minimums LPV sur la base du WAAS (SBAS). Les équipementiers travaillent sur des prototypes d'avionique pour les opérations en CAT II/III. L'approbation opérationnelle devrait intervenir en 2017.
- **Canada** : en 2018, le Canada a l'intention d'étendre le service d'approche PBN à la demande des exploitants d'aéronefs. En 2011, le Canada n'avait pas de plan d'implantation du GLS.
- **Europe** : l'expérimentation en vol du GLS CAT II/III est prévue pour 2014. La validation de la transition RNP à GLS est également prévue en 2014.
- **Australie** : en 2018, l'Australie prévoit une expansion considérable du service d'approche PBN. Sous réserve du succès de l'introduction du service GLS CAT I à Sydney, les services aériens continueront de valider les avantages opérationnels du GLS en consultation avec les principales compagnies aériennes, en vue d'étendre le réseau au-delà de Sydney sur la période 2013 à 2018. D'autres activités sont prévues en rapport avec l'expansion et le développement de la capacité GLS en Australie, y compris le développement d'une capacité CAT II/III au cours des trois années à venir.
- **France** : l'objectif est d'avoir des procédures PBN sur 100 pour cent des pistes [IFR](#), avec des minimums LNAV en 2016, et 100 pour cent avec la capacité LPV et des minimums LNAV/VNAV, en 2020. La France ne prévoit pas d'implanter le GLS CAT I et il est peu

probable que le GLS CAT II/III soit disponible en France en 2018 car l'analyse de rentabilité ne fait pas ressortir d'avantages clairs.

- **Brésil** : en 2018, le Brésil prévoit une expansion considérable des procédures PBN. Les plans actuels sont d'installer le GLS aux principaux aéroports en 2014.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

OACI Annexe 10 — *Télécommunications aéronautiques*

8.2 Procédures

Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien*

8.3 Éléments indicatifs

- Doc 8071 de l'OACI, *Manuel sur la vérification des aides radio à la navigation, Volume II — Vérification des systèmes de radionavigation par satellite*
- Doc 9613 de l'OACI, *Manuel de la navigation fondée sur les performances (PBN)*
- Doc 9674 de l'OACI, *Manuel du Système géodésique mondial — 1984 (WGS-84)*
- Doc 9849 de l'OACI, *Manuel du système mondial de navigation par satellite (GNSS)*
- Doc 9906 de l'OACI, *Manuel d'assurance de la qualité dans le processus de conception des procédures de vol, Volume 5 — Validation des procédures de vol aux instruments*

8.4 Documents d'approbation

- Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien*
 - Doc 9613 de l'OACI, *Manuel de la navigation fondée sur les performances (PBN)*
 - Annexe 10 — *Télécommunications aéronautiques*
 - OACI Annexe 11 — *Services de la circulation aérienne*
 - FAA AC 20-138(), TSO-C129/145/146
-

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

Domaine d'amélioration des performances 1 : Opérations aéroportuares

Continuum : Séparation en fonction de la turbulence de sillage

PROJET

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE N° B0-70 : AUGMENTATION DU DÉBIT SUR PISTES
GRÂCE À LA SÉPARATION DYNAMIQUE EN FONCTION DE
LA TURBULENCE DE SILLAGE**

Résumé	L'amélioration du débit des départs et arrivées est possible par des minimums de séparation optimisés en tenant compte de la turbulence de sillage, des catégories révisées pour la turbulence de sillage et des procédures correspondantes.	
Principale incidence sur la performance, conformément au Doc 9854	KPA-02 – Capacité, KPA-06 – Flexibilité.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Arrivée et départ	
Considérations relatives à l'application	L'application la moins complète, la mise en œuvre des catégories révisées de turbulence de sillage, est essentiellement une question de procédures. Il ne nécessite aucune adaptation des systèmes d'automatisation.	
Composant(s) du concept mondial, d'après le Doc 9854	CM – Gestion des conflits	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-13 : conception des aéroports GPI 14 : exploitation des pistes	
Principales interdépendances	Aucun	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt √ ou date prévue)
	État de préparation des normes	2013
	Disponibilité de l'avionique	–
	Disponibilité des systèmes au sol	–
	Disponibilité des procédures	2013
	Approbatons d'exploitation	2013

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 En raffinant les procédures et les normes de l'OACI, il est possible d'améliorer le débit des pistes avec un niveau de sécurité identique ou supérieur. Cette adaptation ne requiert pas de nouveaux équipements embarqués ni des contraintes supplémentaires de performance des aéronefs. La mise à niveau comporte trois éléments qui ont été ou seront mis en œuvre d'ici la fin de 2013 aux aéroports sélectionnés. Le premier de ces éléments est la révision des minimums de séparation actuels de l'OACI concernant la turbulence de sillage, pour permettre une utilisation plus efficace de la capacité des pistes sans augmenter les risques de rencontrer la turbulence de sillage. Le deuxième élément est l'accroissement sur certains aéroports, du nombre d'opérations d'arrivée sur des doublets de pistes parallèles, dont les axes sont espacés de moins de 760 m (2 500 ft), en modifiant la manière d'appliquer les séparations pour la turbulence de sillage. Le troisième élément est, pour certains aéroports, l'accroissement du nombre de départs sur des pistes parallèles par une modification de la manière dont les séparations de sillage sont appliquées.

1.2 Base de référence

1.2.1 Les normes et les procédures de séparation pour la turbulence de sillage, ainsi que les procédures associées, ont été élaborées sur une période prolongée, la dernière révision en profondeur remontant au début des années 1990. Ces normes et ces procédures sont assez conservatrices, particulièrement pour les séparations entre aéronefs, du simple fait que le phénomène de la turbulence de sillage était relativement mal connu à l'époque, les modèles de dissipation n'étaient pas précis et il n'y avait pas de données fiables sur le comportement d'un aéronef pris dans le sillage turbulent.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Ce module se traduira par un changement des conditions de normes réduites pour la turbulence de sillage et de procédures mieux harmonisées dans certains cas. Selon les normes élaborées, il est possible de réduire sans risque les minimums de séparation et leur application, ce qui se traduit par un accroissement de la capacité de débit des pistes d'aérodrome. Les gains de capacité entraînés par le premier élément (ajustement des minimums de séparation) devraient être de quatre pour cent en Europe et de sept pour cent pour les États-Unis, avec des gains similaires pour les aérodromes dans le monde qui comportent des contraintes liées à la turbulence de sillage. Le deuxième élément (augmentation de la capacité des opérations d'arrivée) et le troisième (augmentation de la capacité des opérations de départ) concernent les aérodromes ayant des configurations de pistes et des combinaisons de trafic aérien qui se prêtent à l'application de procédures spécialisées par les fournisseurs de services de navigation aérienne (ANSP), en vue d'optimiser le débit des pistes. Il a été démontré que des procédures spécialisées propres à l'aérodrome permettaient d'accroître la capacité d'arrivée (cinq ou dix atterrissages de plus à l'heure) en régime d'atterrissage aux instruments, ou la capacité des départs (deux à quatre décollages de plus par heure).

1.4 Élément 1 – Révision des minimums de séparation OACI actuels pour la turbulence de sillage

1.4.1 La dernière révision en profondeur des minimums de séparation OACI pour la turbulence de sillage remonte à une vingtaine d'années, soit au début des années 1990. Depuis cette date, les opérations des transporteurs aériens et la composition des flottes ont considérablement changé, les complexes de pistes des aéroports ont évolué et de nouveaux types d'aéronefs ont été introduits (A-380, Boeing 747-8, mini-jets (VLJ), aéronefs télépilotés (RPA), etc.). Les minimums de séparation d'il y a vingt ans continuent d'assurer une bonne protection contre les turbulences de sillage, mais ne sont plus aussi bien adaptés aux exigences d'efficacité, d'espacement et de séquençement des aéronefs en approche et en route. L'absence d'optimisation des espacements se traduit par un écart inutilement accru entre la demande et la capacité que les infrastructures et les procédures modernes pourraient offrir à l'aviation commerciale.

1.4.2 Le travail sur l'Élément 1 a été réalisé, en coordination l'OACI, par un groupe de travail conjoint de l'Organisation européenne pour la sécurité de la navigation aérienne (EUROCONTROL) et de la Federal Aviation Administration (FAA) qui a procédé à une révision des minimums de séparation de l'OACI pour la turbulence de sillage. Cette révision a permis de déterminer que les normes actuelles pouvaient être assouplies sans risques supplémentaires pour accroître les capacités opérationnelles des aéroports et des espaces aériens. En conséquence, en 2010, le groupe de travail en question a soumis à l'OACI un ensemble de recommandations visant à ajuster les minimums actuels de séparation de sillage et les dispositions associées. Pour atteindre ces résultats, le groupe de travail a élaboré des outils d'analyse perfectionnés permettant de comparer le comportement observé d'un sillage d'aéronef avec les

normes actuelles et de déterminer les risques pour la sécurité que comporteraient les nouvelles normes plus souples que les anciennes. L'OACI a donc constitué un groupe d'étude sur la turbulence de sillage pour étudier les recommandations du groupe conjoint FAA/EUROCONTROL, ainsi que d'autres recommandations et commentaires reçus des États membres. Il est prévu qu'à la fin de 2013, l'OACI sera en mesure d'inclure des normes de séparation et des procédures amendées de séparation du sillage dans les *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien* (PANS-ATM, Doc 4444).

1.5 **Élément 2 : Augmentation de la capacité opérationnelle d'arrivée des aéroports**

1.5.1 Les normes de séparation et les procédures d'atténuation des effets de la turbulence de sillage appliquées aux opérations d'atterrissage aux instruments sur des doublets de pistes parallèles, dont les axes sont espacés de moins de 760 m (2 500 ft), sont conçues pour protéger les aéronefs atterrissant sur des configurations de pistes parallèles très diverses. Avant 2008, les opérations d'atterrissage aux instruments conduites sur des doublets de pistes parallèles, dont les axes étaient espacés de moins de 760 m (2 500 ft), étaient soumises à des normes de séparation équivalentes à celles en vigueur pour une piste unique.

1.5.2 Des efforts importants ont été consacrés à la collecte de données sur la turbulence de sillage et les analyses résultantes ont permis de déterminer que la turbulence produite par les aéronefs autres que ceux de la catégorie HEAVY se déplacent moins qu'on le pensait précédemment. À partir de cette constatation, le groupe de travail a étudié les besoins de capacité des aéroports des États-Unis disposant de doublets de pistes parallèles espacés de moins de 760 m (2 500 ft) pour les opérations d'approche, en vue de déterminer si des procédures pouvaient être établies pour assurer de meilleures cadences d'atterrissage que celles permises par le concept limitatif actuel de la « piste unique ». Une procédure d'approche par « paires diagonales liées » a été élaborée et rendue opérationnelle en 2008 sur cinq aéroports ayant de tels doublets de pistes parallèles et respectant les critères de configuration prévus pour la procédure. La mise en œuvre de cette procédure s'est traduite par un gain de dix arrivées à l'heure pour les doublets de pistes parallèles. À la fin de 2010, l'approbation nécessaire à l'utilisation de la procédure a été étendue à deux autres aéroports. Des études sont en cours pour établir des variantes de la procédure permettant son application à un plus grand nombre d'aéroports disposant de doublets de pistes parallèles espacées de moins de 760 m (2 500 ft), avec des contraintes allégées pour le type d'aéronef qui doit être en tête de la paire diagonale dépendante.

1.6 **Élément 3 : Augmentation de la capacité opérationnelle de départs des aéroports**

1.6.1 Cet élément visait à élaborer des normes améliorées de turbulence de sillage et de procédures de départ pour les ANSP, en vue d'augmenter la cadence des décollages sur des doublets de pistes parallèles, espacées de moins de 760 m (2 500 ft). Les procédures en question sont spécifiques de l'aéroport du point de vue de la configuration des pistes et des conditions atmosphériques. Les critères pour le concept des opérations de départ et d'arrivée indépendantes des sillages (WIDAO) élaboré pour les doublets de pistes parallèles espacées de moins de 760 m (2 500 ft), pour l'aéroport de Paris-Charles de Gaulle est l'aboutissement d'une vaste campagne de mesures de l'évolution de la turbulence de sillage sur cet aéroport. Le concept WIDAO permet d'exploiter la piste parallèle intérieure pour les départs indépendamment des arrivées qui se déroulent sur la piste parallèle extérieure. Selon les normes antérieures, une séparation standard pour la turbulence de sillage était nécessaire entre les aéronefs atterrissant sur la piste extérieure, et les aéronefs décollant sur la piste intérieure.

1.6.2 Aux États-Unis, un projet d'élaboration de normes visant à minimiser l'influence de la turbulence de sillage pour les départs (WTMD) permettra, pour des vents traversiers de force et de constance favorables, de faire décoller des aéronefs sur la piste au vent d'un doublet de pistes parallèles, immédiatement après le décollage d'un aéronef lourd sur la piste sous le vent en s'affranchissant des attentes actuelles de deux à trois minutes. Le concept WTMD repose sur des prévisions précises de vent traversier et sur la surveillance du vent réel pour indiquer aux contrôleurs les situations dans lesquelles ils peuvent s'affranchir du délai de deux à trois minutes pour la turbulence de sillage. Ce concept devrait être appliqué à huit ou dix aéroports des États-Unis possédant des doublets de pistes parallèles espacées de moins de 760 m (2 500 ft), ayant fréquemment des conditions favorables de vents traversiers, et pour lesquels les opérations des aéronefs lourds constituent un facteur limitatif. L'approbation de l'application opérationnelle du concept WTMD est attendue au deuxième trimestre de 2013.

2. AMÉLIORATIONS OPÉRATIONNELLES ESCOMPTÉES

2.1 Les métriques d'évaluation du succès de ce module sont proposées dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Capacité</i>	a) La reclassification des aéronefs de trois à six catégories pour la turbulence de sillage devrait permettre d'augmenter les cadences de départ/arrivée aux aéroports affectés par des limitations. b) Le développement et la mise en œuvre de procédures spécialisées, spécifiques des aéroports affectés par des limitations à l'atterrissage, devraient améliorer la capacité et le débit des arrivées sur des doublets de pistes parallèles espacées de moins de 760 m (2 500 ft). c) Les nouvelles procédures permettant une réduction des délais actuels de deux à trois minutes entre les départs et les arrivées devraient permettre d'améliorer la capacité et les débits des pistes parallèles. Ces nouvelles procédures devraient permettre de réduire le temps d'occupation des pistes.
<i>Flexibilité</i>	Les aéroports peuvent être facilement configurés pour opérer selon trois catégories (H/M/L actuelles) ou six catégories de turbulence de sillage, selon les besoins.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	La mise en œuvre des normes et des procédures de séparation optimisées du présent module ne représente que des coûts minimes. Les avantages qui en découlent profiteront aux usagers des pistes et de l'espace aérien environnant, ainsi qu'aux ANSP et aux exploitants. Les normes strictes actuelles de séparation pour la turbulence de sillage et les procédures associées ne permettent pas de tirer le meilleur parti possible de la capacité des pistes et de l'espace aérien. Les données fournies par les transporteurs américains démontrent que pour un aéroport dont la capacité est à saturation, un gain de deux départs supplémentaires à l'heure représente un avantage important pour la réduction de l'ensemble des retards enregistrés. Les ANSP vont devoir se doter des outils nécessaires pour aider les contrôleurs à appliquer les nouvelles catégories de turbulence de sillage et d'outils d'aide à la décision. Ces besoins dépendront de la nature des opérations de chaque aéroport et du nombre de catégories de turbulence de sillage utilisées.

3. **PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)**

3.1 La transition aux nouveaux minimums de séparation OACI pour la turbulence de sillage passe par une augmentation du nombre de catégories de trois à six et par la reclassification des types d'aéronefs dans l'une de ces six nouvelles catégories. Il est prévisible que la classification OACI actuelle, c'est-à-dire HEAVY/MEDIUM/LIGHT, continuera d'exister en parallèle avec le nouveau système, au moins durant la période de transition.

3.2 Bien que cet aspect ne soit pas considéré comme essentiel, les ANSP pourront décider de développer à l'échelle locale des outils d'automatisation indiquant au contrôleur la catégorie de turbulence de sillage de chaque aéronef. La mise en œuvre de l'élément 1 ne nécessite aucun changement des procédures de vol pour les équipages.

3.3 La partie de ce module concernant l'utilisation de doublets de pistes parallèles espacées de moins de 760 m (2 500 ft) centre à centre, pour les arrivées, n'a d'impacts que sur les procédures ANSP de séquençement et de ségrégation des aéronefs sur les pistes parallèles. L'élément 2 aboutira à des procédures supplémentaires permettant aux ANSP d'exploiter des situations opérationnelles dans lesquelles les conditions météorologiques aux instruments seront mises à profit pour augmenter la cadence des opérations par rapport au principe actuel consistant à traiter les pistes parallèles comme une seule et même piste. Les procédures de mise en œuvre dans le cadre de l'élément 2 ne représentent aucun changement des procédures de vol pour les équipages.

3.4 La mise en œuvre de l'élément 3 n'affectera que les procédures ANSP de décollage sur des pistes parallèles. Ces procédures seront appliquées par les ANSP dans des situations où la demande est forte pour les décollages avec une proportion importante d'aéronefs lourds. Les procédures serviront à faire la transition entre le mode de séparation actuel pour la turbulence de sillage et les critères autorisant des séparations réduites dans certaines circonstances favorables. Les procédures de mise en œuvre dans le cadre de l'élément 3 ne représentent aucun changement des procédures de vol pour les équipages. Dans les cas où les décollages se font sur des pistes parallèles spécialisées, les pilotes devraient être avertis de la mise en vigueur de la procédure spéciale et du fait qu'ils peuvent s'attendre à une cadence des départs accélérée.

4. **FONCTIONNALITÉS REQUISES AU NIVEAU DES SYSTÈMES**

4.1 **Avionique**

4.1.1 Ce module ne nécessite pas de nouvelles technologies à bord des aéronefs ni de qualifications supplémentaires pour les équipages de conduite.

4.2 **Systèmes au sol**

4.2.1 Certains ANSP pourront vouloir se doter d'outils d'aide à la décision pour faciliter l'application des six nouvelles catégories de turbulence de sillage définies par l'OACI. Les nouvelles technologies nécessaires pour l'élément 2 et pour l'élément 3 seront variables, mais on peut affirmer que l'élément 3 nécessitera des capteurs de vent et des systèmes d'automatisation capables de prédire la force et la direction des vents traversiers, et de présenter cette information en temps réel aux contrôleurs.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 Les facteurs humains ont été pris en considération dans le développement des processus et des procédures introduits dans le cadre de ce module. Là où il y a des besoins d'automatisation, l'interface humain-machine doit faire l'objet d'études, tant dans une perspective fonctionnelle que sur le plan de l'ergonomie (voir les exemples décrits dans la Section 6). La possibilité de pannes latentes n'est cependant pas éliminée et la vigilance est nécessaire à tous les niveaux de la mise en œuvre. Les problèmes liés à des facteurs humains qui seront identifiés au cours de la mise en œuvre et de l'exploitation, devront être portés à la connaissance de la communauté internationale par l'entremise de l'OACI, dans le cadre de toute initiative de retour en matière de sécurité.

5.2 Besoins de formation et de qualification

5.2.1 Les contrôleurs ont besoin d'une formation spécifique sur les nouvelles catégories de sillage, les nouvelles normes et procédures de séparation et des matrices de séparation telles que présentées dans les références de la Section 8. La mise en œuvre des composants de l'élément 3 nécessitera également une formation des contrôleurs qui auront à utiliser les nouveaux outils de surveillance et de prédiction des vents traversiers. Les exigences de qualification sont identifiées dans les besoins de réglementation de la Section 6 qui font partie intégrante du processus de mise en œuvre de ce module.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : les critères publiés actuels devront faire l'objet d'une mise à jour, en conformité avec les références de la Section 8.4.
- Plans d'approbation : à déterminer à la suite de la mise à jour des normes.

Note.– Durant la période intérimaire, les activités existantes, y compris celles de la FAA sur l'atténuation de l'effet de la turbulence de sillage pour les départs (WTMD) et les critères pour les opérations de départ et d'arrivée indépendantes de la turbulence de sillage (WIDAO) en usage à Charles De Gaulle (LFPG) se poursuivront et devraient être prises en compte dans le développement du matériel OACI révisé.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

Révision des minimums de séparation actuels pour la turbulence du sillage

Aucune pour le moment. Les minimums de séparation révisés pour la turbulence du sillage devraient être approuvés par l'OACI en 2013.

Augmentation de la capacité opérationnelle des arrivées des aéroports

États-Unis : la procédure de la FAA a été approuvée pour sept aéroports américains dont Seattle-Tacoma (KSEA) et Memphis (KMEM) qui utilisent la procédure pendant les périodes de fermeture des pistes pour entretien. L'utilisation à l'aéroport de Cleveland (KCLE) est dans l'attente d'une modernisation des instruments de piste.

Augmentation de la capacité opérationnelle des départs des aéroports

- **France** : le concept des opérations de départ et d'arrivée indépendantes de la turbulence de sillage (WIDAO) permettant de définir des contraintes de séparation plus souples à Charles de Gaulle (LFPG) a été approuvé en novembre 2008 (premières contraintes) et en mars 2009 (deuxièmes contraintes). L'ensemble final de contraintes pour LFPG a été levé en 2010.
- **États-Unis** : les mesures d'atténuation des contraintes de turbulence de sillage pour les départs (WTMD) sont actuellement en vigueur sur deux aéroports : Houston (KIAH) et Memphis (KMEM).

7.2 Activités prévues ou en cours***Révision des minimums de séparation actuels pour la turbulence du sillage***

États-Unis : en parallèle avec le processus d'approbation de l'OACI, la FAA produit la documentation et travaille à l'adaptation de ses systèmes d'automatisation pour permettre la mise en œuvre des normes de séparation de sillage. L'approbation de l'OACI est attendue en 2013.

Augmentation de la capacité opérationnelle des arrivées des aéroports

États-Unis : des études sont en cours pour établir des variantes de la procédure de la FAA permettant son application à un plus grand nombre d'aéroports disposant de doublets de pistes parallèles, espacées de moins de 760 m (2 500 ft), avec des contraintes allégées pour le type d'aéronef qui doit être en tête de la paire diagonale dépendante en approche. Il est prévu qu'à la fin de 2012, la procédure sera disponible aux États-Unis pour six autres aéroports (ou plus) durant les périodes où les procédures d'approche et d'atterrissage aux instruments sont en vigueur.

7.3 Augmentation de la capacité opérationnelle des départs des aéroports

États-Unis : l'atténuation des effets de la turbulence de sillage pour les départs (WTMD) est un projet de développement américain qui permettra, lorsque les vents traversiers sont suffisamment forts et constants, aux aéronefs de décoller sur la piste au vent après le décollage d'un aéronef lourd sur la piste sous le vent sans avoir à respecter le délai d'attente actuel de deux à trois minutes. Le concept WTMD est à l'étude pour huit à dix aéroports des États-Unis disposant de doublets de pistes parallèles, espacées de moins de 760 m (2 500 ft), ayant fréquemment des conditions de vents traversiers favorables, et pour lesquels les opérations des aéronefs lourds sont un facteur limitatif. Des démonstrations du concept WTMD à San Francisco (KSFO) sont prévues pour 2013 et six autres aéroports seront identifiés dans le futur.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Documents d'approbation

- Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien*
- Doc 9426 de l'OACI, *Manuel de planification des services de la circulation aérienne*
- FAA Order 7110.308

PROJET

MODULE N° B1-70 : AUGMENTATION DU DÉBIT DES PISTES PAR LA SÉPARATION DYNAMIQUE EN FONCTION DE LA TURBULENCE DE SILLAGE

Résumé	Amélioration de la capacité de départs et d'arrivées des pistes par la gestion dynamique des minimums de séparation en fonction de la turbulence de sillage basée sur l'identification en temps réel des risques associés.	
Principale incidence sur la performance, conformément au Doc 9854	KPA-02 – Capacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-05 – Environnement, KPA-06 – Flexibilité.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Aéroport	
Considérations relatives à l'application	Module de faible complexité – la mise en œuvre de nouvelles catégories de turbulence de sillage est principalement une question de procédure. Les systèmes d'automatisation ne nécessiteront pas de changements.	
Composant(s) du concept mondial, d'après le Doc 9854	CM - Gestion des conflits	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-13 : conception des aéroports GPI 14 : exploitation des pistes	
Principales interdépendances	B0-70	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt √ ou date prévue)
	État de préparation des normes	Est. 2018
	Disponibilité de l'avionique	–
	Disponibilité des systèmes au sol	Est. 2018
	Disponibilité des procédures	Est. 2018
	Approbations d'exploitation	Est. 2018

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 L'affinement des normes de turbulence de sillage, ainsi que les procédures associées permettront d'augmenter le débit des pistes avec un niveau de sécurité identique ou supérieur à ce qu'il est actuellement. La mise à niveau bloc 1 n'exigera pas de modifications de l'avionique ni d'augmentation des exigences de performances de l'aéronef. Des avantages supplémentaires pourraient être obtenus par des diffusions plus fréquentes des observations météo des aéronefs au cours de l'approche et du départ. La mise à niveau comporte trois éléments qui seront mis en œuvre d'ici à la fin de 2018. L'élément 1 consistera à établir des minimums de séparation basés sur l'intensité de la turbulence de sillage et la tolérance aux turbulences des divers types d'aéronefs, plutôt que sur les 3 ou 6 catégories générales d'aéronefs établies par les normes de l'OACI. L'élément 2 vise à augmenter sur certains aéroports, le nombre d'opérations d'arrivée sur des doublets de pistes parallèles (espacées de moins de 760 m (2 500 ft) entre axes) et sur des pistes uniques, en fonction des vents observés le long du couloir d'approche, par une application plus différenciée des règles de séparation pour la turbulence de sillage. L'élément 3 vise à augmenter le nombre d'opérations de départ sur des pistes parallèles et à certains aéroports en modifiant la manière d'appliquer la séparation de sillage par les ANSP.

1.2 Base de référence

1.2.1 Des normes de turbulence de sillage et des procédures associées ont été élaborées sur une période prolongée et la dernière révision en profondeur ayant été effectuée de 2008 à 2012, avec l'approbation par l'OACI de six catégories de minimums de séparation pour la turbulence de sillage. Les nouvelles normes OACI (2013) autoriseront une utilisation des pistes plus efficace qu'avec les minimums de séparation antérieurs. Cependant, ces nouvelles normes pourraient être améliorées pour définir les débits de pistes sécuritaires en fonction de séparations de sillages mieux adaptées aux types d'aéronefs qui utilisent un aéroport donné. Dès la fin de 2013, certains aéroports seront approuvés pour l'application des procédures de séparation de sillage sur des doublets de pistes parallèles – espacées de moins de 760 m (2 500 ft) – pour autant que certains critères de disposition et d'instrumentation soient respectés. Toujours à la fin de 2013, certains aéroports pourront appliquer sur des doublets de pistes parallèles (espacées de moins de 760 m (2 500 ft)) des procédures de séparation de sillage pour les décollages en fonction des conditions de vent traversier prédites et observées.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Le module B1-70 représente une extension des minimums de séparation pour la turbulence de sillage et des procédures introduites dans le bloc 0. Le bloc 1 apporte une technologie susceptible d'améliorer le débit des pistes par des gains d'efficacité au niveau de la séparation pour la turbulence de sillage et de la facilité de son application. L'élément 1 est une extension des six catégories de minimums de séparation de sillage au concept de l'approche par paires « aéronef de tête – aéronef suiveur » définies par une matrice statique des paires respectant les conditions de turbulence de sillage admissibles (possibilités de groupement par paires des quelque 9 000 types d'aéronefs civils répertoriés par l'OACI). Ce mode de gestion devrait permettre de gagner en moyenne quatre pour cent de capacité en plus de ce qui résultera de la mise à niveau du bloc 0 avec les six nouvelles catégories de minimums normalisées par l'OACI. L'élément 2 étendra l'application des procédures spécialisées de séparation pour la turbulence de sillage à d'autres aéroports sur la base des informations de vent traversier (prédit et observé) de manière à ajuster la séparation en fonction du risque en approche. L'élément 3 utilisera la même technologie de prédiction/observation du vent que dans l'élément 2 en permettant à un plus grand nombre d'aéroports d'augmenter les cadences de départs lorsque les vents sont favorables. L'élément 1 (passage à la séparation statique par paires pour la turbulence de sillage) représentera des gains de capacité appréciables pour les aéroports soumis à des contraintes de débit dans le monde entier. Les éléments 2 (augmentation de la capacité des opérations d'arrivée) et 3 (augmentation de la capacité des opérations de départ) étendront les gains de débit des pistes à un plus grand nombre d'aéroports que dans le bloc 0. La technologie des éléments 2 et 3 facilitera l'établissement de procédures spécialisées pour un plus grand nombre d'aéroports qui bénéficieront d'un gain de capacité d'arrivée (en principe, cinq à dix opérations de plus à l'heure) au cours des périodes d'atterrissage aux instruments, et de capacité de départ (en principe, deux à quatre opérations de plus à l'heure) dans des conditions de vent favorables, mais en l'absence d'autres contraintes opérationnelles, telles que la contamination des surfaces des pistes.

1.4 Autres remarques

1.4.1 Les travaux effectués dans le bloc 1 sont une extrapolation de la mise à niveau du bloc 0 et serviront de base pour d'autres améliorations des normes de turbulence de sillage, ainsi que des procédures associées, qui verront le jour dans les développements du bloc 2. L'élaboration des normes de séparation pour la turbulence de sillage fournira une succession d'étapes applicables à l'aviation mondiale, qui permettront des gains de capacité avec les structures de piste existantes et pour la conception des nouvelles pistes d'aéroport en vue de minimiser les restrictions de turbulence de sillage à

l'atterrissage et au décollage. Les efforts consentis dans le bloc 1 n'apporteront pas les gains de capacité importants qu'exigera le trafic aérien vers 2025, mais toute augmentation de capacité obtenue par des adaptations mineures des procédures ATC est bonne à prendre. Le bloc 1, et plus encore le bloc 2, apporteront des procédures et des minimums de séparation qui, tout en assurant la sécurité à l'égard de la turbulence de sillage, ouvriront la voie à des innovations (trajectoires, haute densité, améliorations des performances opérationnelles et métriques d'évaluation du succès, terminaux flexibles) en matière de contrôle de la circulation aérienne, avec un minimum de contraintes liées à la turbulence de sillage. Les mises à niveau du bloc 1 tiendront compte de l'expérience recueillie au cours de la mise en place du bloc 0.

1.5 Éléments 1 : Mise en œuvre de la matrice statique des minimums de séparation pour des paires aéronef de tête-aéronef suiveur

1.5.1 Les travaux sur l'élément 1 ont été accomplis en coordination avec l'OACI, par un groupe de travail conjoint EUROCONTROL-FAA, qui a révisé les critères de séparation pour la turbulence de sillage en vue d'un reclassement des aéronefs en 6 catégories.

1.5.2 Il faudra utiliser les outils d'analyse développés pour établir les recommandations de normes de séparation de sillage en six catégories, et les améliorer pour étudier les capacités susceptibles d'être obtenues à d'autres aéroports par des séparations de sillage calculées en fonction des performances de l'aéronef générateur de turbulence et de celles de l'aéronef qui est susceptible de subir cette turbulence. Des estimations préliminaires permettent d'envisager un gain supplémentaire de trois à cinq pour cent de la capacité de l'aéroport, en l'absence d'autres facteurs opérationnels contraignants (comme l'utilisation d'une même piste pour les départs et les arrivées) par l'application d'une matrice statique plus complexe donnant les séparations de sillage pour chaque combinaison de paires constituées d'un aéronef de tête et d'un aéronef suiveur. Selon la majorité des types d'aéronefs que reçoit l'aéroport, on pourrait appliquer les minimums de séparation prescrits pour chaque paire des aéronefs en question. Pour tous les autres types, une séparation de sillage plus générale pourrait être appliquée. Il est prévu que la matrice statique des séparations de sillage recommandées pour les différentes paires d'aéronefs sera disponible à la fin de 2014. L'OACI envisage de l'approuver en 2016. Il faudra probablement apporter des modifications au système ATC pour pouvoir faire un usage efficace des minimums de séparation de sillage données par la matrice statique.

1.6 Éléments 2 : Augmentation de la capacité opérationnelle des arrivées à d'autres aéroports pour des doublets de pistes parallèles, espacées de moins de 760 m (2 500 ft)

1.6.1 Les procédures de séparation de sillage appliquées aux opérations d'atterrissage aux instruments sur des doublets de pistes espacées de moins de 760 m (2 500 ft) sont conçues pour protéger les aéronefs de la turbulence de sillage sur une très large gamme de configurations de pistes parallèles. Avant 2008, les opérations d'atterrissage aux instruments sur des doublets de pistes parallèles espacées de moins de 760 m (2 500 ft) se déroulaient avec des espacements pour la turbulence de sillage équivalente à celle qui s'appliquerait sur une piste unique.

1.6.2 Dans le bloc 0, l'élément 2 proposait une procédure de séparation de sillage pour les approches aux instruments par paires diagonales dépendantes, en vue d'une application en 2008 sur cinq aéroports ayant des doublets de pistes parallèles (< 760 m / 2500 ft) et respectant les critères de configuration de la procédure en question. L'application pratique de cette procédure s'est traduite par un gain pouvant aller jusqu'à dix arrivées de plus à l'heure sur le doublet de pistes de l'aéroport, pour des opérations nécessitant des approches aux instruments.

1.6.3 Les travaux du bloc 1 permettront d'étendre les procédures d'approche dépendante aux instruments à des aéroports limités dans leurs capacités qui disposent de pistes parallèles pour les arrivées, mais n'ont pas la configuration nécessaire pour respecter certaines contraintes de la procédure de base. Le mécanisme de cette extension est appelé atténuation des effets de la turbulence de sillage les arrivées (WTMA), une fonctionnalité qui sera ajoutée aux systèmes ATC. La WTMA repose sur les vents prédits et mesurés le long de la trajectoire d'approche de l'aéroport pour déterminer si la composante de vent traversier sera suffisante pour éviter que les turbulences de sillage de l'aéronef se déplacent sur la trajectoire de l'aéronef suivant qui atterrit sur la piste parallèle adjacente. La capacité WTMA pourra être étendue dans le cadre du bloc 1 pour inclure la prédiction des vents traversiers stables qui poussent les tourbillons hors de la trajectoire de l'aéronef qui suit immédiatement l'aéronef générateur, permettant ainsi à l'ANSP de réduire de manière sécuritaire la séparation de sillage entre les aéronefs qui approchent une même piste. Il est prévu qu'à la fin de 2018, la fonctionnalité WTMA sera appliquée à six autres aéroports, ou plus, ayant des doublets de pistes espacées de moins de 760 m (2 500 ft).

1.6.4 Une composante critique de la fonctionnalité WTMA est la connaissance du vent le long du couloir d'approche de l'aéroport. L'application de la fonctionnalité WTMA sera limitée par la disponibilité de cette information en temps réel. Au cours de la période du bloc 1, il est prévu que l'information de vent observée par l'aéronef et transmise à l'aéroport au cours de l'approche sera incorporée dans le modèle de prédiction du vent WTMA. L'utilisation de données de vent fournies par les aéronefs renforcera sensiblement les capacités de prévision et la détection des changements de vent, au point de permettre l'application des séparations de sillage WTMA pendant des périodes pour lesquelles l'information de vent obtenue du sol était incertaine et ne permettait pas l'utilisation des séparations réduites pour la turbulence de sillages.

1.7 **Élément 3 : Augmentation de la capacité opérationnelle des départs à d'autres aéroports**

1.7.1 L'élément 3 consistera à développer une technologie permettant aux ANSP d'établir des procédures de départ avec atténuation des effets de la turbulence de sillage, améliorant la sécurité et permettant des débits plus importants sur les aéroports à doublets de pistes espacées de moins de 760 m (2 500 ft).

1.7.2 L'atténuation des effets de la turbulence sur les départs (WTMD) est un projet de développement qui permettra d'utiliser des pistes avec un vent traversier suffisamment fort et constant pour permettre à l'aéronef qui décolle sur la piste au vent après qu'un aéronef lourd ait décollé sur la piste sous le vent, sans avoir à attendre le délai prescrit de deux à trois minutes. La fonctionnalité WTMD utilise une prévision de vent traversier et surveille le vent traversier réel des pistes pour déterminer quand la logique WTMD permettra au contrôleur de s'affranchir du délai de deux à trois minutes, et quand ce délai devra être rétabli.

1.7.3 Le bloc 1 améliorera la fonctionnalité WTMD pour prédire les vents traversiers suffisamment forts pour éviter que les tourbillons de sillage d'un aéronef au décollage soient transportés sur la trajectoire d'un autre aéronef décollant sur la piste parallèle adjacente. La modification de la fonctionnalité WTMD permettra de recevoir et de traiter les informations de vent fournies par les aéronefs au départ de l'aéroport. Ces données de vent observées par les aéronefs eux-mêmes permettront d'améliorer sensiblement la qualité de la prévision et la détection des changements de vent, permettant d'utiliser les séparations de sillage WTMD sur des périodes durant lesquelles il n'était pas possible auparavant de réduire les séparations de turbulence de sillage en raison de l'imprécision de l'information de vent.

2. AMÉLIORATIONS OPÉRATIONNELLES ESComPTÉES

2.1 Les métriques d'évaluation du succès de ce module sont proposées dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Capacité</i>	Élément 1 : à partir d'une meilleure connaissance des vents autour de l'aéroport l'ANSP pourra appliquer à bon escient les mesures d'atténuation des effets de la turbulence de sillage. Le résultat sera d'augmenter la capacité de l'aéroport et les débits d'arrivées.
<i>Flexibilité</i>	Élément 2 : horaire dynamique – l'ANSP aura le choix d'optimiser l'horaire combiné des arrivées et des départs créant des paires d'aéronefs pour les approches parallèles.
<i>Efficacité/Environnement</i>	Élément 3 : les changements introduits par cet élément permettront une prédiction plus précise du vent traversier.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	L'élément 1 représente une transition aux nouveaux minimums de séparation de l'OACI pour la turbulence de sillage qui apportera un gain nominal moyen de quatre pour cent de plus sur la capacité des pistes. Cette augmentation se traduit par un atterrissage de plus à l'heure sur une piste unique pouvant normalement recevoir trente atterrissages à l'heure. Ce créneau supplémentaire chaque heure représente un revenu pour les compagnies aériennes qui en bénéficient et pour l'aéroport qui peut ainsi traiter plus d'opérations et de passagers. L'impact de l'élément 2 sur les opérations d'un aéroport se situe au niveau des périodes durant lesquelles les conditions atmosphériques imposent d'utiliser un doublet de pistes parallèles, espacées de moins de 760 m (2 500 ft), comme une piste unique. Avec les améliorations de l'élément 2, les aéroports pourront atteindre un meilleur débit de leurs pistes parallèles pour des approches en conditions IFR, ce qui représentera nominalement huit à dix arrivées supplémentaires à l'heure lorsque les vents traversiers seront favorables au point de permettre les séparations réduites WTMA. Au niveau de l'ANSP, la mise en œuvre de l'élément 2 requiert des moyens automatiques de prédiction et de surveillance des vents traversiers. Pour bénéficier des améliorations apportées par les éléments 2 et 3, il faudra disposer d'une capacité de liaison air-sol avec traitement en temps réel pour intégrer les observations de vent fournies par les aéronefs. Par contre, il n'y aura pas d'investissements nécessaires dans l'avionique, au-delà de ceux des autres mises à niveau. L'impact de l'élément 3 sera de minimiser les périodes durant lesquelles un aéroport doit espacer les départs sur des doublets de pistes parallèles, espacées de moins de 760 m (2 500 ft), d'un délai de deux à trois minutes, selon la configuration des pistes. L'amélioration apportée par l'élément 3 est de prolonger les périodes durant lesquelles l'ANSP peut utiliser en toute sécurité les séparations de sillage réduites WTMD sur des doublets de pistes parallèles. Avec les séparations réduites WTMD, la capacité de départs de l'aéroport sera accrue de quatre à huit décollages à l'heure. Pour intégrer des observations de vent fournies par les aéronefs, il faudra disposer d'une liaison air-sol avec traitement en temps réel. Cet élément n'exigera pas non plus d'investissements nécessaires dans l'avionique, au-delà de ceux des autres mises à niveau.

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 Élément 1

3.1.1 Le passage aux minimums de séparation de sillage de l'OACI mis en œuvre dans le cadre du bloc 1 ajoutera la possibilité d'appliquer les règles de séparation pour une paire statique « aéronef de tête-aéronef suiveur » dans les opérations de l'aéroport. Les ANSP pourront ainsi choisir s'ils veulent introduire des normes supplémentaires dans leurs opérations en fonction des besoins de capacité de l'aéroport. Si la capacité n'est pas un problème, l'ANSP peut décider de conserver les 3 catégories en vigueur avant la mise à niveau du bloc 0, ou les 6 catégories mises en place par le bloc 0. Les procédures basées sur les normes d'espacement par paires nécessiteront un soutien d'automatisation pour guider les contrôleurs ATC dans l'application des séparations de sillage.

3.1.2 La mise en œuvre de l'élément 1 ne nécessite aucun changement des procédures de vol pour les équipages.

3.2 Élément 2

3.2.1 La mise en œuvre du bloc 0 concerne l'exploitation des pistes parallèles et n'affecte que les procédures de séquençement et de séparation des aéronefs sur ces pistes. Le bloc 1 ajoute des procédures pour utiliser des séparations de sillage réduites entre des paires d'aéronefs au cours des arrivées sur des pistes parallèles, lorsque les conditions de vents traversiers le long des trajectoires d'approche le permettent. Les procédures du bloc 1 nécessitent que les ANSP s'équipent de plateformes d'automatisation pour la prédiction et la surveillance des vents traversiers, ainsi que pour la présentation aux contrôleurs des séparations de sillage requises entre les aéronefs qui se posent sur des pistes parallèles.

3.2.2 Les procédures de mise en œuvre dans le cadre de l'élément 2 ne nécessitent aucun changement des procédures pour les équipages qui effectuent des approches aux instruments sur l'aéroport. Le séquençement, la séparation et l'espacement resteront des responsabilités de l'ANSP.

3.3 Élément 3

3.3.1 La mise en œuvre de l'élément 3 du bloc 1 ne concernera que les procédures de l'ANSP pour les aéronefs au départ sur des doublets de pistes parallèles espacées de moins de 760 m (2 500 ft). L'élément 3 introduit des procédures supplémentaires pour les situations dans lesquelles la demande de départs est forte avec une proportion importante d'aéronefs lourds dans les opérations de l'aéroport. Les procédures couvrent les transitions dans les deux sens entre les séparations réduites et les critères imposant des séparations standard. La mise à niveau du bloc 1 ne modifie pas ces procédures, mais augmente la fréquence et la durée des périodes durant lesquelles elles peuvent être appliquées. Les procédures mises en œuvre par l'élément 3 ne comportent pas de changement des procédures de l'équipage pour un départ de l'aéroport. Lorsqu'une procédure de départ sur des pistes parallèles spécialisées est en vigueur, les pilotes en sont avisés et sont prévenus qu'ils peuvent s'attendre à une autorisation de départ plus immédiate.

4. FONCTIONNALITÉS REQUISES AU NIVEAU DES SYSTÈMES

4.1 Avionique

4.1.1 La mise à niveau du module B1-70 ne nécessite pas de nouvelles technologies à bord des aéronefs, ni des qualifications supplémentaires des équipages de conduite. Elle tire parti des améliorations de l'avionique de bord censées intervenir dans le cadre d'autres modules (surtout l'ADS-B).

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 Les ANSP, s'ils décident d'utiliser les minimums de séparation de sillage de élément 1 pour les paires statiques aéronef de tête-aéronef suiveur, devront s'équiper d'outils d'aide à la décision pour permettre l'application de normes. Les mises à niveau des éléments 2 et 3 nécessiteront de la part des ANSP qui choisissent d'utiliser les minimums de séparation de sillage réduit sur des pistes parallèles, de s'équiper de moyens de prédiction du vent traversier, en force et en direction, et de moyens d'affichage de cette information devant les contrôleurs. Cette capacité sera basée sur l'utilisation combinée de la technologie des radars en bande X et des lidars. L'information météorologique nécessaire pour calculer la séparation de sillage réduit devrait être intégrée dans l'infrastructure de gestion globale de l'information (SWIM) et des services associés.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 L'identification des considérations relatives aux facteurs humains est un aspect important de la définition des processus et des procédures de ce module. Il va falloir étudier en particulier l'interface humain-machine pour les aspects de l'automatisation de ces améliorations de performances et, si besoin est, prévoir des stratégies de contrôle des risques par la formation, l'éducation et la redondance.

5.2 Besoins de formation et de qualification

5.2.1 Les contrôleurs vont devoir recevoir une formation pour l'application du nouveau concept de matrice statique des paires d'aéronefs utilisées dans la séparation pour la turbulence de sillage et les outils d'aide à la décision.

5.2.2 Les besoins de formation aux normes et aux procédures opérationnelles seront identifiés dans le cadre du développement des dispositions des PANS nécessaires pour la mise en œuvre de ce module. De même, les exigences de qualification seront identifiées et incluses dans les aspects réglementaires de ce module, lorsqu'elles seront connues.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : les critères publiés actuels, mentionnés dans la Section 8.4, devront faire l'objet de mises à jour.
- Plans d'approbation : à déterminer.

6.1 Éléments 1

6.1.1 Le produit de l'élément 1 est un ensemble de modifications recommandées des minimums de séparation pour la turbulence de sillage et de documents d'appui de l'OACI, introduisant la notion de séparation de sillage réduite pour des paires statiques décalées. Une fois approuvés, les minimums révisés de séparation de sillage de l'OACI permettront à tous les ANSP de baser leurs procédures sur ces nouvelles normes. L'approbation par l'OACI des minimums de séparation de sillage réduits devraient intervenir au cours de la période 2015/2016.

6.2 Éléments 2 et 3

6.2.1 Les produits des éléments 2 et 3 seront publiés par l'OACI sous la forme de normes basées sur les performances reflétant les exigences établies à partir des expériences faites par certains États.

6.2.2 Il n'est pas nécessaire de prévoir un plan d'approbation pour la mise en œuvre des normes de turbulence de sillage améliorées dans le cadre du bloc 1 du module.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

7.1.1 Le système WTMD a fait l'objet de démonstrations opérationnelles dans trois aéroports des États-Unis à partir de 2011.

7.2 Activités prévues ou en cours

7.2.1 En parallèle avec le processus d'approbation de l'OACI, la FAA produit la documentation et travaille à l'adaptation de ses systèmes d'automatisation pour permettre la mise en œuvre des normes de séparation de sillage. L'approbation de l'OACI est attendue en 2015/2016.

7.2.2 Les travaux se poursuivent sur l'élaboration des procédures de séparation de sillage en présence d'un vent traversier et sur les améliorations technologiques au niveau des opérations d'arrivée sur les aéroports à pistes parallèles. Des simulations avec intervention humaine dans la boucle utilisant les procédures en question et les dispositifs d'affichages pour la présentation des informations aux contrôleurs seront conduites en 2012. Selon le résultat des simulations, le développement de cette fonctionnalité pourra être poursuivi.

7.2.3 L'atténuation des effets de la turbulence de sillage pour les départs (WTMD) est un projet de développement des États-Unis qui permettra, dans la mesure où les vents traversiers sont suffisamment forts et constants, de faire décoller un aéronef sur la piste parallèle au vent après le décollage d'un aéronef lourd sur la piste parallèle sous le vent, sans avoir à attendre le délai actuel de deux à trois minutes. Il est prévu que la fonctionnalité WTMD sera implantée dans huit à dix aéroports des États-Unis ayant des pistes parallèles avec des vents traversiers fréquents et une proportion importante d'aéronefs lourds. La première application opérationnelle WTMD devrait se dérouler au printemps 2013.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Documents d'approbation

- Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien*
- Doc 9426 de l'OACI, *Manuel de planification des services de la circulation aérienne*

PROJET

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE N° B2-70 : SÉPARATION AVANCÉE EN FONCTION DE LA TURBULENCE
DE SILLAGE (BASÉE SUR LE TEMPS)**

Résumé	Application des minimums de séparation de sillage entre aéronefs basés sur le temps, et changements apportés aux procédures des ANSP pour l'application des minimums de séparation de sillage.	
Principale incidence sur la performance, conformément au Doc 9854	KPA-02 – Capacité	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Aéroport	
Considérations relatives à l'application	Des plus complexes - établissement de critères de séparation en temps entre des paires d'aéronefs permet d'étendre les nouvelles catégories de distances variables pour la turbulence de sillage à des conditions propres à un intervalle de temps. Ceci permettra de minimiser les temps d'attente entre deux opérations au minimum nécessaire pour la dissociation des tourbillons et l'occupation de la piste. Il en résultera une amélioration de la cadence des décollages.	
Composant(s) du concept mondial, d'après le Doc 9854	CM – Gestion des conflits	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-13 : conception des aéroports GPI 14 : exploitation des pistes	
Principales interdépendances	B1-70	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt √ ou date prévue)
	État de préparation des normes	Est. 2023
	Disponibilité de l'avionique	–
	Disponibilité des systèmes au sol	Est. 2023
	Disponibilité des procédures	Est. 2023
	Approbatons d'exploitation	Est. 2023

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Les processus, les procédures et les normes des fournisseurs de services aéronautiques (ANSP) pour la séparation de sillage entre aéronefs sont rendus plus souples par l'application d'une régulation temporelle en vue d'améliorer le débit des pistes avec un niveau de sécurité équivalent ou supérieur. La mise à niveau du bloc 2 n'entraînera aucune modification de l'équipement des aéronefs ni des exigences de performances, bien que les avantages escomptés nécessitent, comme dans le bloc 1, que l'aéronef diffuse en temps réel des observations météorologiques au cours des opérations d'approche et de départ, pour permettre la mise à jour continue du modèle des conditions locales. Cette mise à niveau dépend des travaux du bloc 1 sur la caractérisation de la turbulence de sillage en fonction de l'intensité des tourbillons produits par chaque type d'aéronef et de la sensibilité de chaque type à la turbulence.

1.2 Base de référence

1.2.1 Le module B1-70 sur la turbulence découlait de l'utilisation des séparations dynamiques de turbulence de sillage pour améliorer le débit des pistes avec des niveaux de sécurité équivalents.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Le module B2-70 représente une transition vers l'application des minimums de séparation temporelle du module B1-70, basé sur la distance et de procédures plus évoluées d'atténuation des effets du sillage à l'intention des ANSP. Le module B1-70 représentait la technologie appliquée pour augmenter la capacité de la piste avec des minimums de séparation plus efficaces grâce à la définition de six catégories de séparation appliquées à des paires aéronef de tête-aéronef suiveur définies au moyen d'une matrice statique des combinaisons autorisées pour la séparation de sillage (éventuellement jusqu'à soixante-quatre combinaisons de paires et plus). Malgré cette complexité, le rôle de l'ANSP est simplifié par des outils d'automatisation indiquant la distance minimum à respecter entre deux paires successives. La matrice étendue proposée ici représente une approche moins « conservatrice », mais cependant toujours prudente, assurant une conversion des caractéristiques temporelles du sillage en un jeu de distances standard.

1.3.2 L'objectif du module B1-70 était de réduire le nombre d'opérations dans lesquelles une marge excessive d'espacement réduisait le débit de la piste. Le présent module met à profit les critères sous-jacents représentés dans les nouvelles catégories de sillage, les vents en temps réel, les vitesses assignées et les conditions d'environnement en temps réel pour évaluer dynamiquement l'espacement correct nécessaire à la séparation des aéronefs sur le plan de la turbulence de sillage. Cette information est couplée au temps d'occupation de la piste pour établir un espacement temporel assurant une séparation sûre. La régulation temporelle est gérée par des outils informatiques alimentant les affichages de l'ANSP, mais aussi à bord de l'aéronef lorsque la régulation collaborative sera en vigueur, ce qui suppose que l'équipement nécessaire soit déjà en place à bord de l'aéronef. En poussant plus loin le concept de la régulation temporelle, on peut formuler un concept plus élaboré de séparation en tenant compte des conditions météorologiques à intégrer au cours de l'approche. Ce concept réunit les notions d'atténuation des effets de la turbulence de sillage et de migration des tourbillons (comme P-TBS et CROPS) en une solution cohérente fondée sur l'utilisation d'outils informatiques évolués et assurant à la fois une meilleure cadence des atterrissages et une plus grande résilience à l'égard des aléas.

2. AMÉLIORATIONS OPÉRATIONNELLES ESCOMPTÉES

2.1 Les métriques d'évaluation du succès de ce module sont proposées dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Capacité</i>	Augmentation de la capacité et des débits d'arrivée par le concept de la régulation temporelle associé à celui de la séparation en fonction de la situation météorologique (WDS).
<i>Efficacité/Environnement</i>	La mise en œuvre du concept de dépendance de la situation météorologique se traduira par une prédiction plus précise du vent traversier.

3. **PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)**

3.1 **Mise en œuvre des minimums de régulation temporelle basée sur le concept de paire diagonale « aéronef de tête-aéronef suiveur »**

3.1.1 Dans le cadre du bloc 2, les minimums de séparation de l'OACI pour la turbulence de sillage passeront de trois catégories à soixante et plus, avec des minimums exprimés en distance et tenant compte des caractéristiques de l'aéronef.

3.1.2 Le bloc 2 n'implique aucun changement des procédures de vol des équipages.

4. **FONCTIONNALITÉS REQUISES AU NIVEAU DES SYSTÈMES**

4.1 **Avionique**

4.1.1 À déterminer.

4.2 **Systèmes au sol**

4.2.1 Pour les ANSP, cette nouvelle procédure nécessitera des systèmes automatisés pour indiquer les séparations temporelles de sillage aux contrôleurs en fonction du type d'aéronef.

5. **PERFORMANCES HUMAINES**

5.1 **Considérations relatives aux facteurs humains**

5.1.1 Ce module en est encore au stade de la recherche et du développement, de sorte que les considérations relatives aux facteurs humains sont en cours d'identification par modélisation et par des essais bêta. Les versions futures de ce document seront plus spécifiques quant aux processus et aux procédures nécessaires pour prendre en considération les facteurs humains. Les questions d'interface humain-machine devront faire l'objet d'une étude très poussée pour définir des stratégies d'atténuation des risques jugés élevés.

5.2 **Besoins de formation et de qualification**

5.2.1 Ce module comportera à terme un certain nombre d'exigences pour la formation du personnel. Quand des spécifications auront été élaborées, elles seront incluses dans la documentation d'appui du module et leur importance relative sera précisée. De même, les exigences de qualification recommandées seront intégrées aux documents réglementaires avant la mise en œuvre de cet outil d'amélioration des performances.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : des critères nouveaux ou modifiés pour les opérations avec ce concept avancé de prise en compte de la turbulence de sillage, dans les documents mentionnés à la Section 8.4.
- Plans d'approbation : à déterminer.

6.1 Mise en œuvre des minimums de séparation temporelle basée sur le concept de paire diagonale « aéronef de tête-aéronef suiveur »

6.1.1 Le résultat de cette activité sera une nouvelle procédure et des systèmes de soutien permettant d'établir des minimums de séparation temporelle pour des zones terminales à forte densité et à trafic intense. Ces opérations nécessiteront une extension des minimums de séparation de sillage de l'OACI et une modification de la documentation d'appui. Une fois approuvés, les minimums de séparation de l'OACI permettront à tous les ANSP de baser leurs procédures de gestion des turbulences de sillage sur les normes OACI approuvées.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

7.1.1 Aucune pour le moment.

7.2 Activités prévues ou en cours

7.2.1 États-Unis : il n'y a pas d'expérimentation en cours ni de démonstration prévue pour le moment.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Éléments indicatifs

8.1.1 Ce document comprend également le R199, Doc 9882.

8.2 Documents d'approbation

- Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien*
- Doc 9426 de l'OACI, *Manuel de planification des services de la circulation aérienne*

Domaine d'amélioration des performances 1 : Opérations aéroportuaires

Continuum : AMAN/DMAN

PROJET

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE N° B0-15 : AMÉLIORATION DU DÉBIT DE TRAFIC SUR PISTE
GRÂCE AU SÉQUENCEMENT (AMAN/DMAN)**

Résumé	Améliorer la gestion des arrivées et des départs (y compris par la régulation temporelle) des grands aéroports à pistes multiples ou des endroits où des pistes dépendantes sont situées à proximité d'un aéroport, de manière à mieux utiliser la capacité inhérente des pistes.	
Principale incidence sur la performance, conformément au Doc 9854	KPA-02 – Capacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-09 – Prédicibilité, KPA-06 – Flexibilité.	
Considérations relatives à l'application	La gestion des pistes et des aires de manœuvre des grands aéroports de transit et de ceux qui desservent les grandes zones métropolitaines sera la principale bénéficiaire des améliorations apportées par ce module. Ces améliorations semblent relativement peu complexes à mettre en œuvre car de nombreux aéroports dans le monde ont déjà des procédures de séquençement pour l'utilisation des pistes. Toutefois, certains aéroports sont confrontés à des problèmes environnementaux et opérationnels qui risquent de compliquer le développement et la mise en œuvre des technologies et des procédures introduites par ce module.	
Composant(s) du concept mondial, d'après le Doc 9854	TS – Synchronisation de la circulation au sol	
Global plan initiative	GPI-6 : gestion des flux de trafic aérien	
Principales interdépendances	Lien avec B0-15 et B0-80	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt √ ou date prévue)
	État de préparation des normes	√
	Disponibilité de l'avionique	√
	Disponibilité des systèmes au sol	√
	Disponibilité des procédures	√
	Approbations d'exploitation	√

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Dans le bloc 0 (jusqu'à 2013), les outils élémentaires de gestion des files d'attente, comme les systèmes de séquençement des arrivées ou des départs, permettent aux ANSP d'établir les séquences d'utilisation des pistes et d'établir la cadence et l'horaire des opérations, comme avec le système « Traffic Management Advisor » (TMA), aux États-Unis, et les divers systèmes de gestion des arrivées (AMAN) qui sont en service dans de nombreux aéroports d'Europe et d'autres régions.

1.2 Base de référence

1.2.1 La base de référence de ce module est le processus manuel par lequel les contrôleurs utilisent les procédures locales et leur expérience pour établir en temps réel les séquences de départs ou

d'arrivées. Ces solutions ne sont généralement pas optimales du point de vue du séquençement et de l'efficacité des vols, particulièrement à cause de l'allongement des temps de circulation et d'attente au sol, dans le cas des départs, et des attentes à l'arrivée.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Régulation temporelle. Ce module introduit des fonctionnalités du système visant à faciliter le séquençement et l'espacement temporel.

1.3.2 À l'arrivée, les vols sont cadencés par le contrôle des heures d'arrivées (CTA), c'est-à-dire que l'aéronef est tenu d'arriver à une heure prescrite à un repère défini à proximité de l'aéroport. La régulation temporelle permet à l'ATM d'établir la séquence des vols à l'arrivée de façon à utiliser les ressources du terminal de manière efficace et rationnelle. Le système améliore les possibilités pour l'ATC en route d'anticiper et de contrôler la présentation d'un aéronef destiné à un aéroport alors qu'il en est encore à une longue distance.

1.3.3 Pour les départs, le séquençement permet de mieux synchroniser les autorisations de démarrage des moteurs et de repoussage, de réduire les temps de roulage et les attentes au sol, d'établir une séquence de décollage plus rationnelle, de réduire les embouteillages en surface et d'optimiser l'utilisation des ressources du terminal et de l'aéroport.

1.3.4 Les outils de gestion des départs sont conçus pour optimiser l'utilisation de l'espace aérien et de l'ensemble des ressources. L'élimination des attentes inutiles en vol et au sol est un facteur important pour la réduction de la consommation de carburant, une préoccupation majeure, et des émissions qui sont également devenues une priorité. L'utilisation de ces outils pour assurer une gestion plus efficace des trajectoires d'arrivée et de départ est une considération majeure dans certains modules du bloc 0.

1.4 Élément 1 : AMAN et régulation temporelle

1.4.1 La gestion des arrivées permet de séquencer les vols en tenant compte de l'état de l'espace aérien, de la turbulence de sillage, des performances des aéronefs et des préférences des utilisateurs. La séquence établie permet de connaître à l'avance le temps que l'aéronef doit perdre avant le repère d'approche de référence, ce qui lui permet de voler plus efficacement et de réduire les attentes en piles, particulièrement en basse altitude. Une séquence optimisée assure également un meilleur débit de l'aéroport.

1.4.2 La régulation temporelle consiste à utiliser le temps plutôt que la distance comme critère de séparation des aéronefs. En règle générale, les responsables de l'ATC fixent une heure précise à laquelle le vol doit arriver à l'aéroport. C'est ce que l'on appelle l'heure d'arrivée prescrite (CTA). Les CTA sont déterminés en tenant compte de la capacité de l'aéroport et de l'espace aérien terminal, des performances de l'aéronef, du vent et des autres facteurs météorologiques. La régulation temporelle est donc le mécanisme privilégié pour séquencer les arrivées.

1.5 Élément 2 : Gestion des départs

1.5.1 La gestion des départs, comme celle des arrivées, consiste à optimiser les opérations de départ de manière à assurer l'utilisation la plus rationnelle possible des ressources de l'aéroport et du terminal. L'attribution de créneaux et leurs ajustements éventuels sont facilités par des automatismes de

gestion des flux de départs, comme DMAN ou DFM. L'attribution dynamique des créneaux favorisera une intégration harmonieuse dans les flux de trafic en altitude et aidera les utilisateurs de l'espace aérien à mieux respecter les heures de passage prescrites et les autres instructions de l'ATM. Les séquences de gestion des départs, basées sur l'état de l'espace aérien, la turbulence de sillage, les performances des aéronefs et les préférences de l'utilisateur, favorisent une meilleure intégration dans les flux en route sans perturber l'écoulement du trafic. Tout cela assure l'optimisation du débit de l'aéroport et un meilleur respect des heures de départ assignées.

2. AMÉLIORATIONS OPÉRATIONNELLES ESCOMPTÉES

2.1 Les métriques d'évaluation du succès de ce module sont proposées dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Capacité</i>	La régulation temporelle permet de rationaliser l'usage de l'espace aérien du terminal et le débit des pistes. Utilisation optimisée des ressources du terminal et des pistes.
<i>Efficacité</i>	L'augmentation du débit des pistes et des fréquences d'arrivée se traduira par une amélioration générale de l'efficacité. Ces gains résultent de la régulation harmonisée : a) des flux de trafic de la phase en route vers la zone terminale et l'aéroport. Cette harmonisation est obtenue par un séquençement des arrivées en fonction de la disponibilité des ressources du terminal et des pistes; b) des flux de départs et la coordination de leur intégration au trafic en route à travers l'espace aérien. La réduction du temps d'attente pour une demande de départ et du temps qui s'écoule entre la demande d'autorisation et l'heure de départ. De plus, les informations sur les départs et les autorisations peuvent être diffusées de manière automatique.
<i>Prédictibilité</i>	Par la réduction des incertitudes dans la prévision des demandes pour l'aéroport ou le terminal.
<i>Flexibilité</i>	Par l'horaire dynamique.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	Un dossier détaillé de ces activités a été produit dans le cadre du programme de gestion temporelle des flux de trafic, aux États-Unis. Ce dossier montre que les avantages économiques l'emportent largement sur les coûts. La mise en œuvre de la régulation temporelle peut réduire les attentes en vol, ce qui représente des gains de temps estimés à plus de 320 000 minutes et des économies de 28,37 millions de dollars pour les usagers de l'espace aérien et les passagers sur la période d'évaluation. ² Aux États-Unis, l'expérimentation du système DFM d'établissement d'un horaire dynamique des départs a donné des résultats très positifs. Le taux de ponctualité, un indicateur employé pour évaluer le respect des heures de départ assignées, est passé, pour les sites expérimentaux, de soixante-huit pour cent à soixante-quinze pour cent. D'une manière analogue, EUROCONTROL a enregistré des résultats encourageants avec son système DMAN. Les départs autorisés selon un horaire permettent de régulariser l'insertion des flux

² Exhibit 300 Programme Baseline Attachment 2 : Business Case Analysis Report for TBFM v2.22

	d'aéronefs dans l'espace aérien du centre de contrôle adjacent en tenant compte à l'avance des contraintes de celui-ci. Cette fonctionnalité facilite une estimation précise des heures estimées d'arrivée (ETA). En période de trafic intense, la régulation permet de maintenir une cadence optimale, ce qui se traduit par une meilleure utilisation de l'espace aérien et par des économies de carburant. Cette capacité sera également cruciale pour le futur espacement généralisé.
--	---

3. **PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)**

3.1 La gestion temporelle des flux de trafic, tant aux États-Unis (TBFM) et qu'à EUROCONTROL avec les projets AMAN/DMAN, requiert des systèmes et des procédures opérationnelles appropriés. En particulier, des procédures étendant la régulation temporelle à l'espace aérien en route seront nécessaires. Il faudra également prévoir des procédures RNAV/RNP pour les arrivées.

4. **FONCTIONNALITÉS REQUISES AU NIVEAU DES SYSTÈMES**

4.1 **Avionique**

4.1.1 La régulation temporelle des départs n'exige aucune avionique supplémentaire à bord. Pour les approches, l'espacement temporel est principalement basé sur les autorisations de vitesse données par l'ATC pour ajuster la séquence des aéronefs dans le contexte AMAN. Cette opération peut être facilitée en imposant aux aéronefs une heure CTA au repère de régulation, le respect des heures assignées étant assuré par la fonction arrivée du système de gestion de vol (FMS) actuel.

4.2 **Systèmes au sol**

4.2.1 Les principaux aspects technologiques comprennent l'automatisation des fonctions de synchronisation pour le séquençage des arrivées, le séquençage des départs et les informations de surface, l'amélioration de la prédictibilité des flux d'arrivées, le raffinement des estimations de capacité du secteur, et la gestion par trajectoires. Les sites moins congestionnés peuvent ne pas avoir besoin d'une automatisation aussi poussée pour la mise en œuvre de ce module.

4.2.2 Les applications TBFM et de gestion des arrivées/départs (AMAN/DMAN), ainsi que les technologies existantes pourront servir de plateformes de mise en œuvre de ces concepts, sous réserve d'une adaptation et d'une maintenance adaptées au site.

5. **PERFORMANCES HUMAINES**

5.1 **Considérations relatives aux facteurs humains**

5.1.1 Ce module n'aura pas d'impacts directs sur les responsabilités du personnel ATM. Cependant, les facteurs humains ont tout de même été étudiés dans le cadre du développement des processus et des procédures associés à ce module. Lorsqu'il y a des besoins d'automatisation, l'interface humain-machine a été prise en considération, tant d'un point de vue fonctionnel que sur le plan de l'ergonomie (voir la section 6 pour des exemples). La possibilité de pannes latentes n'est cependant pas

éliminée et la vigilance est nécessaire à tous les niveaux de la mise en œuvre. Les problèmes liés à des facteurs humains qui seront identifiés au cours de la mise en œuvre, doivent être portés à la connaissance de la communauté internationale par l'entremise de l'OACI, dans le cadre de toute initiative de retour en matière de sécurité.

5.2 Besoins de formation et de qualification

5.2.1 Des moyens d'automatisation seront nécessaires pour la gestion des espaces aériens où la demande est forte. Il faudra donc prévoir une certaine formation pour le personnel ATM.

5.2.2 Ce module nécessitera une formation aux normes et aux procédures opérationnelles, conformément aux documents référencés à la Section 8. De même, les documents qui figurent dans les aspects réglementaires de la Section 6, font partie intégrante de la mise en œuvre du module.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : les critères publiés actuels, mentionnés dans la Section 8, devront faire l'objet de mises à jour.
- Plans d'approbation : à déterminer.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

Régulation temporelle

- **États-Unis** : un système d'aide à la gestion du trafic est actuellement en service dans vingt centres de contrôle en route (ARTCC) des États-Unis et constitue le principal système automatisé de gestion de la séparation temporelle. Les efforts futurs porteront sur la régulation des flux de trafic et l'augmentation par incréments des fonctionnalités du système d'aide à la gestion du trafic.
- **Europe** : la fonctionnalité AMAN de base est déjà en service dans certains États européens, tels que la Belgique, le Danemark, la France et le Royaume-Uni. La fonctionnalité DMAN est implantée dans certains grands aéroports européens comme Charles-de-Gaulle.
- **Autres régions** : la fonctionnalité AMAN a été mise en œuvre dans une mesure limitée en Australie, en Afrique du Sud et à Singapour.

Gestion des flux de départs

- **États-Unis** : la gestion des flux de départs est en expérimentation à deux aéroports. La capacité opérationnelle initiale est prévue pour 2014.
- **Europe** : la fonctionnalité DMAN est en service dans certains grands aéroports européens, comme Charles de Gaulle.

7.2 Activités prévues ou en cours

Régulation temporelle

États-Unis : des simulations de régulation temporelle en zone terminale à l'appui des procédures RNAV/RNP sont actuellement en cours sur la base du scénario de Dallas (KDAL). Les capacités de régulation temporelle en zone terminale devraient être intégrées dans le système TBFM d'ici 2018.

Gestion des flux de départs

- **États-Unis** : le système DFM sera intégré à la régulation temporelle étendue et fera partie du système TBFM aux États-Unis en 2014.
- **Europe** : la fonctionnalité DMAN devrait être mise en œuvre dans la plupart des grands aéroports européens.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Éléments indicatifs

- European ATM Master Plan, édition 1.0, mars 2009 : mise à jour en cours
 - SESAR Definition Phase Deliverables
 - Rapport *TBFM Business Case Analysis*
 - NextGen Midterm Concept of Operations v.2.0
 - RTCA Trajectory Operations Concept of Use
-

**MODULE N° B1-15 : OPÉRATIONS AÉROPORTUAIRES AMÉLIORÉES PAR LA GESTION
INTÉGRÉE DES DÉPARTS, DES ARRIVÉES ET DES MANŒUVRES DE SURFACE**

Résumé	L'extension des critères de séparation temporelle à l'arrivée et l'intégration de la gestion des mouvements de surface dans le séquençage des départs permettra d'améliorer la gestion opérationnelle des pistes et d'accroître la capacité de l'aéroport et l'efficacité des vols.	
Principale incidence sur la performance, conformément au Doc 9854	KPA-02 – Capacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-05 – Environnement, KPA-06 – Flexibilité, KPA-09 – Prédicibilité, KPA-10 – Sécurité	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Aéroport et zone terminale	
Considérations relatives à l'application	Dans les grands aéroports de transit et dans ceux qui desservent les zones métropolitaines, la gestion des aires de manœuvre, des pistes et des terminaux a besoin d'être coordonnée. La complexité de la mise en œuvre de ce module dépend de plusieurs facteurs. Dans certains aéroports, des aspects environnementaux et opérationnels ajoutent à la complexité du développement et de la mise en œuvre des technologies et des procédures objets du présent module. De plus, des routes PBN doivent être en place.	
Composant(s) du concept mondial, d'après le Doc 9854	TS – Synchronisation de la circulation au sol AO – Opérations aéroportuaires	
Global plan initiative	GPI-6 : gestion des courants de trafic aérien GPI-12 : intégration fonctionnelle des systèmes sol et des systèmes embarqués GPI-14 : exploitation des pistes GPI-16 : systèmes d'aide à la décision et systèmes d'avertissement	
Principales interdépendances	B0-15, B0-75	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt √ ou date prévue)
	État de préparation des normes	Est. 2018
	Disponibilité de l'avionique	Est. 2018
	Disponibilité de l'infrastructure	Est. 2018
	Disponibilité de l'automatisation au sol	Est. 2018
	Disponibilité des procédures	Est. 2018
	Approbations d'exploitation	Est. 2018

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Dans le bloc 1 (2018), la gestion des départs sera intégrée avec la gestion des opérations de surface. La surveillance plus étroite des activités de surface peut être mise à profit pour assurer un horaire plus précis des départs avec des mises à jour plus fréquentes. De plus, une gestion plus serrée des

activités de surface permettra d'améliorer les débits de l'aéroport sans créer de risques supplémentaires du point de vue de la séparation de sillage et des autres protocoles de sécurité. La capacité de l'aéroport et l'écoulement du trafic sont en effet étroitement liés à la surveillance et à la gestion des activités de surface. Des mouvements de surface bien contrôlés, avec un guidage sûr dans toutes les conditions atmosphériques se traduiront par une réduction du temps d'occupation des pistes et par une amélioration considérable de l'efficacité des opérations de surface. En particulier, l'amélioration de la surveillance et de la gestion des opérations de surface assureront une utilisation optimale des aires de manœuvre.

1.1.2 La synchronisation des opérations de surface et des séquences de décollage permettra d'améliorer la prédictibilité et la précision des heures de départ assignées aux vols. Cela permettra l'espacement dynamique et le séquençement des départs avec un meilleur débit sur piste. Les trajets de départ et d'arrivée des aéronefs peuvent être ajustés de façon à atténuer les effets de procédures de séparation imposées.

1.1.3 Il est possible de séquencer les vols de façon que les effets des phénomènes atmosphériques (comme la turbulence de sillage) soient atténués. Pour minimiser les effets de la turbulence de sillage, on peut faire décoller une série d'aéronefs lourds derrière un aéronef plus léger dont la turbulence de sillage tend à se dissiper plus rapidement. La coordination des activités de surface et des départs assure une plus grande souplesse dans l'équilibrage de l'utilisation des pistes. Une piste peut être reconfigurée pour s'adapter à des scénarios d'arrivées et de départs sans cesse changeants. Elle peut également être configurée de façon à minimiser les effets de la turbulence de sillage, par exemple avec pistes réservées aux aéronefs lourds et légers qui divergent dans des directions différentes.

1.1.4 Le prolongement de la régulation temporelle pour l'insertion en route dans l'espace aérien adjacent et la généralisation des procédures PBN de navigation fondée sur les performances, notamment la RNAV/RNP, permettront de mieux utiliser les ressources des zones à haute densité de trafic. Ce croisement des informations améliorera la prédictibilité, la flexibilité et l'efficacité des opérations de départ et de surface.

1.1.5 Un autre aspect crucial de ce module est l'application de la régulation temporelle des arrivées à partir des routes de l'espace aérien adjacent. Ce concept permettra une collaboration des autorités ATC voisines en vue de gérer et de concilier les flux de trafic de manière plus efficace. La coordination entre les autorités ATC suppose évidemment une conscience commune de la situation et une exécution cohérente des décisions ATM. La coordination repose sur des échanges constants d'information sur les trajectoires, la météorologie et la surveillance dans les régions d'information de vol (FIR). Des informations comme les CTA, les positions des aéronefs et les phénomènes météorologiques convectifs doivent être normalisés et leur interprétation rendue uniforme.

1.1.6 Ce module vise également à accélérer la mise en œuvre des procédures de navigation fondées sur les performances, comme la RNAV/RNP, dans les zones à haute densité de trafic. Les procédures RNAV/RNP permettent de diriger efficacement les vols vers des repères de régulation temporelle au départ et à l'arrivée. Des procédures en zone terminale, comme les arrivées standard (STAR) et les départs standard aux instruments (SID), offrent un potentiel considérable pour optimiser la gestion des ressources surtaxées dans les zones à haute densité de trafic. Toutes ces procédures contribueront à rationaliser l'attribution des ressources de l'aéroport et de la zone terminale.

1.2 Base de référence

1.2.1 Le module B0-15 vise à introduire la régulation temporelle au niveau des arrivées et à automatiser la gestion des arrivées et des départs. Ces systèmes travaillent de manière indépendante et les informations qu'ils fournissent ne sont intégrées qu'au niveau du personnel ATC.

1.2.2 La régulation temporelle des arrivées dans l'espace aérien du terminal réduit l'incertitude sur la demande pour l'espace aérien et les ressources de l'aéroport. Les vols sont gérés par une heure d'arrivée contrôlée (CTA). La CTA impose une heure précise de présentation du vol, sinon il risque de perdre son créneau. L'ATM peut ainsi anticiper avec une précision raisonnable la demande future pour l'espace aérien terminal et les ressources de l'aéroport. C'est alors aux autorités ATC terminales d'ajuster la séquence des arrivées pour mieux utiliser les ressources limitées du domaine terminal.

1.2.3 L'automatisation de la gestion des départs permet d'établir un horaire précis des décollages. Cet horaire optimise la séquence des flux de trafic dirigés vers les autorités ATC adjacentes. Les départs sont donc séquencés sur la base des contraintes d'acceptation des flux d'arrivées, s'il y a lieu, (pour éviter les interactions avec les pistes non spécialisées ou celles qui sont utilisées pour les départs et les arrivées). La gestion des départs assure également une diffusion automatique et une transmission immédiate des restrictions, des autorisations et des autres informations relatives aux départs.

1.2.4 Les efforts d'automatisation de la régulation temporelle à l'arrivée et au départ permettront de maximiser les capacités et d'utiliser pleinement les ressources en offrant aux autorités ATC des trajectoires plus efficaces d'arrivée et de départ. Un avantage secondaire est la possibilité d'utiliser des moyens d'espacement plus économiques que les piles d'attente à une époque où le carburant représente une part majeure des frais d'exploitation et où les émissions atmosphériques sont devenues une préoccupation prioritaire.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Ce module permettra la gestion des opérations de surface, la régulation temporelle étendue des arrivées et l'intégration des départs et des mouvements de surface. L'automatisation de la gestion des départs éliminera les conflits et assurera des opérations plus régulières et mieux synchronisées avec celles des autorités ATC adjacentes. Par un meilleur suivi et un contrôle plus précis des opérations de surface, il sera possible de réduire les temps d'occupation des pistes et de maximiser la capacité de débit de l'aéroport. De plus, l'intégration de la gestion des mouvements de surface et des départs permettra un meilleur équilibrage de l'utilisation des pistes et une augmentation de la capacité globale de l'aéroport. Enfin, cette intégration facilitera l'efficacité et la flexibilité des opérations de départ en assurant une attribution optimisée des ressources de surface de l'aéroport et de l'espace aérien terminal.

1.3.2 L'extension de la régulation temporelle des arrivées assurera un meilleur respect des CTA et une meilleure cohérence des flux. Le contrôle des flux à longue distance entraînera inévitablement certaines erreurs de CTA, mais leurs effets pourront être corrigés par une coordination étroite entre différentes autorités ATC. Cette coordination permettra aussi de concilier différents aspects comme les trajectoires, la météorologie, la surveillance et les autres informations ATM. Une telle coordination contribuera à éliminer les incompréhensions et les erreurs d'interprétation des décisions ATM. Les retards seront absorbés dans le domaine en route où les utilisateurs de l'espace aérien peuvent gérer des délais de la manière la plus économique.

1.3.3 Les procédures basées sur les performances, comme la RNAV/RNP dans les zones à haute densité de trafic, se traduiront par une utilisation optimisée de l'espace aérien. En plus de cette optimisation, les routes RNAV/RNP sont plus économes en carburant. Ces procédures permettent de régulariser et de répartir les flux d'arrivées et de départs pour assurer un écoulement harmonieux du trafic. Ces procédures atténuent les effets négatifs des périodes de transition en modifiant la configuration des pistes et les repères d'approche associés. Enfin, la régulation temporelle favorise l'application continue de procédures PBN dans les secteurs à haute densité.

1.4 **Élément 1 : Gestion des opérations de surface**

1.4.1 Une meilleure gestion des opérations de surface apporte des améliorations dans la précision du suivi des mouvements de surface, la détection des conflits et la régulation des flux. Elle permet de répondre à la demande pour les pistes et à séquencer les vols au sol pour optimiser les opérations de départ. Un séquençement précis des départs assure une meilleure fluidité des opérations. Le débit des départs peut ainsi être accru car chaque vol passe moins de temps à la surface de l'aéroport. Par ailleurs, la gestion de surface permet de mieux adapter les voies de circulation et le trajet au sol pourra tenir compte du poste de l'aéronef, de la configuration des pistes et des préférences de l'usager.

1.5 **Élément 2 : Intégration des départs et des mouvements de surface**

1.5.1 L'intégration de la séquence des départs et des mouvements de surface assure une meilleure prédictibilité et une souplesse accrue dans les opérations au sol. Elle favorise le respect des heures de départ car le suivi et le contrôle des mouvements de surface se traduisent par une estimation précise des créneaux de départ. Par ailleurs, l'intégration de la gestion des mouvements de surface et des départs favorise l'horaire dynamique et l'équilibrage de l'occupation des pistes. La mise en séquence des vols permet d'atténuer les effets des phénomènes naturels indésirables et des restrictions de visibilité. L'attribution des pistes et des voies de circulation se feront sur la base d'une demande de piste de décollage, en tenant compte du niveau du trafic de surface, de la position du poste de stationnement et des préférences des usagers. Un meilleur équilibrage de la fréquentation des pistes facilitera la coordination des heures d'entrée dans l'espace aérien et des créneaux pour les opérations de surface.

1.5.2 Toutes ces mesures sont favorables à l'augmentation de la capacité de l'aéroport et à l'accélération du rythme des décollages.

1.6 **Élément 3 : Extension de la régulation temporelle**

1.6.1 La régulation temporelle étendue favorisera la prédictibilité et la conformité aux décisions de l'ATM. Les autorités ATC peuvent maintenant contrôler le trafic au-delà des frontières des FIR, ce qui est important pour l'acheminement des gros volumes de trafic et la précision de la régulation. Ceci facilitera également la synchronisation entre les autorités ATM en route et les FIR adjacentes. Grâce à la régulation temporelle étendue, les retards peuvent être absorbés en altitude, là où les pénalités économiques sont les plus faibles pour les vols à l'arrivée. Enfin, la synchronisation imposera une méthodologie commune et l'échange de messages de collaboration entre les autorités ATC.

1.7 Élément 4 : Utilisation des routes RNAV/RNP

1.7.1 Bien que les procédures basées sur les performances soient les plus efficaces en matière de consommation et de réduction des émissions jusqu'à la piste, dans des conditions de trafic intense, elles sont difficiles à appliquer au niveau des repères de régulation. Pour répondre au mieux à la demande et maintenir l'efficacité énergétique de chaque vol individuel, une liaison entre les procédures RNAV/RNP et le programmeur d'horaire AMAN assurera un séquençement des aéronefs aussi efficace et direct que possible du sommet de leur descente (TOD) au repère de régulation. Les procédures PBN, notamment les descentes à profil optimisé (OPD), en seront facilitées. La régulation temporelle permet de séquencer le trafic entrant par des heures d'arrivée contrôlées (CTA) et des assignations RNAV/RNP. Le séquençement par CTA assure que l'aéronef peut voler selon un profil de descente optimisé à partir du sommet de la descente et suivre d'autres procédures RNAV/RNP jusqu'à un point de cheminement spécifique. La régulation temporelle est donc une formule préalable à l'utilisation continue de procédures RNAV/RNP durant les périodes de trafic intense.

2. AMÉLIORATIONS OPÉRATIONNELLES ESComPTÉES

2.1 Les métriques d'évaluation du succès de ce module sont proposées dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Capacité</i>	La régulation temporelle permettra d'optimiser l'utilisation de l'espace aérien terminal et le débit des pistes.
<i>Efficacité</i>	La gestion des opérations de surface réduit le temps d'occupation, favorise le débit des départs et permet de rééquilibrer et de reconfigurer dynamiquement les pistes. L'intégration de la gestion des départs et des activités de surface permet aussi le rééquilibrage dynamique des pistes pour mieux répondre aux demandes d'arrivées et de départs. Réduction des retards et des attentes en vol Synchronisation des flux de trafic entre la phase en route et le domaine terminal. Les procédures RNAV/RNP permettront d'optimiser l'utilisation des ressources de l'aéroport et des terminaux.
<i>Prédictibilité</i>	Diminution de l'incertitude dans la prédiction de la demande pour l'aéroport et le terminal. Meilleure conformité aux heures de départ prescrites et intégration plus prévisible et plus ordonnée des flux aux repères de régulation. Meilleure conformité aux heures d'arrivée contrôlées (CTA), heure d'arrivée assignée mieux respectée et meilleure conformité.
<i>Flexibilité</i>	Permet l'horaire dynamique.
<i>Sécurité</i>	Plus grande précision du suivi des mouvements de surface.
<i>Environnement</i>	Réduction de la consommation et des nuisances environnementales (émissions et bruit).
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	La gestion des opérations de surface vise à rationaliser les flux de trafic au sol et à promouvoir une utilisation plus rationnelle des pistes avec une meilleure productivité d'ensemble. De plus, la gestion des opérations de surface permet de régulariser le flux des départs et d'assurer des heures d'arrivée plus précises aux postes de stationnement. La meilleure précision du suivi des mouvements de

	surface peut également réduire les incursions sur les pistes et améliorer la sécurité des usagers. Elle permet enfin de réduire les nuisances environnementales en diminuant la consommation de carburant et les niveaux de bruit autour de certains aéroports. L'intégration de la gestion des opérations de surface et des départs assure un meilleur écoulement des flux de trafic sur l'aéroport et facilite une utilisation plus rationnelle des pistes avec des débits de départs accrus. Cette intégration améliore le séquençement des départs sur les pistes. En coordonnant la gestion des opérations de surface et les départs, on gagne en efficacité sur les deux plans. La synchronisation des départs permet de coordonner les activités dans l'espace aérien terminal avec l'état et les activités des pistes. L'harmonisation des mouvements de surface et des départs assure également une plus grande précision et un meilleur contrôle des opérations sur les pistes et au décollage.
	La régulation temporelle étendue permettra aux autorités ATM adjacentes de coordonner l'horaire des départs et d'ajuster les flux de trafic en tenant compte au mieux des contraintes de toutes les parties. Le séquençement des départs peut être ajusté en fonction des contraintes d'arrivée du centre de contrôle adjacent. La coordination entre deux autorités ATM suppose le jumelage des repères de régulation. Les repères de régulation jumelés permettent de réduire les erreurs d'espacement à longue distance et la nécessité de restrictions de séparation en distance. De plus, le couplage des repères de régulation facilite la résolution des conflits entre les flux de trafic. Enfin, la séparation étendue permet de réduire les retards en vol en les reportant à haute altitude, un domaine où il est plus facile d'absorber efficacement les délais imposés. Les routes RNAV/RNP sont les plus efficaces et les plus précises. L'utilisation de ces routes et des autres procédures PBN permet un acheminement du trafic plus fiable, plus reproductible, plus prévisible et plus efficace jusqu'aux repères de régulation. Les délais sont réduits par une meilleure prédiction des trajectoires et un horaire plus précis. Cette optimisation de l'acheminement des aéronefs se traduit par un débit accru. Les routes RNAV/RNP sont des éléments cruciaux des systèmes AMAN/DMAN. En plus d'améliorer l'efficacité opérationnelle, les routes RNAV/RNP contribuent à l'économie de carburant et à la réduction des émissions et des nuisances sonores. La gestion des arrivées par CTA simplifie l'application et l'utilisation de ces procédures.

3. **PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)**

3.1.1 Les efforts consacrés aux projets TBFM et AMAN/DMAN, ainsi qu'aux autres initiatives concernant les opérations de surface, devraient fournir les systèmes et les procédures opérationnelles nécessaires. De nouvelles procédures devraient définir le rôle de chaque acteur (équipage de conduite, unités ATS).

4. FONCTIONNALITÉS REQUISES AU NIVEAU DES SYSTÈMES

4.1 Systèmes au sol

4.1.1 Pour l'élément 1, les fonctionnalités de gestion des opérations de surface doivent comprendre un suivi précis des mouvements et un contrôle et une surveillance de la circulation des aéronefs. Les aéroports peuvent choisir de transmettre les autorisations de roulage par une liaison de données air-sol. Pour l'élément 2, un système d'automatisation est nécessaire pour l'intégration du séquençement de départ et de la gestion des opérations de surface. Pour l'élément 3, une fonctionnalité est nécessaire pour étendre la régulation temporelle des arrivées à la phase en route par une meilleure coordination. Finalement, pour l'élément 4, la fonction de régulation temporelle des arrivées aura besoin d'être mise à niveau pour tenir compte des performances de navigation des aéronefs. En conséquence, l'échange d'information entre l'ATC, les opérations aéroportuaires et les opérations des compagnies aériennes devraient se faire par l'infrastructure SWIM.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 Des systèmes d'automatisation sont nécessaires pour la gestion du trafic dans l'espace aérien, lors des périodes de forte demande. L'identification des facteurs humains à prendre en considération sera un aspect important de la définition des processus et des procédures du présent module. Il va falloir étudier en particulier l'interface humain-machine pour les moyens informatiques à mettre en place pour cet effort d'amélioration des performances et, si besoin est, prévoir des stratégies de contrôle des risques par la formation, l'éducation et la redondance.

5.2 Besoins de formation et de qualification

5.2.1 Le personnel ATM devra passer par une formation pour l'utilisation des systèmes automatisés, mais ses responsabilités resteront inchangées. Les besoins de formation aux normes et aux procédures opérationnelles seront identifiés dans le cadre du développement des SARP nécessaires pour la mise en œuvre de ce module. De même, les exigences de qualification seront identifiées et incluses dans les aspects réglementaires de ce module, lorsqu'elles seront connues.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : des mises à niveau sont à prévoir pour la gestion des opérations de surface, le CDM de surface et les opérations en fonction des critères publiés actuels mentionnés dans la Section 8.4.
- Plans d'approbation : à déterminer.

6.1 Discussion

6.1.1 La gestion des opérations de surface comportera des politiques de partage des informations, la définition des rôles et des responsabilités de tous les acteurs des opérations de surface de l'aéroport, et une compréhension/acceptation mutuelle des procédures opérationnelles. Un cadre similaire à celui de l'A-CDM en Europe et au CDM surface aux États-Unis, devrait être établi pour constituer un forum de discussion des problèmes et des préoccupations des participants.

6.1.2 La gestion intégrée des opérations de surface et des départs nécessitera des politiques et une compréhension/acceptation mutuelle de procédures opérationnelles optimisées pour l'automatisation de la planification et du contrôle des mouvements de surface et des opérations de départ. La coordination de l'heure de rencontre et des créneaux doit également être gérée dans le cadre de procédures opérationnelles optimisées.

6.1.3 Les procédures et les normes opérationnelles pour la régulation temporelle étendue existent sous différentes formes, adaptées à la région. Cette régulation temporelle étendue nécessitera peut-être des modifications ou des ajouts de repères de régulation. Ces révisions devront parfois être approuvées.

6.1.4 Les procédures et les normes opérationnelles, ainsi que les exigences de performance pour routes RNAV/RNP, devront être établies en vue de la mise en œuvre.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

Gestion des opérations de surface

7.1.1 Aucune pour le moment.

Opérations de surface et départs

7.1.2 La synchronisation des départs et des opérations de surface est aujourd'hui presque exclusivement une question de coordination humaine.

Régulation temporelle étendue

États-Unis : la régulation temporelle étendue est en vigueur aux États-Unis dans le cadre du projet TBFM.

Utilisation des routes RNAV/RNP

États-Unis : la régulation temporelle en zone terminale qui permettra les fonctions de fusion et d'espacement nécessaires à l'utilisation des routes RNAV/RNP, sera en vigueur en 2018.

7.2 Activités prévues ou en cours

7.2.1 Le gestionnaire des opérations de surface (SMAN) sera introduit comme outil de gestion de la circulation en surface dans les aéroports européens. Parallèlement, le gestionnaire des données de vol de la tour (TFDM) sera introduit aux États-Unis pour remplir le même rôle. Le SMAN est une fonction de l'outil ASMGCS et permet d'assurer la sécurité et l'efficacité de la circulation en surface.

7.2.2 La synchronisation des départs et des opérations de surface est un élément crucial des efforts de régulation temporelle des flux de trafic, TBFM aux États-Unis et AMAN/DMAN/SMAN en Europe. L'harmonisation de la gestion des départs et des opérations de surface sera réalisée quand ces programmes atteindront leur pleine maturité.

7.2.3 Le programme TBFM des États-Unis vise à renforcer la fonction de conseil pour la gestion des trajectoires (TMA) et à éliminer les problèmes de performances. En règle générale, la régulation temporelle des flux de trafic (TBFM) a pour but d'améliorer et d'optimiser le séquençement des vols afin de maximiser l'utilisation de l'espace aérien. De plus, le programme TBFM étendra la régulation temporelle et le séquençement à d'autres domaines en y incorporant l'information sur les retards imposés au vol par les initiatives de gestion du trafic (TMI). En parallèle, le programme AMAN/DMAN évolue vers l'intégration et la synchronisation du séquençement de toutes les phases du vol.

7.2.4 L'AMAN étendu est considéré comme un projet européen. Cependant, les États-Unis et l'Europe ont les mêmes buts. La régulation généralisée ne pourra entrer en vigueur que lorsque ces capacités arriveront à maturité.

7.3 Gestion des opérations de surface

7.3.1 Les systèmes de suivi de navigation pour les mouvements de surface, comme l'ASDE-X aux États-Unis et la forme initiale de l'A-SMGCS en Europe, sont des systèmes évolués de suivi, de guidage d'acheminement et d'établissement d'un horaire pour les opérations de surface.

États-Unis : le concept de gestion collaborative des attentes à la piste (CDQM) a fait l'objet d'évaluations en 2011 dans le cadre des projets d'opérations basés sur les trajectoires de surface (STBO) de la FAA. La faisabilité et les avantages d'un système avec intervention humaine dans la boucle ont été vérifiés au cours de plusieurs simulations de scénarios de trafic aérien. Les contraintes sur les capacités de l'espace aérien étaient fixées par un gestionnaire de trafic aérien de la FAA.

7.3.2 En 2010, un projet de quatre mois de réfection et d'élargissement des pistes a été lancé à l'aéroport international John F. Kennedy (JFK), de New York, l'un des plus chargés des États-Unis. La piste la plus longue a été élargie pour recevoir les nouveaux très gros porteurs. Le projet portait également sur l'amélioration des voies de circulation et la construction de plateformes d'attente. Pour tenter de minimiser les perturbations pendant cette période, les autorités de JFK ont décidé d'appliquer un processus de gestion collaborative des files d'attente de décollage. Dans le cadre du CDQM, chaque aéronef au départ se voyait attribuer un créneau très précis et attendait son heure à la porte d'embarquement, plutôt que d'aller encombrer les voies de circulation. Les procédures appliquées pendant la période de construction ont donné de si bons résultats qu'elles ont été conservées et étendues à l'ensemble de l'aéroport après la fin des travaux.

7.3.3 L'aéroport international Logan de Boston a été le théâtre d'une démonstration visant à étudier le nombre maximum d'aéronefs autorisés au repoussage et à l'entrée dans les flux de mouvements actifs de l'aéroport au cours d'une période prédéterminée. Le but était d'assurer la continuité de l'utilisation des pistes, sans avoir des périodes d'interruption des décollages. Entre août et septembre, les résultats préliminaires suggèrent que ce concept a permis d'économiser dix-huit heures de temps de roulage, 5 100 gallons de carburant et cinquante tonnes d'émissions de dioxyde de carbone.

7.3.4 **Europe** : le gestionnaire des opérations de surface (SMAN) sera introduit comme outil de gestion de la circulation en surface en Europe. Aux États-Unis, le gestionnaire des données de vol de la tour (TFDM) jouera sensiblement le même rôle. Le SMAN est une fonction de l'outil A-SMGCS dont le rôle est d'assurer la sécurité et l'efficacité des flux de trafic de surface. Une surveillance améliorée sera définie, vérifiée et testée sur le terrain en Europe au cours de la période 2010-2015.

7.4 **Intégration des départs et des mouvements de surface**

- **Europe** : des essais sur l'intégration de la gestion des opérations de surface avec la gestion des arrivées et des départs ont été effectués dans le cadre des processus CDM en validant la capacité de génération de route pour proposer des trajectoires évitant les conflits et transmettre les routes planifiées par liaison de données en 2014.
- Des essais sur le couplage des capacités de gestion des départs pour établir des séquences préalables de qualité suffisante et tenant compte des processus de gestion des activités de surface et des départs, ont eu lieu en 2011.

7.5 **Régulation temporelle étendue**

- **États-Unis** : le projet 3D PAM assurera la séparation étendue entre les espaces en route et les zones terminales, avec les capacités de fusion et d'espacement requises par les procédures RNAV/RNP.
- **Europe** : la validation de l'application P-RNAV intégrée avec la gestion des arrivées dans les TMA complexes regroupant plus d'un aéroport, est prévue en 2012-2014.
- Validation de la gestion des arrivées étendue à l'espace en route, au cours de la même période 2012-2014.

7.6 **Utilisation des routes RNAV/RNP**

- **États-Unis** : démonstration de la séparation temporelle en zone terminale les procédures de fusion et d'espacement RNAV/RNP, actuellement en cours pour déterminer les exigences fonctionnelles et opérationnelles.
- **Europe** : des essais sur les CTA uniques calculés et prédits sont prévus en 2012-2013.
- Validation du concept des CTA multiples en 2015.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Éléments indicatifs

- European ATM Master Plan, édition 1.0, mars 2009, mise à jour en cours
- SESAR Definition Phase Deliverables
- Rapport *TBFM Business Case Analysis*
- NextGen Midterm Concept of Operations v.2.0
- RTCA Trajectory Operations Concept of Use

8.2 Documents d'approbation

- Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien*
- Doc 9426 de l'OACI, *Manuel de planification des services de la circulation aérienne*

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

MODULE N° B2-15 : INTÉGRATION AMAN/DMAN

Résumé	L'intégration AMAN/DMAN permettra l'établissement d'un horaire dynamique et la reconfiguration des pistes pour optimiser les flux d'arrivées et de départs et pour réaliser une gestion intégrée des opérations d'arrivée et de départ. Ce module résume également les avantages attendus d'une telle intégration et les éléments qui la faciliteront.	
Principale incidence sur la performance, conformément au Doc 9854	KPA-02 – Capacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-09 – Prédicibilité, KPA-06 – Flexibilité.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Aéroport et zone terminale	
Considérations relatives à l'application	Les pistes et les aires de manœuvre des grands aéroports de transit et desservant de grandes zones métropolitaine ont besoin de mesures permettant d'augmenter leur débit. À cet égard, la mise en œuvre de ce module est la moins complexe. Certains aéroports peuvent cependant être confrontés à des problèmes environnementaux et opérationnels risquant d'accroître la complexité du développement et du déploiement des technologies et des procédures nécessaires pour ce bloc. L'infrastructure pour les routes RNAP/RNP doit déjà être en place.	
Composant(s) du concept mondial, d'après le Doc 9854	TS – Synchronisation de la circulation au sol	
Global plan initiative	GPI-6 : gestion des flux de trafic aérien	
Principales interdépendances	B1-15	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt √ ou date prévue)
	État de préparation des normes	Est. 2025
	Disponibilité de l'avionique	Est. 2025
	Disponibilité des systèmes au sol	Est. 2025
	Disponibilité des procédures	Est. 2025
	Approbations d'exploitation	Est. 2025

1. EXPOSÉ**1.1 Généralités**

1.1.1 Dans le bloc 2 (2023), les séquences des départs et des arrivées seront synchronisées. Les arrivées et les départs occupent les mêmes ressources de l'aéroport, d'où la nécessité d'intégrer la gestion des arrivées et des départs pour harmoniser les séquences et résoudre les conflits entre leurs flux respectifs, et assurer une meilleure utilisation des pistes. Les autorités ATM auront désormais la possibilité de coordonner les activités d'arrivée et de départ en une séquence commune évitant les conflits entre les deux. En bref, la synchronisation de la gestion des arrivées et des départs permettra aux ANSP

de configurer les procédures d'arrivée et de départ de manière optimale afin de maximiser l'utilisation de l'aéroport et de l'espace aérien de la zone terminale.

1.1.2 La synchronisation des séquences d'arrivées et de départs repose sur la cohérence des activités opérationnelles et l'homogénéité de l'information. Les données concernant les vols, comme la vitesse, la position, les restrictions et les autres renseignements pertinents, doivent être normalisées et partagées entre toutes les autorités ATC. L'homogénéité de l'information et l'application de procédures communes sont des conditions essentielles de la cohérence des activités opérationnelles entre les différentes autorités ATC, qui est une condition préalable essentielle de la synchronisation des départs et des arrivées.

1.2 Base de référence

1.2.1 Le bloc 1 portait sur la synchronisation de la gestion des opérations de surface et des départs. En effet, la gestion des opérations de surface et le séquençement des départs doivent être liés pour assurer une meilleure fluidité des mouvements. Les activités de surface et de départ seront ainsi coordonnées. Des mouvements de surface plus précis permettent de réduire le temps d'occupation des pistes et de mieux respecter les heures de départ assignées. Les procédures RNAV/RNP se généralisent dans les espaces terminaux à haute densité. Ces procédures permettent à la fois d'optimiser les débits et d'offrir des routes plus économiques en carburant à tous les usagers de l'espace aérien. La régulation des vols sera également étendue à l'espace aérien des FIR adjacentes pour assurer une meilleure supervision de la progression des vols et le respect des heures d'arrivée. Avec la régulation étendue, la transition des vols entre la phase en route et l'espace terminal deviendra plus souple.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Dans le bloc 2, les séquences d'arrivées et de départs seront à leur tour synchronisées de façon à établir des flux de vols prévisibles et efficaces à l'intérieur de l'espace aérien terminal et de celui de l'aéroport en vue d'optimiser les procédures en zone terminale et la configuration des pistes de façon à accueillir un volume maximal d'aéronefs. Les configurations des pistes et de l'espace aérien peuvent être ajustées dynamiquement pour tenir compte des variations des flux d'arrivées et de départs. Le séquençement dynamique des arrivées et des départs facilitera l'optimisation des procédures en zone terminale en éliminant ou en réduisant les restrictions qui s'y appliquent. Les séquences couplées d'arrivées et de départs peuvent être ajustées pour répondre à la demande et aux contraintes imposées par les ressources du domaine terminal.

1.3.2 Les principaux avantages de cette synchronisation sont l'attribution optimisée des ressources de l'espace aérien et de l'aéroport, ce qui se traduit par un meilleur débit des pistes et de l'espace aérien. Les flux d'arrivées et de départs peuvent être séquençés de façon à éviter les effets négatifs des phénomènes naturels, des restrictions de séparation et des conflits. En d'autres termes, l'ATM a de plus de marge pour absorber les demandes excédentaires. La gestion intégrée des arrivées et des départs assure des espacements optimisés pour un débit maximal.

1.3.3 La synchronisation des flux d'information permise par l'harmonisation des séquences de départs et d'arrivées permettra également de promouvoir une conscience de la situation d'ensemble commune à tous les acteurs. L'information transférée entre les autorités ATC concernées sera fusionnée en une image opérationnelle commune qui réduira la complexité de la situation.

2. AMÉLIORATIONS OPÉRATIONNELLES ESCOMPTÉES

2.1 Les métriques d'évaluation du succès de ce module sont proposées dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Capacité</i>	La réduction des restrictions en distance (miles-in-trail) augmentera la capacité de la zone terminale et de l'aéroport.
<i>Efficacité</i>	Optimisation de l'utilisation des ressources terminales et pistes. a) Les flux d'arrivées et de départs seront optimisés et coordonnés dans le domaine terminal et au niveau de l'aéroport.
<i>Prédictibilité</i>	Réduction des incertitudes dans la prédiction de la demande pour les ressources de l'aéroport et de la zone terminale.
<i>Flexibilité</i>	Permet d'établir un horaire dynamique et de reconfigurer les pistes pour mieux s'adapter aux fluctuations des arrivées et des départs.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	L'intégration AMAN/DMAN se traduira par une réduction des retards au sol. Aux États-Unis, l'initiative IDAC d'intégration des arrivées et des départs a enregistré un gain de 0,99 million de minutes sur la période d'évaluation, soit une économie de 47,20 millions de dollars (montant ajusté pour les risques, en dollars constants de l'année de référence) ³ pour les usagers de l'espace aérien et les passagers. La mise en œuvre de l'intégration AMAN/DMAN facilitera les décisions ATM, notamment l'attribution des heures d'arrivée et de départ. La coordination des arrivées et des départs, ainsi que les modifications apportées à l'espace aérien et à la configuration de l'aéroport. Tout cela aura un effet bénéfique sur les débits et la capacité de l'espace aérien. La reconfiguration de l'espace aérien pour s'adapter aux fluctuations des flux d'arrivées et de départs, améliore en outre la réactivité des opérations terminales.

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 Le manuel de l'OACI sur les performances globales du système de navigation aérienne (Doc 9883) contient des indications sur la mise en œuvre d'arrivées et de départs intégrés conformément à la vision du système ATM orienté vers les performances. Les efforts déployés dans le cadre des projets TBFM et AMAN/DMAN, ainsi que d'autres initiatives, fourniront les systèmes et les procédures opérationnelles nécessaires. Il faudra peut-être également revoir l'intégration et la conception de l'espace aérien.

3.2 L'intégration AMAN/DMAN au niveau des systèmes d'automatisation fait l'objet d'efforts de recherche et de validation. Avec l'appui du concept Airport-CDM, il faudra également revoir les relations entre les acteurs. Ces efforts déboucheront également sur des procédures opérationnelles définissant le rôle de chaque acteur (équipage de conduite, unité ATS, aéroport) et leurs relations mutuelles.

³ Exhibit 300 Program Baseline Attachment 2 : Business Case Analysis Report for TBFM v2.22

4. FONCTIONNALITÉS REQUISES AU NIVEAU DES SYSTÈMES

4.1 Avionique

4.1.1 La mise en œuvre de ce module ne nécessite pas d'avionique supplémentaire (FMS) au-delà de ce qui a été installé pour le bloc 0.

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 Des mécanismes de partage efficaces et rapides des informations pertinentes sont essentiels pour cet élément et favorisent également une conscience de la situation commune à tous les utilisateurs de l'aéroport et de l'espace aérien environnant.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 Les responsabilités du personnel ATM ne seront pas touchées, mais le module en est encore au stade de la recherche et du développement, de sorte que les considérations relatives aux facteurs humains sont en cours d'identification par modélisation et par des essais bêta. Les versions futures de ce document deviendront plus spécifiques quant aux processus et procédures nécessaires pour prendre en considération les facteurs humains. Les questions d'interface humain-machine devront faire l'objet d'une étude très poussée pour définir des stratégies d'atténuation des risques jugés élevés.

5.2 Besoins de formation et de qualification

5.2.1 Des moyens d'automatisation seront nécessaires pour la gestion des espaces aériens où la demande est intense. Il faudra donc prévoir une formation appropriée pour le personnel ATM.

5.2.2 Ce module comportera à terme un certain nombre d'exigences pour la formation du personnel. Quand des spécifications auront été élaborées, elles seront incluses dans la documentation d'appui du module et leur importance relative sera précisée. De même, les exigences de qualification recommandées seront intégrées aux documents réglementaires avant la mise en œuvre de cet outil d'amélioration des performances.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : mise à jour nécessaire des politiques en matière des partages des informations sur les arrivées et les départs, les rôles et les responsabilités de tous les usagers de la surface de l'aéroport et de l'espace aérien terminal, ainsi que la compréhension et l'acceptation mutuelle des procédures opérationnelles sous la forme de critères publiés comprenant ceux de la Section 8.4.
- Plans d'approbation : à déterminer.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

7.1.1 Il n'existe pas actuellement d'applications de l'automatisation de la gestion intégrée des départs et des arrivées.

7.2 Activités prévues ou en cours

7.2.1 Aucune expérimentation ou démonstration n'est prévue pour le moment.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Éléments indicatifs

- European ATM Master Plan, édition 1.0, mars 2009 : mise à jour en cours
- SESAR Definition Phase Deliverables
- Rapport *TBFM Business Case Analysis*
- NextGen Midterm Concept of Operations v.2.0
- RTCA Trajectory Operations Concept of Use

8.2 Documents d'approbation

- Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien*
 - Doc 9426 de l'OACI, *Manuel de planification des services de la circulation aérienne*
-

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

MODULE N° B3-15 : INTÉGRATION COMPLÈTE AMAN/DMAN/SMAN

Résumé	Ce module comprend une brève description de l'intégration complète des arrivées, des vols en route, de la circulation de surface et de la gestion des départs.	
Principale incidence sur la performance, conformément au Doc 9854	KPA-02 – Capacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-09 – Prédicibilité, KPA-06 – Flexibilité.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Toutes les phases de vol.	
Considérations relatives à l'application	La gestion des pistes et des aires de manœuvre des grands aéroports de transit et de ceux qui desservent les grandes zones métropolitaine est celle qui bénéficiera le plus des améliorations apportées par ce module. La complexité de la mise en œuvre de ce module dépend de plusieurs facteurs. Certains aéroports sont confrontés à des aspects environnementaux et opérationnels qui ajoutent à la complexité du développement et de la mise en œuvre des technologies et des procédures introduites par le module. De plus, des routes RNAP/RNP doivent être en place.	
Composant(s) du concept mondial, d'après le Doc 9854	TS – Synchronisation de la circulation au sol	
Global plan initiative	GPI-6 : gestion des flux de trafic aérien	
Principales interdépendances	B2-15. Renforce les avantages tirés des modules B3-10, B3-25, B3-85 et B3-05	
Liste de contrôle de l'état de préparation	État de préparation des normes	État (prêt √ ou date prévue)
	Disponibilité de l'avionique	Est. 2025+
	Disponibilité des systèmes au sol	Est. 2025+
	Disponibilité des procédures	Est. 2025+
	Approbation opérationnelle	Est. 2025+

1. EXPOSÉ**1.1 Généralités**

1.1.1 Avec l'introduction des opérations sur trajectoires 4D, le bloc 3 vise à la fois l'optimisation des trajectoires individuelles, des flux de trafic et de l'utilisation des ressources les plus sollicitées, comme les pistes et les aires de manœuvres des aéroports. Ce module se concentre donc sur ces aspects de la capacité des aéroports.

1.1.2 La synchronisation de toutes les phases du vol représente une intégration complète de toutes les boucles de contrôle. L'utilisation des trajectoires 4D améliorera la prédictibilité et réduira l'incertitude entre les trajectoires prévues et réelles. La synchronisation du trafic implique également une synchronisation des informations entre toutes les phases du vol.

1.2 Base de référence

1.2.1 Le module B2-15 portait sur la synchronisation de la gestion des arrivées et de la gestion des départs. Les séquences d'arrivées et de départs peuvent ainsi être harmonisées de façon à optimiser la capacité de l'espace aérien, en général, et la conception d'un espace aérien plus efficace pour les zones terminales et les aéroports. Cependant, la qualité du processus est limitée par la précision et la prédictibilité des trajectoires disponibles au sol, et aussi par certaines incertitudes quant aux actions des intervenants en amont de la trajectoire.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Ce module vise à la synchronisation complète du trafic aérien. L'intégration portera sur la gestion des opérations de surface, des arrivées et des départs, mais aussi les aspects en route qui apporteront un autre niveau d'optimisation des flux de trafic et de l'utilisation de l'espace aérien et des infrastructures aéroportuaires. L'intégration portera également sur la gestion des conflits, de la demande et de la capacité, ainsi que sur la synchronisation.

1.3.2 Ce module apporte un contrôle en 4 dimensions de toutes les phases du vol. En plus d'améliorer la prédictibilité, ce contrôle permettra de maximiser la capacité des aéroports et l'efficacité des vols. En particulier, la prise en compte intégrée des contraintes en aval devrait minimiser les impacts des interventions tactiques locales sur le reste du réseau ou des flux de trafic.

1.3.3 La synchronisation du trafic se fera par une combinaison de systèmes automatisés, de procédures et de règles concernant l'espace aérien, en vue d'optimiser les débits dans tous les domaines – surface, départs, arrivées et en route.

2. AMÉLIORATIONS OPÉRATIONNELLES ESCOMPTÉES

2.1 Les métriques d'évaluation du succès de ce module sont proposées dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Capacité</i>	Atténuation des effets des diverses restrictions et des conflits en vue d'aboutir à une meilleure fluidité des opérations.
<i>Efficacité</i>	Optimisation et coordination des flux d'arrivées, de départs et de trafic de surface en zone terminale et dans le domaine de l'aéroport.
<i>Prédictibilité</i>	Optimisation des profils de temps et meilleur respect des décisions ATM. Les trajectoires 4D de porte à porte élimineront certaines incertitudes dans la prévision de la demande entre tous les domaines, dans l'intérêt d'une meilleure planification de l'ensemble de l'espace aérien.
<i>Flexibilité</i>	Introduction de l'horaire dynamique et de la configuration dynamique des pistes pour mieux s'adapter aux fluctuations de la demande d'arrivées et de départs.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	La synchronisation du trafic permettra d'optimiser les flux en éliminant les conflits et les goulots d'étranglement. L'utilisation de profils temporels permettra la gestion stratégique et tactique, tout en améliorant la prédictibilité. De plus, la synchronisation du trafic pourra servir d'outil pour concilier la demande et la capacité en réduisant la densité du trafic.

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 L'intégration complète AMAN, DMAN et SMAN par l'extension de l'automatisation et l'utilisation de liaisons de données va devoir faire l'objet de recherches et de validations. Ces efforts fourniront les procédures opérationnelles nécessaires pour définir le rôle de chaque acteur (équipped, unité ATS, aéroport) et leurs relations.

4. FONCTIONNALITÉS REQUISES AU NIVEAU DES SYSTÈMES

4.1 Avionique

4.1.1 La synchronisation complète des flux de trafic exigera que les aéronefs soient capables d'échanger des informations concernant leur profil de trajectoire 4D et de respecter la trajectoire 4D convenue.

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 La synchronisation du trafic pourra nécessiter des mises à niveau des systèmes automatiques de séquençement et d'optimisation. Ces mises à niveau comprendront la régulation temporelle, le séquençement intégré et des capacités de surveillance accrues.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 Une analyse doit être effectuée pour déterminer s'il y a lieu d'apporter des changements aux interfaces informatiques pour que le personnel ATM soit en mesure de gérer au mieux les profils de trajectoire 4D.

5.1.2 Ce module en est encore au stade de la recherche et du développement, de sorte que les considérations relatives aux facteurs humains sont en cours d'identification par modélisation et par des essais bêta. Les versions futures de ce document deviendront plus spécifiques quant aux processus et procédures nécessaires pour prendre en considération les facteurs humains. Les questions d'interface humain-machine devront faire l'objet d'une étude très poussée pour définir des stratégies d'atténuation des risques jugés élevés.

5.2 Besoins de formation et de qualification

5.2.1 Des moyens d'automatisation seront nécessaires pour la gestion des espaces aériens où la demande est intense. Il faudra donc prévoir une certaine formation pour le personnel ATM. Les responsabilités du personnel ATM ne seront pas touchées.

5.2.2 Ce module comportera à terme un certain nombre d'exigences pour la formation du personnel. Quand des spécifications auront été élaborées, elles seront incluses dans la documentation d'appui du module et leur importance relative sera précisée. De même, les exigences de qualification recommandées seront intégrées aux documents réglementaires avant la mise en œuvre de cet outil d'amélioration des performances.

6. **BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)**

- Réglementation/normalisation : des politiques nouvelles ou améliorées seront nécessaires pour la synchronisation complète du trafic aérien au niveau de tous les acteurs, pour le partage de l'information, pour la définition des rôles et des responsabilités dans la gestion des trajectoires 4D, en plus de nouvelles procédures opérationnelles.
- Plans d'approbation : à déterminer.

7. **ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)**

7.1 **Utilisation actuelle**

7.1.1 Aucune pour le moment.

7.2 **Activités prévues ou en cours**

- **Europe** : aucune pour le moment.
- **États-Unis** : aucune pour le moment.

8. **DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE**

8.1 **Éléments indicatifs**

- European ATM Master Plan, édition 1.0, mars 2009 : mise à jour en cours
 - SESAR Definition Phase Deliverables
 - Rapport *TBFM Business Case Analysis*
 - NextGen Midterm Concept of Operations v.2.0
 - RTCA Trajectory Operations Concept of Use
-

Domaine d'amélioration des performances 1 : Opérations aéroportuaires

Continuum : Opérations à la surface

PROJET

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE N° B0-75 : AMÉLIORATION DE LA SÉCURITÉ SUR PISTE
(A-SMGCS NIVEAUX 1-2)**

Résumé	Le système A-SMGCS de base assure la surveillance et les alarmes pour les mouvements d'aéronefs et de véhicules sur l'aéroport, de façon à améliorer la sécurité globale et particulièrement celle des pistes. L'information ADS-B est utilisée lorsqu'elle est disponible (ADS-B APT).	
Principale incidence sur la performance, conformément au Doc 9854	KPA- 01 – Accès et traitement équitable, KPA-02 – Capacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-05 – Environnement, KPA-10 – Sécurité.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Mouvements de surface des aéroports (aéronef et véhicules) : roulage, repoussage, stationnement	
Considérations relatives à l'application	L'A-SMGCS est applicable à tous les aéroports et à toutes les classes d'aéronefs et de véhicules. La mise en œuvre sera fonction des besoins opérationnels de chaque aéroport et des résultats de l'analyse coûts-bénéfices. L'application ADS-B APT, lorsqu'elle est appliquée, devient un élément du système A-SMGCS conçu pour les aéroports dont le trafic est de complexité moyenne, avec deux pistes actives simultanément et une largeur de piste de 45 m au moins.	
Composant(s) du concept mondial, d'après le Doc 9854	AO – Opérations aéroportuaires CM – Gestion des conflits	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-9 : conscience de la situation GPI-13 : conception et gestion des aéroports GPI-16 : systèmes d'aide à la décision et systèmes d'avertissement GPI-18 : services d'information électronique dans le cadre des initiatives du plan mondial	
Principales interdépendances	Lien avec B0-80 et B0-15	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt √ ou date prévue)
	État de préparation des normes	√
	Disponibilité de l'avionique	√
	Disponibilité de l'infrastructure	√
	Disponibilité de l'automatisation au sol	√
	Disponibilité des procédures	√
	Approbations d'exploitation	√

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Ce module est une évolution du système traditionnel de guidage et de contrôle des mouvements à la surface (SMGCS) (surveillance visuelle, signalisation, éclairage et marquage d'aérodrome) offrant en plus des capacités améliorées de conscience de la situation pour le contrôle de la circulation aérienne (ATC) par les fonctionnalités suivantes :

- a) présentation aux contrôleurs de l'aéroport de la position de tous les aéronefs qui se trouvent sur les aires de mouvement;
- b) présentation aux contrôleurs de l'aéroport de la position de tous les véhicules qui se trouvent sur les aires de manœuvre;
- c) génération d'alarmes d'incursion sur piste (si les conditions opérationnelles et de sécurité et les analyses coûts-bénéfices le justifient localement).

1.1.2 Les équipements et les fonctions des systèmes évolués de guidage et de contrôle des mouvements à la surface (A-SMGCS) représentent un progrès important par rapport aux niveaux de performance des SMGCS conventionnels. L'ensemble du concept A-SMGCS est basé sur une panoplie de groupes de fonctionnalités modulaires compatibles vers l'avant et vers l'arrière pour permettre aux équipements et aux procédures du bloc B0 d'appuyer une transition progressive à des équipements et à des procédures plus sophistiqués, correspondant aux versions de A-SMGCS décrites pour les blocs 1 et 2. La mise en œuvre au niveau B0 correspond aux niveaux 1 et 2 du concept A-SMGCS et concerne des services ATS indépendants de l'équipement des aéronefs au-delà de ceux qui participent à la surveillance collaborative (par exemple, SSR mode S ou transpondeurs A/C).

1.1.3 Pour la surveillance dépendante automatique par diffusion (ADS-B) version APT, les équipements et les procédures resteront les mêmes, y compris pour les niveaux de performances du SMGCS conventionnel. Le niveau de mise en œuvre B0 dépendra de l'équipement ADS-B OUT des aéronefs et des véhicules.

1.2 Base de référence

1.2.1 Les opérations de surface ont été historiquement gérées par l'observation visuelle de la part du personnel ANSP et des équipages de conduite, tant pour le roulage que pour la navigation et la séparation des aéronefs. Ces opérations deviennent sensiblement plus délicates lors des périodes de visibilité réduite (à cause de phénomènes météorologiques ou de la nuit) et lorsque le trafic est important, particulièrement lorsqu'une proportion importante des aéronefs appartient au même exploitant ou au même type d'aéronef. De plus, les parties éloignées de l'emprise de l'aéroport sont difficiles à gérer si elles sont hors de la surveillance visuelle directe. Dans de telles conditions, l'efficacité est sensiblement moindre et les services de sécurité sont d'une fiabilité inégale. Pour pallier ces insuffisances historiques de la gestion de la circulation sur l'aéroport, des systèmes complémentaires ont été utilisés pour améliorer la conscience de la situation des intervenants, principalement des systèmes de radar primaires de détection des mouvements de surface et des moyens d'affichage (SMR). Ces radars permettent de surveiller tous les aéronefs et les véhicules sans équipements coopératifs installés à bord. Le personnel des ANSP peut ainsi se faire une meilleure idée des opérations au sol pendant les périodes de mauvaise visibilité. De plus, la présence d'une logique de sécurité assure une détection limitée des incursions sur les pistes.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Ce module ajoute :

- des fonctionnalités de surveillance des opérations de l'aéroport tirant parti des moyens de surveillance collaborative qui permettent d'établir la position de tous les aéronefs et de tous les véhicules avec une capacité d'identification individuelle. Les véhicules qui circulent sur l'aire de manœuvre peuvent être équipés de transpondeurs

de surveillance collaborative compatibles avec l'équipement A-SMGCS installé de manière à être visibles sur les systèmes de présentation de la tour.

- l'ADS-B APT qui offre des possibilités analogues à celles des radars de surveillance sol pour les aéroports qui n'en sont pas équipés.

1.4 **Élément 1 – Surveillance**

1.4.1 Dans le cadre du système A-SMGCS, cet élément complète la capacité de surveillance du radar primaire de surface en ajoutant au moins un système de surveillance collaborative. Ces systèmes peuvent utiliser la multilatération, les radars de surveillance secondaires en mode S et l'ADS-B. Comme pour les radars de surveillance secondaires et les systèmes ADS-B dans la TMA et en route, l'aspect coopératif de la surveillance permet d'associer les cibles de surveillance avec les données concernant les vols, et aussi de réduire les échos parasites et les causes de dégradation associées à la surveillance primaire. La surveillance collaborative des aéronefs et des véhicules rehausse les performances de la logique de sécurité car elle facilite le suivi et la prédiction des trajectoires à court terme pour une meilleure fiabilité de la surveillance. L'ajout de cette capacité apporte également un avantage marginal dans la gestion de routine des opérations de roulage et par un séquençement plus précis des départs.

1.4.2 L'intégration de l'ADS-B APT au système A-SMGCS apporte aux contrôleurs une meilleure conscience du trafic sur les aires de manœuvre. À partir de cette information de surveillance, les contrôleurs pourront appliquer des procédures SMGCS avec une meilleure conscience de la situation et assurer ainsi une gestion plus efficace du trafic. À cet égard, l'application ADS-B APT ne vise pas à réduire les incursions sur piste, mais peut diminuer sensiblement le risque de collision sur les pistes en facilitant la détection de ces incursions.

1.5 **Élément 2 – Système d'alarme**

1.5.1 Avec un système A-SMGCS installé et fonctionnel, des alarmes avec identification du vol peuvent aussi améliorer la réponse de l'ATC à des situations nécessitant une résolution de conflit, comme les incidents d'incursion sur piste, et permettent une réponse plus rapide aux situations dangereuses au sol. Les niveaux de sophistication concernant ces fonctionnalités sont actuellement très variables entre les diverses solutions offertes par l'industrie. La mise en œuvre au niveau du bloc 0 constituera une importante validation initiale sur la voie d'algorithmes plus performants pour l'avenir.

1.5.2 Dans le cas de l'application ADS-B APT, les processus et les procédures d'alarme générés par le système ne sont pas encore définis (ce serait prématuré à ce stade du développement). Il est possible que des variations futures de l'application ADS-B APT puissent répondre aux exigences de surveillance nécessaires pour appuyer des fonctions d'alarme.

2. AMÉLIORATIONS OPÉRATIONNELLES ESComptées ET MÉTRIQUES D'ÉVALUATION DU SUCCÈS

<i>Accès et traitement équitable</i>	A-SMGCS : assure une meilleure couverture des parties de l'aire de manœuvre échappant à la vue de la tour de contrôle, pour les véhicules comme pour les aéronefs. Améliore la capacité de l'aéroport durant les périodes de visibilité réduite. Assure un traitement équitable trafic de surface, indépendamment de la position du mobile sur l'aéroport. ADS-B APT : en tant qu'élément d'un système A-SMGCS, cette application améliore la conscience de la situation des contrôleurs par l'affichage d'informations de surveillance. La disponibilité des données dépend évidemment des niveaux d'équipement des aéronefs et des véhicules.
<i>Capacité</i>	A-SMGCS : maintien de la capacité de l'aéroport dans des conditions de visibilité réduite avec des minimums inférieurs à ce qui serait normalement le cas. ADS-B APT : en tant qu'élément d'un système A-SMGCS, améliore la capacité des aéroports de moyenne complexité.
<i>Efficacité</i>	A-SMGCS : réduction des temps de roulage par une diminution des attentes intermédiaires imposées par une surveillance uniquement à vue. ADS-B APT : en tant qu'élément d'un système A-SMGCS, peut réduire les temps de roulage en donnant aux contrôleurs une meilleure conscience de la situation du trafic.
<i>Environnement</i>	Réduction des émissions des aéronefs par une meilleure efficacité des opérations.
<i>Sécurité</i>	A-SMGCS : réduction des risques d'incursion sur les pistes. Réponse plus rapide à des situations potentiellement dangereuses. Conscience de la situation permettant une réduction de la charge de travail de l'ATC. ADS-B APT : en tant qu'élément d'un système A-SMGCS, réduit potentiellement les risques de collisions sur piste en facilitant la détection des incursions.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	A-SMGCS : l'analyse fait ressortir des effets positifs avec l'amélioration des niveaux de sécurité et de l'efficacité des opérations de surface se traduisant par des réductions appréciables de la consommation des aéronefs. De plus, les véhicules de l'exploitant de l'aéroport bénéficieront d'un meilleur accès à toutes les zones, ce qui se traduira par une productivité améliorée des opérations aéroportuaires, de la maintenance et de l'entretien. ADS-B APT : en tant qu'élément d'un système A-SMGCS, représente une solution de surveillance plus économique que le radar sol pour les aéroports de moyenne complexité.
<i>Performances humaines</i>	Réduction de la charge de travail de l'ATC avec une meilleure efficacité.

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 Les procédures nécessaires pour les opérations B0 sont celles qui sont associées à la fourniture des services de contrôle de l'aéroport. Il n'est pas nécessaire de prévoir des procédures spécifiques de l'A-SMGCS pour l'équipage de conduite, en dehors de l'utilisation des systèmes de

transpondeur et de la configuration de l'identification de l'aéronef. Les conducteurs de véhicules devront être capables de faire fonctionner efficacement les transpondeurs dont leurs véhicules sont équipés.

3.2 L'ATC devra appliquer des procédures spécifiques de l'A-SMGCS pour l'établissement de l'identité de l'aéronef ou du véhicule. De plus, l'ATC aura à appliquer les procédures spécifiquement associées à l'utilisation du A-SMGCS en remplacement de l'observation visuelle.

4. FONCTIONNALITÉS REQUISES AU NIVEAU DES SYSTÈMES

4.1 Avionique

4.1.1 Les systèmes de transpondeurs ADS-B ou SSR sont déjà installés à bord de l'aéronef, y compris pour l'entrée du code correct d'identification de l'aéronef.

4.2 Véhicules

4.2.1 Certains véhicules seraient équipés de transpondeurs coopératifs d'un type adapté à l'équipement A-SMGCS local. Des solutions appropriées sont déjà offertes par les équipementiers.

4.3 Systèmes au sol

4.3.1 A-SMGCS : la couverture radar de surface devrait être complétée par des moyens de surveillance collaborative permettant un suivi précis des aéronefs et des véhicules. Un affichage de surveillance avec certaines fonctions d'alarme doit être installé dans la tour.

4.3.2 ADS-B APT : l'infrastructure de surveillance collaborative doit couvrir la surface de l'aéroport, avec des affichages de la situation du trafic installés dans la tour.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 Des analyses de charge de travail devront être faites s'assurer que l'ATC est en mesure de répondre aux besoins de capacités accrues de l'aéroport en utilisant l'A-SMGCS en conditions de visibilité réduite. La réponse de l'ATC aux alarmes et aux avertissements d'incursion sur piste émis par l'A-SMGCS devra faire l'objet d'une évaluation des facteurs humains de façon à s'assurer que les réactions de l'ATC s'améliorent et ne se dégradent pas. Une évaluation des facteurs humains sera également nécessaire pour vérifier la compatibilité des équipements d'affichage A-SMGCS avec les autres systèmes d'affichage de surveillance présents dans la tour.

5.1.2 Les facteurs humains ont été pris en considération dans le développement des processus et des procédures associés à ce module. Lorsqu'il y a des besoins d'automatisation, l'interface humain-machine a été prise en considération, tant d'un point de vue fonctionnel que sur le plan de l'ergonomie (voir les exemples décrits dans la Section 6). La possibilité de pannes latentes n'est cependant pas éliminée et la vigilance est nécessaire à tous les niveaux de la mise en œuvre. Les problèmes liés à des facteurs humains qui seront identifiés au cours de la mise en œuvre doivent être

portés à la connaissance de la communauté internationale par l'entremise de l'OACI, dans le cadre de toute initiative de retour en matière de sécurité.

5.2 Besoins de formation et de qualification

5.2.1 Ce module nécessitera une formation aux normes et aux procédures opérationnelles, conformément aux documents référencés à la Section 8. De même, les besoins de qualification référencés dans les aspects réglementaires de la Section 6, font partie intégrante de la mise en œuvre du module.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

6.1 Des normes approuvées pour les systèmes de multilatération, l'ADS-B et la logique de sécurité de l'aéroport existent et sont en vigueur en Europe, aux États-Unis et dans d'autres États membres. Des normes pour les radars de surveillance des mouvements de surface (SMR) existent et sont en vigueur dans le monde entier.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

7.1.1 Le système A-SMGCS au niveau des fonctionnalités B0 est déjà largement déployé dans un grand nombre d'aéroports du monde entier. Plusieurs de ces installations offrent déjà des fonctions d'alarme d'incursion sur piste avec divers degrés de complexité et de fiabilité.

7.2 Expérimentations prévues ou en cours

7.2.1 Les États-Unis soutiennent l'équipement d'autres aéroports avec une combinaison de surveillance primaire et secondaire. Ce programme de surveillance au sol peut associer des radars primaires plus abordables et des applications de l'ADS-B. Ces capacités opérationnelles devraient être disponibles dans la période 2012-2016.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

- Spécifications communautaires sur A-SMGCS niveaux 1 et 2
- Doc 9924 de l'OACI, *Manuel de surveillance aéronautique*
- Doc 9871 de l'OACI, *Dispositions techniques relatives aux services et au squitter long mode S*
- Doc 9830 de l'OACI, *Manuel sur les systèmes évolués de guidage et de contrôle des manœuvres de surface (A-SMGCS)*
- Doc 7030/5 de l'OACI, (EUR/NAT) *Procédures complémentaires régionales*, Section 6.5.6 et 6.5.7
- FAA Advisory Circulars

- AC120-86 Aircraft Surveillance Systems and Applications
- AC120-28D Criteria for approval of Category III Weather Minima for Take-off, Landing, and Rollout
- AC120-57A Surface Movement Guidance and Control System
- Normes d'avionique établies par RTCA SC-186/Eurocae WG-51 pour l'ADS-B
- Normes de cartographie pour les aéroports établies par RTCA SC-217/Eurocae WG-44
- EUROCAE ED 163 Safety, Performance and Interoperability Requirements document for ADS-B Airport Surface surveillance application (ADS-B APT)

8.2 ATC procédures

- Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien*
- Doc 7030 de l'OACI, *Procédures complémentaires régionales* (EUR SUPPS)

8.3 Éléments indicatifs

- FAA NextGen Implementation Plan
- European ATM Master Plan

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE N° B1-75 : SÉCURITÉ ET EFFICACITÉ ACCRUES DES OPÉRATIONS
À LA SURFACE – SURF, SURF-IA ET EVS**

Résumé	Ce module apporte des améliorations à la conscience de la situation de surface, à bord de l'aéronef et au sol, dans l'intérêt de la sécurité sur les pistes et les voies de circulation, et de l'efficacité des mouvements de surface. Les améliorations au niveau du cockpit comprennent l'utilisation de cartes de surface mobile fournissant l'information de trafic (SURF), d'une logique d'alarmes de sécurité sur les pistes (SURF-IA) et de systèmes de vision améliorée (EVS) pour les opérations de roulage par mauvaise visibilité.	
Principale incidence sur la performance, conformément au Doc 9854	KPA-10 – Sécurité, KPA-4 – Efficacité.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Opérations aéroportuaires	
Considérations relatives à l'application	Les concepts SURF et SURF-IA sont applicables aux grands aéroports (OACI codes 3 et 4) et à toutes les classes d'aéronefs; les capacités embarquées fonctionnent indépendamment de l'infrastructure au sol, mais le taux d'équipement des autres aéronefs et la surveillance sol avec diffusion s'amélioreront.	
Composant(s) du concept mondial, d'après le Doc 9854	AO – Opérations aéroportuaires CM – Gestion des conflits	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-9 : conscience de la situation GPI-13 : conception et gestion des aéroports GPI-16 : systèmes d'aide à la décision et systèmes d'avertissement GPI-18 : services d'information électronique	
Principales interdépendances	B0-75 : Surveillance à la surface	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt √ ou date prévue)
	État de préparation des normes	SURF✓ /SURF-IA Est. 2015
	Disponibilité de l'avionique	SURF Est. 2015-2017/SURF-IA Est. 2015-2017
	Disponibilité de l'infrastructure	SURF –/SURF-IA –
	Disponibilité de l'automatisation au sol	–
	Disponibilité des procédures	SURF 2013/SURF-IA Est. 2015
	Approbations d'exploitation	SURF 2013/SURF-IA Est. 2015

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Ce module est une extrapolation des travaux effectués dans le cadre du module B0-75 – Sécurité et efficacité des opérations de surface (A-SMGCS niveau 1-2) et sur la cartographie mobile dans le poste de pilotage, avec l'introduction de nouvelles capacités améliorant la conscience de la situation de surface et les capacités des mouvements de surface :

- a) amélioration des capacités de surveillance de surface des ANSP avec une logique de sécurité;
- b) renforcement de la capacité de surveillance de surface au niveau du poste de pilotage, avec indications et alarmes;
- c) systèmes de vision améliorée pour la circulation au sol.

1.2 Base de référence

1.2.1 Historiquement, les opérations de surface ont toujours été gérées par l'observation visuelle, que ce soit par le personnel des ANSP ou par l'équipage de conduite, aussi bien pour le roulage au sol que pour assurer le cheminement et la sécurité des aéronefs. Ces observations deviennent sensiblement plus délicates lorsque la visibilité est réduite (temps bouché, ou de nuit) et lorsque le trafic est important, c'est-à-dire lorsqu'il y a une importante proportion d'aéronef du même type ou portant les couleurs du même exploitant. De plus, certaines zones éloignées de l'aéroport sont difficiles à gérer s'il n'y a pas de surveillance visuelle directe. Le résultat de tout ceci est que l'efficacité peut être sensiblement dégradée et que les services de sécurité sont parfois inégalement assurés.

1.2.2 La conscience de la situation de surface est améliorée par l'emploi des systèmes de radar primaire et leurs affichages. La tour peut ainsi surveiller tous les aéronefs et les véhicules sans qu'il soit nécessaire d'installer des équipements de surveillance collaborative à bord des uns ou des autres. Le personnel des ANSP peut ainsi mieux suivre les opérations au sol dans les périodes de visibilité réduite. De plus, la présence d'une logique de sécurité réduit les risques d'incursion sur les pistes.

1.2.3 Une capacité de cartographie mobile dans le poste de pilotage peut aider l'équipage de conduite à s'orienter et à prendre garde au trafic environnant. Cette capacité de base nécessite simplement l'installation d'un afficheur électronique reproduisant en format électronique les cartes papier de l'aéroport.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Ce module améliore les capacités de surveillance de l'aéroport en utilisant des moyens collaboratifs permettant d'identifier les mobiles par un code individuel de vol (SURF). Ce système peut être amélioré par l'ajout de fonctions d'alarme destinées à réduire le risque de collision en exploitation des pistes (SURF-IA). L'équipage de conduite dispose d'un affichage de la carte de surface présentant la position de l'aéronef et des autres mobiles environnants. La surveillance visuelle depuis l'aéronef peut être complétée par des systèmes de vision améliorée (EVS) assurant une meilleure conscience de l'environnement au cours des périodes de visibilité réduite (la nuit ou par temps bouché). De plus, les véhicules circulant dans l'aire de mouvements peuvent être initialement équipés de façon à être visibles par la tour et les systèmes de bord des aéronefs et, si nécessaire, ils pourraient même disposer de fonctions cartographiques et d'indications de trafic similaires à celles d'un aéronef.

1.4 **Élément 1 : Sécurité et efficacité accrues des opérations de surface (SURF) et amélioration de la conscience de la situation du trafic sur la surface de l'aéroport avec indications et alarmes (SURF-IA)**

1.4.1 Les premières améliorations permettront de visualiser le trafic de l'aéroport sur le dispositif d'affichage (SURF). Cette information peut être obtenue de manière directe, d'aéronef à aéronef (par exemple, en utilisant la fonction de réception de l'avionique ADS-B de l'aéronef qui coopère

avec les fonctions d'émission des avioniques ADS-B des autres aéronefs), ou par des renseignements provenant du système de diffusion de l'information de trafic (TIS-B) de l'ANSP, qui sont basés sur sa capacité de surveillance.

1.4.2 L'amélioration finale se fera au niveau du poste de pilotage en ajoutant à l'avionique une fonction de logique de sécurité qui assure la détection de situations potentiellement dangereuses (par exemple, entrée sur une piste déjà occupée) indépendamment de tout système au sol. Ce genre de situation peut être annoncé sur l'affichage (par exemple, en mettant en évidence la piste occupée), et par des alarmes visuelle et sonore.

1.4.3 L'ajout de représentations du trafic sur les cartes électroniques du poste de pilotage, avec le complément d'une logique de sécurité, assure une excellente redondance de la détection de situations potentiellement dangereuses. De plus, cette capacité apporte une certaine amélioration à l'efficacité des opérations de surface du fait que l'équipage de conduite a une meilleure conscience de la situation sur les voies de circulation, un avantage plus important dans les aéroports non familiers.

1.4.4 Ces capacités pourraient même être appliquées aux véhicules qui circulent sur l'aéroport.

1.5 **Élément 2 : Systèmes de vision améliorée pour les opérations de roulage**

1.5.1 Les premières améliorations permettront de visualiser le trafic de l'aéroport sur le dispositif d'affichage (SURF). Cette information peut être obtenue de manière directe, d'aéronef à aéronef (par exemple, en utilisant la fonction de réception de l'avionique ADS-B de l'aéronef qui coopère avec les fonctions d'émission des avioniques ADS-B des autres aéronefs), ou par des renseignements provenant du système de diffusion de l'information de trafic (TIS-B) de l'ANSP, qui sont basés sur sa capacité de surveillance.

1.5.2 L'amélioration finale se fera au niveau du poste de pilotage en ajoutant à l'avionique une fonction de logique de sécurité qui assure la détection de situations potentiellement dangereuses (par exemple, entrée sur une piste déjà occupée) indépendamment de tout système au sol. Ce genre de situation peut être annoncé sur l'affichage (par exemple, en mettant en évidence la piste occupée), et par des alarmes visuelle et sonore.

2. **AMÉLIORATIONS OPÉRATIONNELLES ESCOMPTÉES**

2.1 Les métriques d'évaluation du succès de ce module sont proposées dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Efficacité</i>	Élément 1 : réduction des temps de roulage Élément 2 : réduction des erreurs de navigation au sol nécessitant des corrections par l'ANSP
<i>Sécurité</i>	Élément 1 : réduction des risques de collision Élément 1 : amélioration des temps de réponse lorsqu'il s'agit de corriger une situation problématique en surface (SURF-IA seulement). Élément 2 : moins d'erreurs de circulation au sol
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	L'analyse de rentabilité de ces éléments est largement basée sur l'amélioration de la sécurité. Actuellement, la circulation en surface est souvent la phase d'un vol qui présente le plus de risque pour la sécurité de l'aéronef, en l'absence

	d'une surveillance attentive et d'une bonne redondance du côté des pilotes. L'augmentation de la capacité d'observation visuelle et les capacités éventuellement fournies par l'ANSP représente une amélioration des opérations de surface. Les gains d'efficacité seront cependant marginaux ou modestes. Pour l'équipage de conduite, l'amélioration de la conscience de la situation et de la position de l'aéronef par visibilité réduite permettra de diminuer les erreurs dans la conduite des opérations de roulage, ce qui représente des gains sur le plan de la sécurité et de l'efficacité.
--	--

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 Pour la mise en œuvre des fonctions SURF ou SURF-IA, il faudra évidemment suivre les procédures approuvées d'utilisation de l'équipement de bord figurant dans le manuel de vol de l'aéronef.

3.2 Ces procédures soulignent les limites d'utilisation de l'équipement et la difficulté d'incorporer de nouvelles capacités dans les procédures et les techniques existantes de circulation au sol (par exemple, périodes tête haute et tête basse, intégration dans la gestion des ressources d'équipe, etc.). Les réactions de l'équipage de vol aux nouvelles alarmes devront faire l'objet d'une formation initiale appropriée et d'un entraînement périodique.

3.3 Il est proposé que la procédure d'utilisation de l'affichage de trafic fourni par l'ADS-B soit incluse dans les *Procédures pour les services de navigation aérienne — Exploitation technique des aéronefs* (PANS-OPS, Doc 8168) en vue d'une application en novembre 2013. (SURF).

3.4 Il est proposé que la procédure d'utilisation des indications et des alarmes de trafic soient incluses dans les PANS-OPS (et éventuellement dans le PANS-ATM) (SURF-IA).

3.5 Les conducteurs des véhicules autorisés dans les aires de mouvements, qui sont équipées de moyens de conscience de la situation de surface et de fonctions d'alarme, auront besoin de procédures d'utilisation similaires, y compris une formation initiale et un entraînement périodique.

3.6 L'installation de systèmes de vision améliorée pour les opérations de roulage nécessitera des procédures d'utilisation approuvées devant figurer dans le manuel de vol de l'aéronef.

4. FONCTIONNALITÉS REQUISES AU NIVEAU DES SYSTÈMES

4.1 Avionique

4.1.1 L'aéronef équipé pour opérer dans un tel environnement bénéficiera de plus de sécurité et d'efficacité dans les opérations de surface (SURF) et d'une meilleure conscience de la situation du trafic de surface avec des indications et des alarmes (SURF-IA), avec un récepteur ADS-B ou d'un service de diffusion d'information de trafic (SURF) et d'une logique de sécurité de piste (SURF-IA). L'avionique ADS-B OUT est nécessaire pour la surveillance directe aéronef à aéronef.

4.1.2 Ces mêmes capacités peuvent être fournies aux conducteurs des véhicules au sol équipés de cette avionique.

4.1.3 Si des systèmes de vision améliorée sont ajoutés pour faciliter les opérations de roulage, les aéronefs devront être équipés de moyens de vision améliorée.

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 Pour l'option SURF, aucun système au sol n'est nécessaire. Pour SURF-IA, il est essentiel d'avoir une situation complète du trafic sur les pistes et cela nécessite un équipement obligatoire ADS-B OUT et/ou des stations au sol TIS-B.

4.2.2 Certaines technologies plus évoluées peuvent nécessiter des éclairages compatibles sur les pistes et les voies de circulation de l'aéroport, en particulier pour coopérer avec l'avionique.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 Les performances humaines sont un aspect critique de la prévention des incursions sur piste et la conception des systèmes d'avionique doit déterminer le préavis à donner en cas d'incursion prédite ou d'autres facteurs que le système doit identifier, de façon que l'équipage de conduite puisse prendre des mesures en temps opportun.

5.2 Besoins de formation et de qualification

5.3 Comme les pilotes doivent travailler avec un nouveau système automatisé, ils auront besoin d'une formation à ce nouvel environnement et devront pouvoir identifier l'aéronef qui peut bénéficier des services étendus, en particulier dans un environnement mixte.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normatisation : les critères actuellement disponibles comprennent ceux qui sont donnés dans les Sections 8.1 et 8.4.
- Plans d'approbation : ce module ne nécessite pas de critères d'approbation nouveaux ou amendés pour le moment. Les plans de mise en œuvre devraient refléter la disponibilité des systèmes embarqués et au sol, et des approbations opérationnelles.

6.1 Les normes d'avionique élaborées par le RTCA SC-186/Eurocae WG-51 pour l'ADS-B et les normes de cartographie d'aéroport élaborées par le RTCA SC-217/Eurocae WG-44, sont applicables à cet élément.

- SURF : DO322/ED165 et DO317A/ED194
- SURF-IA DO323
- EVS DO315B
- Éventuellement les annexes 6 et 10 pour les exigences concernant les fonctionnalités SURF et SURF-IA

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

7.1.1 Les États-Unis et l'Europe ont déjà établi des normes pour la fonctionnalité SURF. Les normes d'avionique pour SURF-IA sont en cours d'élaboration et les capacités opérationnelles devraient être introduites sur une période allant jusqu'à 2017. Des normes sont également en cours de développement pour l'équipement des véhicules de façon à ce qu'il soit « visible » via l'ADS-B.

7.1.2 Plusieurs types d'aéronefs sont déjà certifiés pour l'utilisation de systèmes de vision améliorée pour les opérations de surface dans divers États membres. À l'heure actuelle, ceci concerne le Dassault Falcon 7X, le Gulfstream G-VI et le Bombardier Global Express).

7.2 Activités prévues ou en cours

7.2.1 Dans le cadre du projet Pioneer ATSAW parrainé par EUROCONTROL en 2012, l'application SURF est l'une de celles qui ont été sélectionnées pour une évaluation à bord de vols commerciaux. Dans une première étape, l'accent a été mis sur AIRB et ITP, mais l'évaluation de SURF est prévue dans une seconde phase.

7.2.2 Des essais similaires sont prévus aux États-Unis, par US Airways, en 2013.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

- FAA Advisory Circular, AC120-86, Aircraft Surveillance Systems and Applications
- FAA Advisory Circular, AC120-28D, Criteria for Approval of Category III Weather Minima for Take-off, Landing, and Rollout
- FAA Advisory Circular, AC120-57A Surface Movement Guidance and Control System
- ED-165/DO-322 (SURF SPR/INTEROP)
- ED-194/DO-317A
- Et un seul document RTCA : DO-323 (SURF IA SPR/INTEROP)
- Normes cartographiques pour les aéroports élaborées par RTCA SC-217/Eurocae WG-44

8.2 Procédures

Les documents indicatifs contiennent de nombreux éléments à propos des procédures.

8.3 Éléments indicatifs

- FAA NextGen Implementation Plan
- European ATM Master Plan

8.4 Documents d'approbation

- Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien*
- OACI Classification des plans de vol
- FAA Advisory Circulars :
 - AC120-86 Aircraft Surveillance Systems and Applications
 - AC120-28D Criteria for Approval of Category III Weather Minima for Take-off, Landing, and Rollout
 - AC120-57A Surface Movement Guidance and Control System

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE N° B2-75 : OPTIMISATION DU GUIDAGE DE SURFACE ET AVANTAGES
POUR LA SÉCURITÉ (A-SMGCS NIVEAUX 3-4 ET SVS)**

Résumé	Améliorer l'efficacité des opérations de surface et réduire les nuisances environnementales, même pendant les périodes de visibilité réduite. L'attente pour les pistes de décollage est réduite au minimum nécessaire pour optimiser l'occupation de la piste et les temps de circulation sont également réduits. Les opérations seront améliorées même dans des conditions de visibilité réduite qui auront un effet mineur sur les mouvements de surface.	
Principale incidence sur la performance, conformément au Doc 9854	KAP-01 – Accès et traitement équitable, KPA-04 – Efficacité, KPA-06 – Flexibilité, KPA-10 – Sécurité.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Aéroports	
Considérations relatives à l'application	Applicable à la plupart des grands aéroports dont la capacité est très sollicitée, ces mises à niveau concernent les problèmes de séquençement et de gestion des opérations au sol, ainsi que les opérations aéroportuaires complexes.	
Composant(s) du concept mondial, d'après le Doc 9854	AO – opérations aéroportuaires CM – gestion des conflits DCB – adaptation de la capacité à la demande TS – synchronisation de la circulation au sol	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-14 : exploitation des pistes GPI-16 : systèmes d'aide à la décision et systèmes d'avertissement GPI-17 : application de liaison de données GPI-18 : services d'information électronique	
Principales interdépendances	B1-75 B1-40 Relation technique ou opérationnelle avec le module B2-80 (gestion à distance du contrôle d'aérodrome)	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (cocher pour prêt ou indiquer la date)
	État de préparation des normes	Est. 2018-2023
	Disponibilité de l'avionique	Est. 2018-2023
	Disponibilité de l'infrastructure	Est. 2018-2023
	Disponibilité de l'automatisation au sol	Est. 2018-2023
	Disponibilité des procédures	Est. 2018-2023
	Approbations d'exploitation	Est. 2018-2023

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Ce module vise essentiellement à améliorer le cas constituant la base de référence (achèvement de B0-75, sécurité des pistes améliorée) (A-SMGCS niveaux 1-2 et cartographie mobile

dans le poste de pilotage), avec l'introduction de nouvelles capacités améliorant la coordination entre les ANSP, les usagers de l'espace aérien et l'exploitant de l'aéroport en vue de promouvoir la gestion automatisée des opérations de surface :

- gestion initiale du trafic de surface (A-SMGCS niveau 3);
- système perfectionné de guidage et de contrôle des mouvements de surface (A-SMGCS niveau 4);
- capacité améliorée de surveillance des opérations de surface au niveau du poste de pilotage, avec indications et alarmes;
- systèmes de vision synthétique.

1.1.2 Ce module suppose qu'une capacité de surveillance collaborative des aéronefs est opérationnelle aux aéroports en question et que les fournisseurs de services de navigation aérienne (ANSP) et les équipages de conduite ont accès aux informations de surveillance et disposent d'une logique de sécurité. Tout cela vise à créer entre l'ANSP et les équipages de conduite une conscience commune de la situation.

1.2 Base de référence

1.2.1 La base de référence pour ce module est le niveau de capacité établi par le module B1-75, avec la combinaison des niveaux 1 et 2 de l'A-SMGCS et de la surveillance des opérations de surface de l'aéroport, avec une logique de sécurité pour les ANSP et les équipages de conduite, ainsi qu'avec un affichage cartographique mobile et des systèmes de vision améliorée pour les opérations de roulage.

1.2.2 Globalement, les opérations aéroportuaires se déroulaient jusqu'ici d'une manière aléatoire, les prises de décision concernant le transfert des aéronefs des postes de stationnement aux aires de mouvements étant presque exclusivement à l'initiative de l'utilisateur de l'espace aérien. Si des considérations de gestion du trafic aérien interviennent dans la décision de repoussage, elles sont limitées par le fait que la coordination de la gestion des flux de trafic aérien (ATFM) se fait manuellement et ne constitue pas une responsabilité de l'aéroport lui-même. Il en résulte un encombrement des voies de circulation et des files d'attente aux pistes de départ qui se traduit par un allongement des temps de roulage, une augmentation des frais directs d'exploitation (consommation de carburant), des impacts sur l'environnement (émissions) et des obstacles à une mise en œuvre efficace des plans ATFM.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Ce module introduit un niveau supplémentaire dans les capacités de gestion du trafic de surface (A-SMGCS niveau 3) en permettant à l'aéroport de gérer globalement les opérations de roulage. Cette capacité est centrée sur un horaire des vols qui peut être mis à jour et complété par le partage initial des données sur l'état des vols entre les usagers de l'espace aérien et les autorités aéroportuaires (tours de contrôle de l'aire de stationnement, contrôle des opérations et des mouvements des compagnies aériennes, etc.). Le module ajoute également une capacité de gestion des files d'attente aux départs. Au niveau du poste de pilotage, l'équipage peut recevoir les instructions de circulation au sol par liaison de données.

1.3.2 Ce module améliore également la capacité de gestion du trafic de surface au niveau 4 de l'A-SMGCS, permettant de créer un horaire plus précis des mouvements d'aéronef, y compris la trajectoire de roulage (heures de passage à des points précis de la trajectoire). L'horaire de roulage est intégré aux fonctionnalités des ANSP de gestion des arrivées et des départs pour améliorer l'exécution

des stratégies ATFM globales. Au niveau du poste de pilotage, l'équipage bénéficie d'un guidage sur le trajet prévu et d'un affichage de vision synthétique.

1.3.3 Toutes ces capacités se combinent pour atténuer les effets des conditions de visibilité réduite sur les opérations au sol; l'observation visuelle est complétée par la présence de moyens de restitution de la conscience de la situation, d'une logique de sécurité et d'outils de guidage et de surveillance des aéronefs qui circulent au sol sur des trajectoires prescrites. À noter que ces capacités favorisent également l'utilisation élargie de tours de contrôle virtuelles ou à distance, comme décrit dans le module B1-81.

1.3.4 Ces nouvelles capacités entraîneront des changements pour les ANSP, les usagers de l'espace aérien et les opérations aéroportuaires, ainsi qu'au niveau du poste de pilotage.

1.4 **Élément 1 : Capacités initiales de gestion du trafic de surface (A-SMGCS niveau 3)**

1.4.1 Cet élément du bloc introduit les capacités suivantes :

- Logique d'acheminement des aéronefs pour les ANSP – le système d'automatisation permet de suggérer des itinéraires de circulation au sol basés sur la position actuelle de l'aéronef et sur des considérations heuristiques. Ces règles prennent en considération la trajectoire de départ, la piste de départ, généralement associé à la trajectoire, et le trajet le plus rationnel pour se rendre à la piste.
- Détection des conflits d'autorisation ATC pour les ANSP – le système d'automatisation analyse les opérations de surface en cours et les autorisations en vigueur, puis détecte s'il peut y avoir des conflits pour les autorisations ATC en fonction de l'évolution de la situation de surface.
- Transmission par liaison de données des autorisations de roulage – les autorisations sont communiquées aux aéronefs pour voie numérique.
- Surveillance du respect des autorisations ATC pour les ANSP – le système d'automatisation suit le mouvement de l'aéronef sur l'aéroport et émet une alarme s'il s'écarte de son autorisation ATC.
- Horaire de roulage de base – le système d'automatisation établit un horaire prédictif des mouvements de surface sur la base de l'horaire des vols réguliers. L'horaire est modifié d'après les changements des prévisions des usagers de l'espace aérien pour le moment où l'aéronef sera réellement prêt au repoussage.
- Gestion collective des files d'attente de départs – s'il est prévisible que l'horaire de roulage va causer un embouteillage (files d'attente excessives prévues), les usagers de l'espace aérien se verront attribuer un nombre nominal de vols autorisés à commencer à rouler au cours d'une période future, ce qui leur permettra de choisir, en fonction de leurs propres priorités, les vols particuliers qui bénéficieront de ces créneaux de roulage. Cette fonctionnalité permettra aussi d'intégrer d'éventuelles contraintes de gestion de la circulation pour certains vols.
- Partage de données – les renseignements reçus sur les heures de roulage, les files d'attente et les délais prévus sont partagés avec les autres domaines de vol d'ANSP et les utilisateurs externes (usagers de l'espace aérien et exploitants d'aéroport).
- Amélioration du guidage au sol par signalisation lumineuse – des systèmes d'éclairage au sol de l'aéroport seront modifiés pour fournir des indications visuelles aux aéronefs en train de circuler.

1.4.2 Ces activités visent à améliorer directement le débit des pistes en service, tout en minimisant les temps de roulage dans le contexte d'une stratégie ATFM de haut niveau et des ressources aéroportuaires disponibles (portes d'embarquement, aires d'accès, postes de stationnement, voies de circulation, etc.). L'objectif est de réduire la consommation de carburant et les effets environnementaux néfastes.

1.4.3 Le partage des données permettra aussi d'améliorer la qualité de l'information disponible pour l'ATFM, ce qui se traduira par une meilleure coordination et des décisions plus cohérentes entre les ANSP et les usagers de l'espace aérien. Un autre effet de cet élément sera d'améliorer la sécurité par le contrôle du respect des autorisations de roulage. Les autorisations de roulage seront reçues par voie numérique, ce qui évitera d'éventuelles confusions. Toutes ces fonctionnalités contribuent à réduire les perturbations des opérations de l'aéroport en conditions de visibilité réduite.

1.5 **Élément 2 : Système perfectionné de guidage et de contrôle des manœuvres de surface (A-SMGCS niveau 4)**

1.5.1 Cet élément du bloc permettra de développer les fonctionnalités introduites par l'élément 1 :

- Trajectoires de circulation – le système d'automatisation établit une trajectoire prédictive pour chaque aéronef avec des temps de passage en des points précis. Lorsque cette capacité sera à maturité, les trajectoires au sol pourront être utilisées pour la résolution des conflits aux croisements de pistes. La surveillance de la conformité aux autorisations permettra un suivi des temps en plus des trajectoires, ce qui assurera la prédiction et la résolution des conflits de trajectoires.
- Guidage sur trajectoire pour les pilotes – les autorisations numériques seront analysées par l'avionique de l'aéronef pour reproduire la trajectoire de circulation sur les cartes mobiles. L'avionique peut ainsi fournir une indication visuelle ou sonore lorsque l'aéronef approche d'un virage ou pour la vitesse qui permet de respecter les temps de passage. Ces renseignements peuvent être affichés sur le tableau de bord ou sur un collimateur tête haute (HUD).
- Systèmes de vision synthétique – la capacité de navigation de zone et des bases de données détaillées des aéroports permettront à un ordinateur de restituer une vision synthétique vers l'avant dans le poste de pilotage. L'intégration de systèmes de vision améliorée ajoutera à la fiabilité de cette image. Cette capacité réduira les effets des périodes de mauvaise visibilité sur la sécurité et le déroulement efficace des opérations de surface. Là encore, l'image de synthèse peut être affichée sur le tableau de bord ou sur un HUD.
- Gestion des horaires de départ pour des vols particuliers – les ANSP et les usagers de l'espace aérien collaboreront à l'établissement de cet horaire des mouvements des vols. L'automatisation facilite l'identification des heures de départ appropriées en tenant compte d'éventuelles mesures de régulation des flux de trafic. D'autres facteurs opérationnels, comme les règles de séparation pour la turbulence de sillage, seront prises en compte dans l'élaboration automatique des séquences d'aéronef au départ. Les heures de repoussage et de roulage seront également gérées par cette fonction.

- Intégration avec la gestion des arrivées et des départs – les horaires de roulages seront établis en tenant compte des aéronefs qui atterrissent, ce qui permettra d'organiser les départs en fonction d'activités ATFM. Les autorisations de repoussage seront données de façon à respecter les heures de départ prévues.

1.6 Élément 3 : Systèmes de vision synthétique

1.6.1 Les capacités de vision synthétique permettront à l'équipage de conduite de mieux connaître la position de l'appareil et de réduire les erreurs de navigation au sol durant les périodes de visibilité réduite. L'équipage sera ainsi plus confiant pour conduire les opérations au sol dans des conditions de visibilité réduite.

2. AMÉLIORATIONS OPÉRATIONNELLES ESComptées ET MÉTRIQUES D'ÉVALUATION DU SUCCÈS

<i>Accès et traitement équitable</i>	Cette activité contribue à augmenter la capacité de l'aéroport durant les périodes de visibilité réduite en améliorant la surveillance visuelle au niveau de la tour et du poste de pilotage par une image commune, une logique de sécurité et des fonctions de définition de trajectoire au sol, de surveillance de conformité et de guidage. Tout cela atténuera l'effet d'une visibilité réduite et des opérations de nuit sur la capacité de l'aéroport.
<i>Efficacité</i>	Ces activités visent à améliorer l'efficacité de la circulation au sol en gérant une trajectoire affichée à la tour et dans le poste de pilotage. L'aéronef peut ainsi rouler de manière plus continue, ce qui réduit les temps de roulage et la consommation de carburant. La coordination des horaires entre arrivées, surface et départs permettra d'optimiser l'efficacité des opérations. a) Réduction du temps de roulage pour se rendre à la piste i. Réduction de la consommation et des autres facteurs ayant un effet sur les frais d'exploitation directs ii. Réduction des impacts associés sur l'environnement b) Réduction des arrêts et des redémarrages en cours de circulation au sol i. Réduction de la consommation et des autres facteurs ayant un effet sur les frais d'exploitation directs ii. Réduction des impacts associés sur l'environnement
<i>Flexibilité</i>	a) Plus grande facilité de reprogrammer le départ d'un aéronef lorsqu'il faut répondre à des conditions changeantes. b) Coordination avec la gestion des flux de trafic : i. meilleure précision dans la prévision des encombrements (demande adaptée à la capacité) c) Meilleure application de la gestion des flux de trafic par trajectoire d) Information plus fiable pour la gestion des flux de trafic aérien i. meilleure précision dans la prévision des encombrements (demande adaptée à la capacité) ii. plus grande facilité pour la gestion des flux de trafic e) Souplesse accrue pour les opérations de surface de l'aéroport par une plus grande facilité de reprogrammer le départ d'un aéronef lorsqu'il faut répondre à des conditions changeantes.

<i>Sécurité</i>	Cet élément agit sur la sécurité des opérations de surface par le guidage et le contrôle des trajectoires au sol des aéronefs. Cela éliminera les erreurs de navigation au sol et permettra de prévoir les conflits aux intersections, notamment de pistes. Les opérations aéroportuaires seront moins influencées par les périodes de mauvaise visibilité. a) Réduction des écarts de trajectoire et de temps b) Réduction des erreurs dans la transmission des autorisations
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	L'analyse de rentabilité de cet élément est basée sur la réduction des temps de roulage et de la consommation de carburant correspondante. La gestion des flux de trafic aérien sera plus harmonieuse, les délais étant absorbés à la porte d'embarquement, au poste de stationnement, sur l'aire de manœuvre ou sur les voies de circulation, plutôt qu'en file d'attente à l'extrémité de la piste de départ. Le débit des pistes est optimisé pour maintenir la capacité de l'aéroport.

3. **PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)**

3.1.1 Pour la gestion des opérations de surface, des changements importants des procédures ANSP sont à prévoir, notamment la création de procédures et normes de collaboration avec les usagers de l'espace aérien et avec les exploitants d'aéroports pour l'établissement d'un horaire combiné des opérations de surface. En particulier, la gestion des opérations de surface avec des horaires de repoussage établis par l'ANSP représente une évolution importante des politiques de gestion dans de nombreux aéroports. Des procédures spécifiques pour chaque élément et sous-élément sont nécessaires pour réaliser les avantages de ce module et pour assurer la sécurité, comme les procédures à employer par l'ANSP pour transmettre par liaison de données les autorisations de rouler et les procédures de coordination avec la gestion du trafic aérien.

3.1.2 Les usagers de l'espace aérien et les exploitants d'aérodrome vont aussi devoir apporter des changements importants à leurs procédures de gestion des opérations de surface, particulièrement dans le domaine de l'établissement collaboratif des horaires de roulage et l'acceptation des heures de repoussage décidées par l'ANSP.

4. **PROCÉDURES DE BORD POUR L'UTILISATION ET L'INTÉGRATION DES AUTORISATIONS DE ROULAGE TRANSMISES PAR LIAISON DE DONNÉES**

4.1 **Avionique**

4.2 En plus de l'équipement nécessaire pour le module B1-75 (ATSA (SURF-IA)), l'aéronef doit disposer des technologies suivantes :

- a) communications par liaison de données;
- b) système de vision synthétique;
- c) fonctionnalités de guidage sur trajectoire au sol.

4.3 Systèmes au sol

4.3.1 Les ANSP ont besoin des technologies suivantes :

- a) A-SMGCS initial et perfectionné/ automatisation de la gestion du trafic de surface;
- b) partage des données avec la gestion des flux de trafic aérien;
- c) communications par liaison de données.

4.4 Cet élément nécessite également une technologie permettant de collaborer avec les utilisateurs de l'espace aérien et les exploitants d'aéroports sous la forme d'une fonctionnalité A-SMGCS améliorée par la collaboration avec la gestion du trafic de surface de l'ANSP.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 Comme il y aura des changements des procédures pour la gestion des opérations de surface de l'aéroport, notamment par la création de procédures et de normes de collaboration entre les usagers de l'espace aérien et les exploitants de l'aéroport pour la gestion de l'horaire combiné des opérations de surface, les facteurs humains correspondants devront être étudiés et démontrés au cours du processus de planification. De plus, les facteurs humains devront être analysés sous l'angle de la charge de travail et des modes de défaillance pour assurer la sécurité, y compris pour les procédures utilisées par les ANSP pour délivrer les autorisations de roulage par liaison de données.

5.1.2 Les facteurs humains, devront également être étudiés sous l'angle de l'analyse de la charge de travail, pour les usagers de l'espace aérien et les exploitants d'aéroports qui vont devoir apporter des changements importants à leurs procédures de gestion des opérations de surface, particulièrement pour l'établissement des horaires de roulage et la prise de contrôle des horaires de repoussage par les ANSP.

5.1.3 D'autres études seront nécessaires pour évaluer les effets des changements des procédures de bord pour l'utilisation et l'intégration des autorisations de roulage transmises par liaison de données.

5.2 Besoins de formation et de qualification

5.2.1 L'automatisation et les changements de procédures pour les équipages, les contrôleurs, les exploitants sur l'aéroport, etc., nécessiteront, avant leur mise en œuvre, une formation au nouvel environnement et l'identification des problèmes opérationnels et d'automatisation. Des scénarios devront être élaborés et enseignés pour couvrir l'éventualité de situations anormales en vue de la mise en œuvre de la pleine capacité de ce module.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normatisation : des critères nouveaux ou modifiés et les normes seront nécessaires pour :

- A-SMGCS initial et amélioré/automatisation de la gestion du trafic de surface
- normes de communication avec la gestion des flux de trafic aérien et les usagers de l'espace aérien, ainsi que les exploitants d'aéroports (collaboration sur des horaires combinés intégrant les horaires d'arrivée, de surface et de départ)
- communications par liaison de données
- guidage sur trajectoire de roulage dans le poste de pilotage
- systèmes de vision synthétique pour les aéronefs (RTCA SC-213/EUROCAE WG-79).
- Plans d'approbation : à déterminer.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

Capacités initiales de gestion du trafic de surface (A-SMGCS niveau 3)

7.1.1 Les ANSP et les compagnies commerciales ont élaboré des capacités initiales dans ce domaine. Ces capacités permettent des échanges de données de surveillance de surface entre les ANSP, les usagers de l'espace aérien et les exploitants d'aéroports. L'amélioration des opérations est largement basée sur les avantages de cette conscience partagée de la situation de surface.

Système perfectionné de guidage et de contrôle des mouvements de surface (A-SMGCS niveau 4)

7.1.2 Les applications de cet élément en sont toujours au stade de la recherche et il n'y a pas d'utilisation pratique actuelle.

7.2 Activités prévues ou en cours

Capacités initiales de gestion du trafic de surface (A-SMGCS niveau 3)

7.2.1 Divers ANSP, des organismes de recherche et des gouvernements, ainsi que des équipementiers travaillent sur un prototype de système de gestion du trafic de surface. Ces activités comprennent la gestion du trafic de surface et la prise de décision collaborative. Ces concepts sont en cours d'évaluation dans plusieurs aéroports du monde (Memphis, Dallas-Fort Worth, Orlando, Bruxelles, Paris/Charles de Gaulle, Amsterdam, Londres/Heathrow, Munich, Zurich et Francfort). Des simulations en laboratoire des capacités les plus évoluées, comme la surveillance du respect des trajectoires de roulage (MITRE) ont été effectuées. En Europe, les développements se font dans le cadre de SESAR Work Package 6, EUROCONTROL et d'autres organismes. Aux États-Unis, la mise en œuvre des capacités initiales est prévue à partir de 2018.

Système perfectionné de guidage et de contrôle des mouvements de surface (A-SMGCS niveau 4)

7.2.2 L'établissement collaboratif d'un horaire des départs fait l'objet de recherches par la FAA, mais n'a pas encore atteint le stade des expérimentations opérationnelles. Des simulations en laboratoire sur des capacités plus évoluées, comme le guidage sur la trajectoire (NASA) ont été effectuées. D'autres domaines, tels que la gestion par trajectoire des opérations de surface en sont toujours au stade de la formulation du concept. Des applications opérationnelles aux États-Unis sont prévues au-delà de 2018.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

- EUROCAE ED-100A/RTCA DO-258A, Interoperability Requirements for ATS Applications using ARINC 622 Data Communications
- EUROCAE ED-110/RTCA DO-280, Interoperability Requirements Standard for Aeronautical Telecommunication Network Baseline 1 (Interop ATN B1)
- EUROCAE ED-120/RTCA DO-290, Safety and Performance Requirements Standard For Initial Air Traffic Data Link Services In Continental Airspace (SPR IC)
- EUROCAE ED-122/RTCA DO-306, Safety and Performance Standard for Air Traffic Data Link Services in Oceanic and Remote Airspace (Oceanic SPR Standard)
- EUROCAE ED-154/RTCA DO-305, Future Air Navigation System 1/A – Aeronautical Telecommunication Network Interoperability Standard (FANS 1/A – ATN B1 Interop Standard)
- EUROCAE WG78/RTCA SC214 Safety and Performance requirements and Interoperability requirements

8.2 Procédures

8.2.1 À déterminer.

8.3 Éléments indicatifs

- Doc 9694 de l'OACI, *Manuel des applications de la liaison de données aux services de la circulation aérienne*
- Doc 9830 de l'OACI, *Manuel sur les systèmes évolués de guidage et de contrôle des manœuvres de surface (A-SMGCS)*

8.4 Documents d'approbation

- FAA Advisory Circular, AC120-28D Criteria for Approval of Category III Weather Minima for Take-off, Landing, and Rollout
- FAA Advisory Circular, AC120-57A Surface Movement Guidance and Control System
- De nouveaux documents et des mises à niveau sont nécessaires pour les fonctionnalités suivantes :
 - A-SMGCS/automatisation de la gestion du trafic de surface, capacités initiales et améliorées
 - normes de communication avec la gestion des flux de trafic aérien et les usagers de l'espace aérien, ainsi que les exploitants d'aéroports (collaboration sur les horaires combinés intégrant les horaires d'arrivée, de surface et de départ)
 - communications par liaison de données
 - guidage sur trajectoire de roulage dans le poste de pilotage
 - systèmes de vision synthétique pour les aéronefs (RTCA SC-213/EUROCAE WG-79)

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

Domaine d'amélioration des performances 1 : Opérations aéroportuaires

Continuum : Prise de décisions en collaboration aux aéroports

PROJET

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE N° B0-80 : OPÉRATIONS AÉROPORTUAIRES AMÉLIORÉES
PAR LE CDM-AÉROPORTS**

Résumé	La mise en œuvre collaborative permettra de partager les données concernant les opérations de surface entre les différents intervenants de l'aéroport. L'idée est d'améliorer la gestion du trafic de surface en réduisant les attentes dans les mouvements et sur les aires de manœuvre, tout en améliorant globalement la sécurité, l'efficacité et la conscience de la situation.	
Principale incidence sur la performance, conformément au Doc 9854	KPA-02 – Capacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-05 – Environnement.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Aéroport, zone terminale	
Considérations relatives à l'application	Amélioration de portée locale pour les aéronefs équipés et fonctionnels, et l'infrastructure de surface établie de l'aéroport.	
Composant(s) du concept mondial, d'après le Doc 9854	AO – Opérations aéroportuaires IM – Gestion de l'information	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-8 : conception et gestion concertées de l'espace aérien GPI-18 : information aéronautique GPI-22 : infrastructure des communications	
Principales interdépendances	Lien avec B0-75 et B0-15	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt √ ou date prévue)
	État de préparation des normes	Est. 2013
	Disponibilité de l'avionique	√
	Disponibilité des systèmes au sol	Est. 2013
	Disponibilité des procédures	Est. 2013
	Approbatons d'exploitation	Est. 2013

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

Base de référence

1.1.1 Les opérations de surface, particulièrement la phase de retournement, nécessitent une participation de tous les acteurs opérationnels de l'aéroport. Chacun ont leurs propres processus à accomplir aussi efficacement que possible. Cependant, l'utilisation de systèmes distincts et l'absence de partage des informations ne permettent pas d'atteindre des niveaux d'efficacité optimaux.

1.1.2 La base de référence sera constituée par les opérations aéroportuaires telles qu'elles se déroulent en l'absence d'outils de collaboration et de coordination des opérations.

Changements apportés par le module

1.1.3 La mise en œuvre de processus de décision collaborative (A-CDM) au niveau de l'aéroport améliorera les opérations de surface et la sécurité en renforçant la coordination pour un vol

donné et en assurant une meilleure conscience de la situation entre les usagers de l'espace aérien, l'ATC et les opérations aéroportuaires.

1.1.4 L'intégration A-CDM consiste à mettre en place un ensemble de processus améliorés et appuyés par l'interconnexion des systèmes d'information des différents participants aux opérations de l'aéroport. Il s'agit d'un programme relativement simple et n'exigeant pas d'investissements importants.

2. AMÉLIORATIONS OPÉRATIONNELLES ESComPTÉES

2.1 Les métriques d'évaluation du succès de ce module sont proposées dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Capacité</i>	Meilleure utilisation des infrastructures existantes des portes d'embarquement et des postes de stationnement (récupération d'une capacité latente). Réduction de la charge de travail et meilleure organisation des activités de gestion des vols.
<i>Efficacité</i>	Gains d'efficacité du système ATM pour tous les intervenants. Pour les exploitants d'aéronefs, en particulier, amélioration de la conscience de la situation (suivi des aéronefs au sol et en vol), prédictibilité et ponctualité améliorées, efficacité opérationnelle améliorée (meilleure gestion de la flotte), réduction des retards.
<i>Environnement</i>	• Réduction du temps de roulage • Réduction de la consommation et des émissions de carbone • Diminution du temps de fonctionnement des moteurs
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	L'analyse de rentabilité est positive du fait des gains d'efficacité sur les vols et les opérations des intervenants de l'aéroport. Cependant, les conditions locales sont susceptibles d'influencer les résultats (environnement, niveaux de trafic, investissements nécessaires, etc.). Le bilan détaillé produit dans le cadre de l'établissement d'une réglementation européenne était nettement positif.

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 Les procédures existantes vont devoir être adaptées à un environnement collaboratif afin d'optimiser les résultats. Les changements résultants toucheront la manière dont les pilotes, les contrôleurs, les opérations des compagnies aériennes et l'unité ATFM échangeront des informations et collaboreront dans la gestion de la file des départs. Le principe « juste à temps » sera appliqué au repoussage et démarrage des moteurs en tenant compte de la piste assignée, du temps de roulage, du débit des pistes, et du créneau et des contraintes de départ.

4. FONCTIONNALITÉS REQUISES AU NIVEAU DES SYSTÈMES

4.1 Avionique

4.1.1 Aucun équipement embarqué n'est nécessaire.

4.2 Systèmes au sol

4.1.2 La prise de décision collaborative (CDM) ne nécessite aucune nouvelle fonctionnalité spécifique. Les difficultés se situent plutôt au niveau de l'interconnexion des systèmes au sol qui peuvent être différents d'un aéroport à l'autre, mais l'expérience montre qu'il existe des solutions et des possibilités au niveau de l'industrie. Lorsqu'ils sont disponibles, des systèmes de surveillance partagés permettent de rendre les opérations plus fluides.

5. FACTEURS HUMAINS

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 Les facteurs humains ont été étudiés dans le cadre du développement des processus et des procédures associés à ce module. Lorsqu'il y a des besoins d'automatisation, l'interface humain-machine a été prise en considération tant d'un point de vue fonctionnel que sur le plan de l'ergonomie (voir les exemples décrits dans la Section 6). La possibilité de pannes latentes n'est cependant pas éliminée et la vigilance sera de rigueur à tous les niveaux de la mise en œuvre. Les problèmes liés à des facteurs humains, qui seront identifiés au cours de la mise en œuvre, doivent être portés à la connaissance de la communauté internationale par l'entremise de l'OACI, dans le cadre de toute initiative de retour en matière de sécurité.

5.2 Besoins de formation et de qualification

5.2.1 Ce module nécessitera une formation aux normes et aux procédures opérationnelles, conformément aux documents référencés à la Section 8. De même, les exigences de qualification qui figurent dans les aspects réglementaires de la Section 6, font partie intégrante de la mise en œuvre du module.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : mise à jour nécessaire des critères actuellement publiés suivants :
 - Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien*
 - *Manuel de prise de décision en collaboration* de l'OACI
- Plans d'approbation : mise à jour nécessaire pour :
 - EUROCONTROL, A-CDM Implementation Manual
 - FAA NextGen Implementation Plan

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

7.1.1 **Europe** : EUROCONTROL Airport-CDM a développé et expérimenté un certain nombre d'éléments CDM et conduit actuellement une campagne pour encourager activement les aéroports européens à implanter localement le concept A-CDM. A-CDM représente plus qu'un système, de l'équipement ou des logiciels, des réunions ou des appels téléphoniques, c'est un changement de culture dans la manipulation des données sensibles, une façon de promouvoir de nouvelles procédures et de bâtir la compréhension et la confiance de chacun des partenaires des processus opérationnels. Grâce à l'implication de tous les acteurs, le programme Airport-CDM a sensiblement évolué au cours des années, passant d'un concept théorique à des processus qui procurent des bénéfices tangibles au niveau opérationnel. De plus en plus d'aéroports adoptent l'A-CDM et en tirent des avantages démontrés.

7.1.2 Pour l'implantation locale des processus A-CDM à un aéroport, les premières étapes sont l'intégration du réseau de gestion de la capacité et du trafic aérien (ATFCM) autour de l'unité centrale de gestion des flux (CFMU).

7.1.3 L'échange de données en temps réel entre les aéroports et la CFMU est un lien opérationnel. L'exactitude des données ainsi acquises apportent de grands avantages tant à la CFMU qu'aux aéroports eux-mêmes. Les messages de mise à jour des vols (FUM) apportent aux aéroports des estimations très précises des heures d'arrivée de tous les vols. La CFMU reçoit, de son côté, de meilleures estimations des heures de décollage fournies par les opérations tactiques, par l'entremise de messages d'information sur l'horaire des départs (DPI). Au cours des prochains mois, un certain nombre d'aéroports sont sur le point de s'associer à ces échanges de données avec la CFMU.

7.1.4 Avec la mise en œuvre réussie des échanges FUM/DPI à l'aéroport de Munich (où le système est opérationnel depuis juin 2007) et les expérimentations en cours à Zurich, Bruxelles et d'autres aéroports en étroite coordination avec la CFMU, l'objectif est d'inciter tous les intervenants aéroportuaires à adopter de nouvelles procédures pour profiter des avantages démontrés du concept.

7.1.5 Pour de plus amples renseignements :

http://www.EUROCONTROL.int/airports/public/standard_page/APR2_ACDM_2.html;
et <http://www.euro-cdm.org/>

7.1.6 En octobre 2008, ACI EUROPE et EUROCONTROL ont signé une entente de coopération en vue d'améliorer l'efficacité opérationnelle des aéroports européens par l'implantation du concept A-CDM. En 2009-2010, le programme A-CDM a été endossé par plus de trente aéroports et sa mise en œuvre était effective à 10 d'entre eux à la fin de 2011.

7.1.7 Un label d'accréditation officielle A-CDM a été créé et décerné aux aéroports de Munich, Bruxelles et Paris-Charles de Gaulle.

7.2 Activités prévues ou en cours

7.2.1 **États-Unis** : le concept de gestion collaborative des files d'attente des pistes (CDQM) a fait l'objet d'évaluations en 2011 dans le cadre des projets d'opérations basés sur les trajectoires de surface (STBO) de la FAA.

7.2.2 Pour évaluer la faisabilité et les avantages d'un système avec intervention humaine dans la boucle, cinq agents techniques (dispatchers) des compagnies américaines Continental, Delta, JetBlue, Southwest et United Airlines, ont utilisé le système pour gérer un ensemble de vols dans divers scénarios de trafic aérien simulé. Les contraintes sur les capacités de l'espace aérien étaient fixées par un gestionnaire de trafic aérien de la FAA. Les recommandations pour de futures expérimentations comprenaient l'étude de systèmes d'allocation de crédits et l'évaluation d'autres méthodes de résolution des contraintes. Un logiciel pour l'allocation de crédits a été développé pour l'essai conduit par la NASA et a été intégré au programme SEVEN de la FAA (System-wide Enhancements for Versatile Electronic Negotiation). La FAA prévoyait un déploiement du système SEVEN à partir de l'automne 2011 dans le cadre du programme des options de trajectoires collaboratives. Des essais sont en cours sous l'égide de la FAA à divers aéroports et par diverses compagnies aériennes. La FAA poursuit des études dans différents environnements.

7.2.3 Le concept CDQM a commencé à être appliqué en 2009 à l'aéroport international de Memphis, Tennessee, pour les opérations de FedEx dont c'est base. Les démonstrations se poursuivent à Memphis, avec maintenant la participation de Delta Air Lines aux côtés de FedEx. À Memphis, FedEx est le seul opérateur à conduire des opérations intensives de nuit. Pendant la journée, Delta utilise l'aéroport comme pivot avec deux périodes de pointe à haute densité. Delta et ses filiales régionales représente près de quatre-vingt-cinq pour cent des départs de passagers de Memphis. L'expérimentation du système CDQM visait à vérifier les possibilités de réduire les temps d'attente pour le décollage de nombreux vols d'une même compagnie. À noter que Delta et FedEx ont leur propre tour de contrôle pour les opérations au sol. La tour de Memphis International gère les vols des autres compagnies pour cet aéroport.

7.2.4 En 2010, un projet de quatre mois de réfection et d'élargissement des pistes a été lancé à l'aéroport international John F. Kennedy (JFK), de New York, l'un des plus chargés des États-Unis. La piste la plus longue a été élargie pour recevoir les nouveaux très gros porteurs. Le projet portait également sur l'amélioration des voies de circulation et la construction de plateformes d'attente. Pour tenter de minimiser les perturbations pendant cette période, les autorités de JFK ont décidé d'appliquer un processus de gestion collaborative des files d'attente de décollage. Dans le cadre du CDQM, chaque aéronef au départ se voyait attribuer un créneau très précis et attendait son heure à son point de stationnement, plutôt que d'aller encombrer les voies de circulation. Les procédures appliquées pendant la période de construction ont donné de si bons résultats qu'elles ont été conservées et étendues à l'ensemble de l'aéroport après la fin des travaux.

7.2.5 La FAA a également appliqué le concept CDQM à l'aéroport international d'Orlando, en Floride. Les premières évaluations sur place ont eu lieu en 2010. Aucune des trente-neuf compagnies desservant Orlando n'utilise cet aéroport comme pivot régional. De ce fait, l'aéroport combine les départs des huit plus grandes compagnies régionales desservant Orlando, ce qui représente le même pourcentage que Delta Air Lines à Memphis. À Orlando, un effort particulier a été fait pour la détection automatique des conflits de gestion de la file des départs, avec plusieurs initiatives de gestion du trafic, notamment pour les vols qui reçoivent une nouvelle heure estimée de départ, les vols qui doivent respecter une séparation en distance au décollage, et les demandes de départ approuvées ou en instance de l'être. Cette

gestion s'est avérée efficace pour les retards prolongés, causés par la situation météorologique ou par d'autres perturbations, ainsi que pour l'intégrité des données de surface.

7.2.6 À JFK, comme à Memphis, le partage des données de surveillance de surface a permis de réduire les temps de roulage de plus d'une minute en moyenne par départ. Les techniques de régulation des mouvements de surface ont permis de gagner une autre minute de transit entre les voies de circulation et les postes de stationnement, ce qui représente des économies de carburant supplémentaires. Tous ces résultats suggèrent que la généralisation du partage des données et la régulation des mouvements au sol permettent une économie annuelle de l'ordre de 7 000 heures de temps de roulage à JFK, et de 5 000 heures à Memphis.

7.2.7 L'aéroport international Logan de Boston a été le théâtre d'une démonstration visant à étudier le nombre maximum d'aéronefs autorisés au repoussage et à l'entrée dans les flux de mouvements actifs de l'aéroport au cours d'une période prédéterminée. Le but était d'assurer la continuité de l'utilisation des pistes, sans avoir des périodes d'interruption des décollages. Entre août et septembre, les résultats préliminaires montrent que ce concept a permis d'économiser dix-huit heures de temps de roulage, 5 100 gallons de carburant et cinquante tonnes d'émissions de dioxyde de carbone.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

- ICAO CDM Manual (prochainement publié)
- European Union, OJEU 2010/C 168/04: Community Specification ETSI EN 303 212 v.1.1.1: European Standard (Telecommunications series) Airport Collaborative Decision Making (A-CDM)
- EUROCAE ED-141: Minimum Technical Specifications for Airport Collaborative Decision Making (Airport-CDM) Systems
- EUROCAE ED-145: Airport-CDM Interface Specification

8.2 Éléments indicatifs

- EUROCONTROL A-CDM Programme documentation, including an Airport-CDM Implementation Manual
- FAA NextGen Implementation Plan 2011

8.3 Documents d'approbation

Les documents suivants devront faire l'objet d'une mise à jour :

- Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien*
- Manuel de prise de décision collaborative de l'OACI, basé sur le document EUROCONTROL, A-CDM Implementation Manual
- FAA NextGen Implementation Plan

**MODULE N° B1-80 : OPÉRATIONS AÉROPORTUAIRES OPTIMISÉES GRÂCE À LA
GESTION COMPLÈTE AVEC LA CDM – AÉROPORTS**

Résumé	Pour améliorer la gestion et l'horaire des opérations aéroportuaires et permettre leur pleine intégration dans la gestion du trafic aérien en utilisant des cibles de performances cohérentes avec celles de l'espace environnant. Cette initiative repose sur la mise en œuvre d'une planification collaborative des opérations aéroportuaires (AOP) et, si le besoin s'en fait sentir, la création d'un centre des opérations aéroportuaires (APOC).	
Principale incidence sur la performance, conformément au Doc 9854	KPA-03 – Rapport coût-efficacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-05 – Environnement, KPA-09 – Prédicibilité.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Arrivée sur la surface, rotation d'escale, départ de la surface	
Considérations relatives à l'application	AOP : pour tous les aérodromes (le degré de sophistication dépendra de la complexité des opérations et de leur impact sur le réseau). APOC : réservé aux grands aéroports et à ceux dont la circulation est particulièrement complexe (le degré de sophistication dépendra de la complexité des opérations et de leur impact sur le réseau). Ne concerne pas les aéronefs.	
Composant(s) du concept mondial, d'après le Doc 9854	AO – Opérations aéroportuaires IM – Gestion de l'information	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-13 : conception et gestion des aéroports	
Principales interdépendances	B0-80, B0-35	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt √ ou date prévue)
	État de préparation des normes	Est. 2018
	Disponibilité de l'avionique	Sans objet
	Disponibilité des systèmes au sol	Est. 2018
	Disponibilité des procédures	Est. 2018
	Approbations d'exploitation	Est. 2018

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Les grands aéroports sont des organisations d'une grande complexité auxquelles contribuent de multiples acteurs et partenaires. Chacun a ses principes d'exploitation et ses sous-processus qui se déroulent de manière indépendante et sans véritable collaboration. L'optimisation basée sur ces processus individuels conduit souvent à des solutions non optimales et à des inefficacités dans le fonctionnement global de l'aéroport.

1.1.2 Pour un aéroport, l'absence de coordination des opérations se traduit souvent par des délais supplémentaires, des temps d'attente au sol et dans les airs, des frais d'exploitation plus élevés que ce qu'ils devraient être, et des effets néfastes pour l'environnement. Tout cela affecte non seulement l'efficacité de l'aéroport et ses performances globales, mais aussi le rendement de l'ensemble du réseau ATM.

1.1.3 L'absence d'un accès immédiat à l'information sur les opérations de vol (arrivées, départs, rotations et séquençement des mouvements de surface) augmente les temps de porte à porte et entraîne une utilisation inefficace des ressources, comme les postes de stationnement, les équipements au sol et les services. Par exemple, les retards dans la gestion de la demande se traduisent par des retards supplémentaires des vols et des temps d'attente (en vol et au sol) représentant une consommation supplémentaire de carburant et des effets néfastes sur l'environnement.

1.1.4 Actuellement, l'information sur les opérations de l'aéroport, notamment le plan de disponibilité des ressources (pistes, voies de circulation, portes d'embarquement) et l'état de préparation des aéronefs ne sont pas pris en considération dans la planification d'ensemble des flux du système ATM.

1.1.5 L'amélioration de la planification et de la gestion des opérations de l'aéroport et leur intégration complète dans l'ensemble du système ATM par des échanges d'information entre les différents acteurs, sont devenues un besoin crucial pour atteindre les objectifs de performances dans les régions les plus congestionnées et les plus complexes du monde.

1.2 Base de référence

1.2.1 La base de référence pour ce module est l'application Airport-CDM décrite dans le module N°B0-80 et les modes de gestion des flux de trafic aérien et des capacités décrits dans le module B0-35.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Ce module porte sur l'amélioration de la planification et de la gestion des opérations aéroportuaires en vue de leur complète intégration dans le système de gestion du trafic aérien par la mise en œuvre des concepts suivants :

- a) un plan collaboratif des opérations aéroportuaires (AOP) couvrant l'information « locale » de l'aéroport et l'information « partagée » avec le système ATM/le gestionnaire du réseau ATM, afin d'établir une image synchronisée et totalement intégrée des opérations aéroportuaires dans le réseau ATM global;
- b) un cadre d'orientation des performances de l'aéroport comportant des indicateurs et des cibles de performances spécifiques totalement intégrées avec le plan AOP et arrimées avec les cadres de performances régionaux et nationaux;
- c) un support de décision permettant aux acteurs de l'aéroport de communiquer et de coordonner leurs actions, d'élaborer et de tenir à jour dynamiquement des plans conjoints, et d'exécuter ces plans dans leurs zones de responsabilité respectives;
- d) l'agrégation de l'information des plans de disponibilité des ressources et de la planification des opérations des aéronefs en un outil de référence cohérent et pertinent, accessible aux différentes unités opérationnelles de l'aéroport et au reste de l'ATM;
- e) une capacité de surveillance en temps réel faisant office de déclencheur (par des alarmes et des avertissements) pour les processus de décision, et un ensemble de procédures collaboratives pour assurer une gestion totalement intégrée des processus côté « air », en tenant compte des impacts des processus côté « ville », le tout complété par des renseignements météorologiques pertinents et à jour.

2. AMÉLIORATIONS OPÉRATIONNELLES ESComPTÉES

2.1 Les métriques d'évaluation du succès de ce module sont proposées dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Rapport coût-efficacité</i>	Par des procédures collaboratives, une planification globale et des mesures proactives pour résoudre les problèmes prévisibles, il est possible de réaliser une réduction considérable des attentes au sol et en vol, et par conséquent de la consommation de carburant. La planification et les mesures proactives assureront une utilisation plus efficace des ressources existantes, mais les solutions proposées nécessiteront quelques ressources supplémentaires.
<i>Efficacité</i>	Par des procédures collaboratives, une planification globale et des mesures proactives pour résoudre les problèmes prévisibles, il est possible de réaliser une réduction considérable des attentes au sol et en vol, et par conséquent de la consommation de carburant. La planification et les mesures proactives assureront une utilisation plus efficace des ressources existantes, mais les solutions proposées nécessiteront quelques ressources supplémentaires.
<i>Environnement</i>	Par des procédures collaboratives, une planification globale et des mesures proactives pour résoudre les problèmes prévisibles, il est possible de réaliser une réduction considérable des attentes au sol et en vol, ce qui permettra d'atténuer la pollution sonore et les émissions atmosphériques au voisinage de l'aéroport.
<i>Prédictibilité</i>	La gestion opérationnelle des performances, permettra d'améliorer la fiabilité et l'exactitude de l'horaire, ainsi que la prévision de la demande (conjointement avec d'autres initiatives élaborées dans le cadre d'autres modules).
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	À déterminer

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 Il va falloir définir les procédures pour l'établissement et la mise à jour du plan AOP, pour la gestion collaborative des opérations de l'aéroport et pour la communication entre tous les acteurs de l'aéroport et le système ATM.

4. FONCTIONNALITÉS REQUISES AU NIVEAU DES SYSTÈMES

4.1 Systèmes au sol

4.1.1 Les fonctions suivantes des systèmes de soutien vont devoir être développées et mises en place : un référentiel contenant les données du plan AOP, des interfaces d'affichage et humain-machine pour permettre l'accès à l'AOP et pour avertir les acteurs appropriés lorsqu'une décision doit être prise, ainsi que certains outils de surveillance l'aéroport et d'aide à la décision.

4.1.2 Un réseau de communication entre les principaux acteurs de l'aéroport (notamment AOC, APOC) et des systèmes de gestion de réseau devra être mis en place.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 L'identification des facteurs humains à prendre en considération est un aspect important de la définition des relatives aux des processus et des procédures du présent module. Il va falloir étudier en particulier l'interface humain-machine pour les moyens informatiques à mettre en place pour cet effort d'amélioration des performances et, si besoin est, prévoir des stratégies de contrôle des risques par la formation, l'éducation et la redondance.

5.2 Besoins de formation et de qualification

5.2.1 Les besoins de formation aux normes et aux procédures opérationnelles seront identifiés dans le cadre du développement des SARP nécessaires pour la mise en œuvre de ce module. De même, les exigences de qualification seront identifiées et incluses dans les aspects réglementaires de ce module, lorsqu'elles seront connues.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : à déterminer.
- Plans d'approbation : à déterminer.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Activités prévues ou en cours

- **Europe** : activités de validation prévues en 2015
 - **États-Unis** : activités de validation prévues en 2015
-

Domaine d'amélioration des performances 1 : Opérations aéroportuaires

Continuum : Tours de contrôle commandées à distance

PROJET

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

MODULE N° B1-81 : GESTION À DISTANCE DU CONTRÔLE D'AÉRODROME

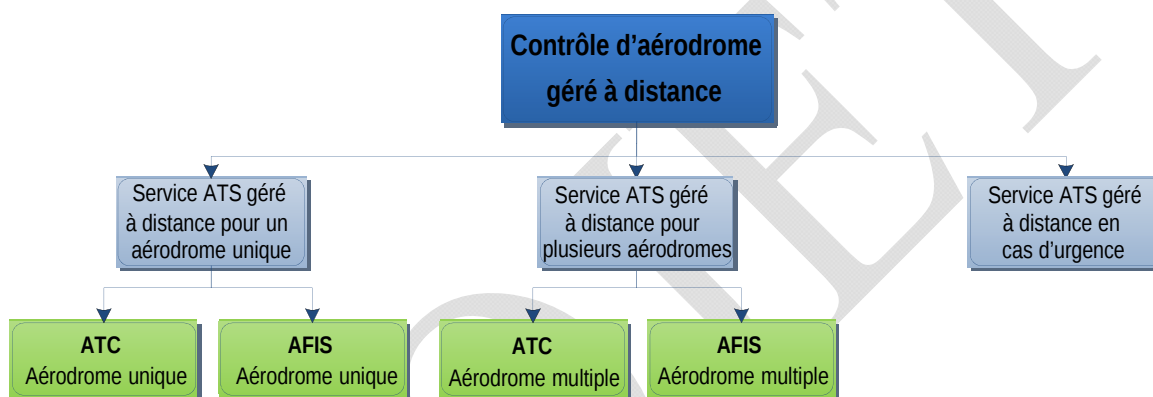
Résumé	Fournir un système ATS sécuritaire et économique à partir d'un centre distant à un ou plusieurs aérodromes pour lesquels des services ATS locaux ne sont plus justifiables ni nécessaires, mais pour lesquels la présence d'une activité d'aviation représente des avantages économiques et sociaux pour l'économie locale. Ce concept peut en outre être appliqué dans des situations d'urgence et repose sur une meilleure conscience de la situation de l'aérodrome géré à distance.	
Principale incidence sur la performance, conformément au Doc 9854	KPA-02 – Capacité, KPA-03 – Rapport coût-efficacité; KPA-06 – Flexibilité; KPA-10 – Sécurité.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	TMA, descente, surface de l'aérodrome, départ.	
Considérations relatives à l'application	Le principal domaine d'application des services de tour de contrôle gérés à distance est celui des petits aérodromes ruraux fonctionnant avec des budgets très limités. Les aérodromes à services ATC et AFIS devraient en bénéficier. La solution de tour de contrôle d'urgence concerne principalement les aéroports moyens et grands, mais pas suffisamment grands pour être obligés d'avoir leur propre solution d'urgence (plan de contingence). Il s'agit des aéroports qui ont besoin d'une solution de remplacement des solutions de remplacement A-SMGCS « tête basse » ou pour lesquels il est important de maintenir le contact visuel. Bien qu'il soit économiquement faisable de fournir un service ATS à distance à un aérodrome unique, ce concept prend tout son sens lorsqu'il s'agit de fournir le service ATS à plusieurs aérodromes.	
Composant(s) du concept mondial, d'après le Doc 9854	CM – Gestion des conflits AO – Opérations aéroportuaires	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-13 : conception et gestion des aéroports GPI-15 : adaptation des capacités d'exploitation IMC et VMC GPI-9 : conscience de la situation	
Principales interdépendances	None	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt √ ou date prévue)
	État de préparation des normes	Est. 2018
	Disponibilité de l'avionique	Est. 2018
	Disponibilité de l'infrastructure	Est. 2018
	Disponibilité de l'automatisation au sol	Est. 2018
	Disponibilité des procédures	Est. 2018
	Approbations d'exploitation	Est. 2018

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Le concept des tours de contrôle gérées à distance vise à fournir des services ATS à un ou plusieurs aéroports à partir d'un centre qui n'est pas situé sur place.

1.1.2 Le principe de la tour de contrôle gérée à distance peut s'appliquer à un aéroport unique (services ATC ou AFIS) dont la tour de contrôle locale est remplacée par une installation à distance. Pour des aéroports multiples, il est possible de gérer les services de la tour de contrôle à partir d'une installation unique, située à distance, mais ce principe peut être appliqué à des aéroports plus grands qui ont besoin d'une capacité de secours en situation d'urgence. La figure ci-dessous illustre les différentes configurations possibles.



1.1.3 Le concept ne vise pas à modifier les services de la circulation aérienne offerts aux utilisateurs de l'espace aérien, ni à changer le niveau de ces services. Il s'agit plutôt d'offrir les mêmes services en profitant des nouvelles technologies et de méthodes de travail plus modernes.

1.1.4 La surveillance visuelle sera assurée par la reproduction à distance de la vue de la tour, en utilisant des capteurs d'information visuelle ou d'autres formes de capteurs. La reproduction visuelle peut être superposée à d'autres sources d'information, comme l'image d'un radar de surface, la surveillance radar, l'image d'un système de multilatération ou d'autres moyens de positionnement et de surveillance fournissant les positions des objets mobiles sur les aires de mouvements et à proximité de l'aéroport. Les données ainsi recueillies, qu'elles proviennent d'une source unique ou de sources multiples combinées, sont reproduites sur des écrans (moniteurs et affichage de données) ATCO/AFISO, par projection ou par des solutions techniques similaires.

1.1.5 La fourniture du service ATS à partir de la tour de contrôle locale (comme c'est le cas actuellement) présente certaines limitations sur certains aéroports du fait qu'il s'agit d'un point de vue unique à partir d'un endroit central élevé et que la vision peut être variable en fonction de la météo et de l'heure du jour (ciel clair, brouillard, etc.). La vision de la tour peut parfois occasionner certaines limitations de capacité qui sont acceptées dans le rôle « traditionnel » du contrôle de la circulation aérienne. Ces limitations peuvent être éliminées par des moyens de vision artificielle. De la même façon, l'information visuelle de la tour peut être captée et transmise à distance pour reproduire l'image vue d'une tour de contrôle traditionnelle, ce qui pourrait faciliter la transition du mode d'exploitation local actuel à l'exploitation à distance, en plus de fournir des points de référence communs. En variante, plusieurs

points de vue opérationnels peuvent être basés sur l'information visuelle captée en différents points de l'aérodrome, pas seulement en un point unique situé dans la tour d'origine. Ceci permettrait une meilleure conscience de la situation et un point de vue opérationnel « orientable » selon les besoins. Dans tous les cas, la reproduction d'images artificielles devrait améliorer la surveillance visuelle de la surface de l'aérodrome et des environs.

1.1.6 Avec la numérisation, c'est-à-dire le traitement informatique et le relais d'informations, il est possible d'améliorer la vision humaine. Cette solution permet en outre d'améliorer la conscience de la situation dans toutes les conditions de visibilité.

1.1.7 La suppression ou l'abandon des tours de contrôle locales pourrait être une bonne occasion pour standardiser des systèmes et des procédures disparates de façon à assurer un meilleur service à partir d'une installation partagée.

1.1.8 Lorsque plusieurs aérodromes sont gérés avec des installations partagées et des systèmes communs, il est possible d'avoir un meilleur accès à de l'information globale à l'échelle du système.

1.1.9 L'ATCO/AFISO n'aura pas la possibilité d'effectuer des tâches extérieures à la tour de contrôle, par exemple l'inspection physique des pistes. L'idée est que le personnel de contrôle/information se concentre sur les tâches purement ATS et que les autres tâches soient confiées à du personnel local de l'aérodrome.

1.1.10 Bien que ce ne soit pas une obligation, il sera possible de supprimer la tour de contrôle locale qui ne sera plus utilisée pour fournir des services ATC. Il n'est simplement plus nécessaire d'avoir une tour surélevée sur l'aérodrome. L'infrastructure (services, maintenance, etc.) qui accompagne ce genre de construction deviendra donc superflue. En remplacement, l'installation locale comprenant des systèmes et des capteurs sera entretenue (probablement moins souvent) par des équipes de maintenance centralisée. L'installation de contrôle à distance nécessitera évidemment sa propre maintenance, mais comme elle sera logée dans un bâtiment plus classique, disposant de ses propres systèmes et servitudes, on peut prévoir une réduction des frais généraux d'entretien.

1.2 Base de référence

1.2.1 Les tours de contrôle gérées à distance seront calquées sur les opérations et les services aéroportuaires locaux, tels qu'ils existent aujourd'hui.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Les services d'une tour de contrôle unique seront mis en place d'abord (à partir de 2012) et serviront de référence pour l'élaboration de tours multiples. Des services d'urgence ont déjà été mis en place dans certains aéroports et bénéficieront des technologies développées pour la gestion à distance des tours de contrôle.

1.3.2 À cet égard, la composante « vision de la tour de contrôle » de cette solution permettra d'améliorer les mesures d'urgence existantes, comme l'installation de contingence virtuelle de Londres Heathrow.

1.3.3 Les principaux points d'amélioration sont :

- a) la sécurité;
- b) l'abaissement des frais d'exploitation d'un aéroport;
- c) l'abaissement des coûts des services ATS pour les usagers de l'espace aérien;
- d) une meilleure productivité des ressources en personnel;
- e) un niveau plus élevé de standardisation et d'interopérabilité entre les systèmes et les procédures des aéroports gérés à distance;
- f) une meilleure conscience de la situation dans des conditions de mauvaise visibilité, grâce à l'installation d'équipements de vision artificielle;
- g) une capacité accrue dans des conditions de mauvaise visibilité;
- h) une capacité accrue dans des situations d'urgence (service de contingence).

1.4 **Élément 1 : Gestion à distance des services ATS pour un aéroport unique**

1.4.1 L'objectif de la gestion à distance d'un aéroport unique est d'offrir les services ATS définis dans les documents OACI 4444 et 9426, et dans le manuel EUROCONTROL sur les services AFIS offerts à partir d'un site distant. Toute la gamme des services ATS doit être offerte pour ne pas créer d'impacts négatifs (et éventuellement positifs) par rapport aux services ATS locaux. Les services ATS resteront généralement classés en deux grands ensembles : TWR (contrôle) et AFIS (information).

1.4.2 La principale différence est que le contrôleur ou l'agent d'information (ATCO/AFISO) ne sera plus physiquement présent à l'aéroport. Il se trouvera dans une autre tour de contrôle ou dans un centre de contrôle éloigné.

1.4.3 Il est probable qu'un centre de contrôle éloigné comprendra plusieurs modules de gestion de tour à distance, comparables aux positions de secteur d'un centre ACC/ATCC. Chaque module desservira à distance un ou plusieurs aéroports et comprendra un ou plusieurs postes de contrôleur, selon les besoins de l'aéroport. Le contrôleur pourra effectuer toutes les tâches ATS à partir de son poste de travail.

1.5 **Élément 2 : Gestion à distance des services pour des aéroports multiples**

1.5.1 L'objectif de la gestion centralisée des services ATS à plusieurs aéroports est de permettre à un même ATCO/AFISO situé à distance d'offrir les mêmes services ATS que les tours de contrôles locales des aéroports en question. Comme dans le cas de la gestion à distance d'un seul aéroport, toute la gamme des services ATS doit être offerte pour ne pas créer d'impacts négatifs (et éventuellement positifs) par rapport aux services ATS locaux et les services ATS resteront généralement classés en deux grands ensembles : TWR (contrôle) et AFIS (information).

1.5.2 La gestion à distance des services ATS de plusieurs aéroports peut se faire de différentes manières en fonction de plusieurs facteurs. Le principe général et central est que le même ATCO/AFISO assurera les services ATS à distance pour plusieurs aéroports. Plusieurs contrôleurs et agents d'information (personnel ATS) peuvent être regroupés dans un centre commun offrant plusieurs postes de travail. Ce centre peut être éloigné de chacun des aéroports desservis ou peut se trouver dans l'un des aéroports.

1.5.3 Les autres facteurs à prendre en considération pour la gestion à distance de l'ATS de plusieurs aéroports comprennent :

- gestion des ressources – équilibrage de l'importance des équipes de contrôle en fonction du nombre d'aéroports, de la demande de trafic et du maximum que peut gérer un seul ATCO/AFISO;
- postes de travail de contrôleur – le nombre et la configuration des [postes de travail](#) du centre de gestion à distance. Il peut y avoir un poste de travail par aéroport, un poste pour plusieurs aéroports ou plusieurs postes se partageant le service d'un même aéroport (pour les grands aéroports seulement);
- modes opératoires – il est prévu que l'[ATCO/AFISO](#) sera capable de fournir des services ATS à un plus grand nombre d'aéroports lorsqu'il n'y a pas de mouvements d'aéronef, bien que l'espace aérien établi exige le maintien des services ATS. Si le trafic augmente, il est toujours possible de diminuer le nombre d'aéroports desservis par un même ATCO/AFISO;
- gestion du trafic aérien – la possibilité de gérer à la fois le trafic IFR et VFR nécessite une gestion de la demande et un équilibrage de la capacité. La coordination des créneaux et la synchronisation du trafic entre plusieurs aéroports bénéficieront considérablement de ce regroupement de plusieurs tours en réduisant les occasions où plusieurs aéroports enregistrent simultanément des mouvements d'aéronefs;
- regroupement des aéroports – il faudra choisir les aéroports qui peuvent être desservis en parallèle par un seul ATCO/AFISO;
- contrôle des approches – le contrôle des approches est assuré par des contrôleurs ATCO/AFISO gérant plusieurs aéroports, ou par un contrôleur d'approche spécialisée, ou par une combinaison des deux;
- chacun des facteurs ci-dessus comporte plusieurs options et c'est la combinaison de ces options pour un groupe d'aéroports donné qui déterminera la composition du centre de contrôle.

1.6 Éléments 3 : Fourniture à distance des services ATS en situation d'urgence

1.6.1 L'objectif de ce service est d'appliquer les principes utilisés dans la gestion ATS à distance à des installations de secours et à une solution d'urgence pour des aéroports ayant des densités de trafic moyennes à élevées, dans les situations où la tour de contrôle principale (locale) n'est plus en mesure d'assurer son service ATS, ce qui crée une situation d'urgence (plan de contingence).

1.6.2 L'installation de gestion à distance d'un aéroport peut servir de moyen de secours et la tour à distance peut offrir des services de substitution sans compromettre la sécurité et à des coûts raisonnables dans les situations suivantes :

- nécessité d'opérations visuelles;
- couverture radar indisponible;
- systèmes comme l'A-SMGCS, indisponibles.

1.6.3 Ce service offre une solution économique aux systèmes utilisés par les grands aéroports (par exemple, basés sur A-SMGCS). Il peut aussi assurer à des aéroports petits et moyens (ceux qui ne disposent généralement pas d'une solution d'urgence « traditionnelle ») de faire face ou d'améliorer leurs obligations à l'égard des règlements SES européens, CR §8.2 [Traduction] « Un ANSP doit avoir mis en

place des plans d'urgence pour tous les services qu'il fournit en cas d'événements entraînant une dégradation importante ou une interruption de ces services ».

2. AMÉLIORATIONS OPÉRATIONNELLES ESCOMPTÉES

2.1 Les métriques d'évaluation du succès de ce module sont proposées dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Capacité</i>	La capacité peut être augmentée par l'utilisation de techniques d'amélioration numérique lorsque la visibilité est faible.
<i>Efficacité</i>	On peut espérer des gains d'efficacité dans trois domaines principaux. Le premier est l'aspect économique décrit ci-après sur une utilisation plus efficace des équipements et des ressources procurant un service équivalent à moindre coût. Le second domaine est lié à la possibilité d'utiliser des technologies nouvelles pour offrir les services. Enfin, l'amélioration numérique peut être utilisée pour maintenir le débit dans des conditions de visibilité réduite, ce qui permet de mieux utiliser la capacité disponible.
<i>Coûts-efficacité</i>	Les avantages sont liés à la fourniture de services de la circulation aérienne à partir d'installations hors site. Pour les aérodromes gérés individuellement, ces installations seront plus économiques à entretenir, resteront opérationnelles pendant de plus longues périodes et permettront de réaliser des économies de personnel (en centralisant la formation et les ressources). Pour des aérodromes multiples gérés à distance, les gains seront essentiellement liés au fait qu'un plus grand nombre d'aérodromes pourront être gérés avec moins d'installations locales et un plus petit nombre de contrôleurs.
<i>Flexibilité</i>	La flexibilité peut être accrue par l'élargissement de l'horaire des services que permet la gestion à distance des opérations.
<i>Sécurité</i>	Des services de la circulation aérienne (installations et personnel) gérés à distance assureront des niveaux de sécurité équivalents, ou même supérieurs, à ceux des services locaux. L'application des technologies numériques au niveau de la vision artificielle peut procurer une meilleure sécurité par visibilité réduite.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	Les évaluations économiques faites dans le cadre de recherches sur la gestion à distance des tours de contrôle ont démontré qu'il existait des possibilités de réduction des coûts. Comme la gestion à distance n'est pas encore opérationnelle, ces analyses sont basées sur des hypothèses qui ont été élaborées par un groupe de travail constitué d'experts reconnus et peuvent donc constituer une base de travail raisonnable. Les coûts associés à la gestion à distance comprennent l'acquisition et l'installation des équipements nécessaires. Il y a également des investissements à faire dans de nouveaux équipements et dans l'adaptation des bâtiments. Les frais de fonctionnement pourront être facturés sous la forme de location des installations, de frais de réparation et d'entretien, et de location de liaisons de communication. Il y aura également certains frais de transition, comme la formation complémentaire du personnel, la réorganisation des équipes et les frais de déménagement. Au chapitre des gains, la mise en œuvre de la gestion à distance des tours aura des effets positifs. Une partie importante de ces économies est due à la réduction

	des effectifs des équipes de contrôleurs. Une analyse antérieure faisait ressortir une réduction des coûts de personnel de dix à trente-cinq pour cent, selon le scénario adopté. D'autres économies résulteront de la réduction des investissements, particulièrement le fait de ne pas avoir à remplacer et à entretenir les tours de contrôle et leur équipement sans parler des frais d'exploitation des tours locales. L'analyse économique de la gestion à distance des tours fait ressortir des avantages financiers substantiels pour l'ANSP. D'autres analyses de rentabilité seront conduites au cours des années 2012 et 2013 pour une gamme de scénarios d'application (tour unique, tours multiples et plans de contingence).
--	--

3. **PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)**

3.1 Ce concept vise à maintenir autant des procédures air et sol actuelles que possible. Les services de la circulation aérienne fournis resteront les mêmes et ne devraient pas avoir d'impact sur les usagers de l'espace aérien.

3.2 Certaines méthodes d'exploitation nouvelles pourraient être nécessaires pour les tâches extérieures aux activités actuelles de la tour. L'ATCO/AFISO ne sera plus en mesure de procéder à des tâches autres que le contrôle, par exemple l'inspection physique des pistes. L'idée est de centrer l'activité des contrôleurs sur les tâches purement ATS, les autres tâches étant considérées comme secondaires ou pouvant être effectuées par du personnel local de l'aérodrome.

3.3 De nouvelles procédures de sauvegarde sont nécessaires dans l'éventualité d'une panne partielle ou complète du centre de gestion à distance. En cas de panne complète, il n'est pas question d'opérations réduites. Tous les services ATS seront suspendus jusqu'à une reprise au moins partielle du système et la seule solution est de dérouter le trafic vers d'autres aérodromes.

3.4 En cas de panne partielle, on peut envisager un scénario de service réduit calqué sur les procédures existantes. Par exemple, la perte de la reproduction visuelle (affichage) peut être assimilée à une situation de visibilité réduite pour une tour locale. En conséquence, la procédure de perte de visibilité locale peut être adaptée à ces circonstances. Cependant, ceci n'est applicable que lorsque les procédures d'urgence n'imposent pas une solution locale.

4. **FONCTIONNALITÉS REQUISES AU NIVEAU DES SYSTÈMES**

4.1 **Systèmes au sol**

4.1.1 Pour la gestion à distance des tours de contrôle, la principale technologie à développer est celle des caméras de télésurveillance. Les caméras et les moyens d'affichage doivent être développés pour produire une image uniforme perçue comme réaliste, avec le niveau de qualité et d'information nécessaires pour assurer des services ATS sûrs et efficaces. D'autres technologies pour les postes de travail et les interfaces humain-machine doivent créer une méthode acceptable pour l'interaction avec les systèmes de gestion à distance et le poste de travail du contrôleur dans son ensemble.

4.1.2 La conscience de la situation repose sur la disposition des capteurs de surveillance visuelle afin d'offrir la qualité visuelle nécessaire par des techniques de vision nocturne et d'amélioration de l'image, en y ajoutant des couches graphiques pour l'information de poursuite, les données météorologiques, les valeurs de portée visuelle, l'état de l'éclairage au sol, etc.

4.1.3 Sauf pour la mise en œuvre des capteurs et des installations de l'aérodrome, il faudra prévoir des capacités de communication adéquate entre les aérodromes et le centre de gestion à distance.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 L'identification des facteurs humains à prendre en considération est un aspect important de la définition des processus et des procédures du présent module. Il va falloir étudier en particulier l'interface humain-machine pour les moyens informatiques à mettre en place pour cet effort d'amélioration des performances et, si besoin est, prévoir des stratégies de contrôle des risques par la formation, l'éducation et la redondance.

5.2 Besoins de formation et de qualification

5.2.1 Les besoins de formation aux normes et aux procédures opérationnelles seront identifiés dans le cadre du développement des SARP nécessaires pour la mise en œuvre de ce module. De même, les exigences de qualification seront identifiées et incluses dans les aspects réglementaires de ce module, lorsqu'elles seront connues.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : à déterminer.
- Plans d'approbation : à déterminer.

6.1 Discussion

6.1.1 Il existe déjà du matériel sur la fourniture des services ATS en situation d'urgence, mais pas pour les solutions offertes par le présent concept. La gestion à distance des services ATS ne fait l'objet pour le moment d'aucune réglementation ou normalisation. Il va donc falloir évaluer, élaborer et approuver du matériel approprié avant la mise en opérations.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

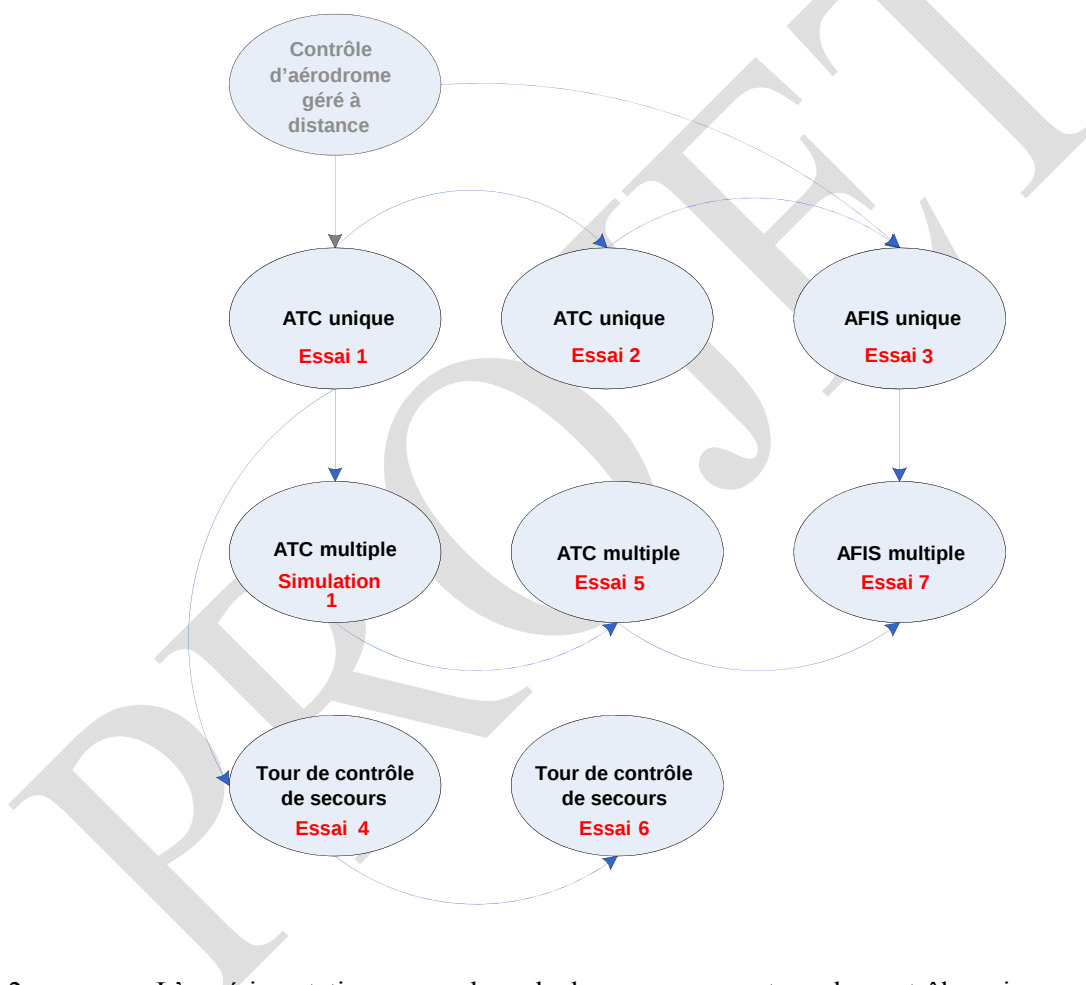
7.1 Utilisation actuelle

7.1.1 Il n'y a pas actuellement d'applications opérationnelles des tours de contrôle gérées à distance en situation normale. Certains aéroports possèdent des installations d'urgence, mais aucune ne prévoit la vision à distance.

7.1.2 **Europe** : la mise en œuvre de ce projet en Suède remonte à 2011 pour les aéroports de Sundsvall et Örnsköldsvik. Le système, développé conjointement par Saab et LFV, devrait être installé et testé en 2012 en vue d'une mise en service opérationnelle en 2012/2013. Le trafic aérien des aéroports de Sundsvall et Örnsköldsvik sera alors géré à partir d'un centre ATC commun implanté à Sundsvall.

7.2 Activités prévues ou en cours

7.2.1 Pour appuyer la mise en œuvre et les futurs développements, plusieurs essais sont prévus au cours de la période 2011 à 2014. Divers environnements opérationnels ont été choisis en Suède (ATC), en Norvège (AFIS) et en Australie. Des méthodes et des procédures d'essai adaptées à l'environnement seront élaborées. Le schéma ci-dessous illustre la planification de ces essais.



7.2.2 L'expérimentation en mode « shadow » pour une tour de contrôle unique se déroulera en 2011 et 2012.

7.2.3 Une simulation en temps réel de service de tour pour des aéroports multiples se déroulera en 2012, suivi d'une expérimentation en mode shadow en 2013 et 2014. L'expérimentation du concept pour le service d'urgence se fera en 2013-2014.

7.2.4 **États-Unis** : une expérimentation en mode shadow s'est déroulée en 2011 dans des tours opérationnelles pour la desserte d'un seul aéroport.

7.2.5 **Europe** : une expérimentation en conditions réelles a été conduite en 2011 pour la gestion de l'ATS de l'aéroport d'Ängelholm, à partir du centre ATC de Malmö (expérimental). Des travaux de recherche et de développement sur la gestion à distance des tours, avec des tests de faisabilité sur des opérations nominales et non nominales, ainsi que des essais de faisabilité technique pour l'obtention d'une image réaliste de la situation du trafic et de l'environnement opérationnel d'un seul aéroport, avec présentation de l'image à un centre distant.

7.2.6 D'autres expérimentations de fourniture à distance de services ATS à un aéroport en situation d'urgence sont prévus au cours de la période 2012-2014.

7.2.7 Des expériences de fourniture à distance de services ATS en parallèle à des aéroports multiples à partir d'un centre de contrôle unique seront également conduites au cours de la période 2012-2014.

Domaine d'amélioration des performances 2 : Interopérabilité mondiale des systèmes et des données — par la gestion de l'information et l'interopérabilité dans l'ensemble du système (SWIM), à l'échelle mondiale

Continuum : FF/ICE

PROJET

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE N° B0-25 : INTEROPÉRABILITÉ, EFFICACITÉ ET CAPACITÉ ACCRUES
GRÂCE À L'INTÉGRATION SOL-SOL**

Résumé	Pour améliorer la coordination entre les organismes des services de la circulation aérienne (ATSU) au moyen des communications de données entre installations ATS (AIDC) définies par l'OACI dans le <i>Manuel des applications de la liaison de données aux services de la circulation aérienne</i> (Doc 9694). Le transfert des communications en environnement de liaison de données accroît l'efficacité de ce processus en particulier pour les ATSU océaniques.	
Principale incidence sur la performance conformément au Doc 9854	KPA-02 – Capacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-07 – Interopérabilité mondiale, KPA-10 – Sécurité.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Toutes les phases de vol et tous les types d'organisme ATS.	
Applicabilité	Applicable à au moins deux centres de contrôle régional (ACC) chargés d'un espace aérien en route et/ou de région de contrôle terminale (TMA). Les avantages augmenteront en fonction du nombre d'ACC consécutives participantes.	
Composant(s) du concept mondial d'après le Doc 9854	CM – gestion des conflits	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-16 : Systèmes d'aide à la décision	
Principaux liens d'interdépendance	Lien avec le module B0-40	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt maintenant ou vers [date])
	État de préparation des normes	√
	Disponibilité de l'avionique	S/O
	Disponibilité des systèmes au sol	√
	Procédures disponibles	√
	Approbations d'exploitation	√

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Les vols qui reçoivent des services de la circulation aérienne sont transférés d'un organisme des services de la circulation aérienne (ATS) à l'organisme ATS suivant d'une manière conçue pour assurer la sécurité. À cette fin, la procédure normalisée veut que le passage de chaque vol d'une zone de responsabilité à une autre soit coordonné au préalable entre les organismes concernés et que le contrôle du vol soit transféré lorsque l'aéronef atteint la limite entre les zones de responsabilité ou qu'il en est proche.

1.1.2 Dans les cas où elle s'effectue par téléphone, la transmission de données sur un vol dans le cadre du processus de coordination est une tâche majeure pour les organismes ATS, en particulier dans les centres de contrôle régional (ACC). L'utilisation opérationnelle de connexions entre les systèmes de

traitement des données de vol (FDPS) des ACC en remplacement de la coordination par téléphone [échange de données en direct (OLDI)] a déjà fait ses preuves en Europe.

1.1.3 Cette activité est maintenant pleinement intégrée dans les messages de communication de données entre installations ATS (AIDC), visés par le document des *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien* (PANS-ATM, Doc 4444), qui décrit les types et la teneur des messages à utiliser pour les communications opérationnelles entre les systèmes informatiques des organismes ATS. Ce type de transfert de données (AIDC) servira de base à la migration des communications de données au réseau de télécommunications aéronautiques (ATN).

1.1.4 Le module AIDC vise à améliorer le débit du trafic en permettant à des organismes ATS voisins d'échanger automatiquement des données sur les vols au moyen de messages de coordination et de transfert.

1.1.5 Grâce à la plus grande précision des messages basés sur l'information de trajectoire à jour contenue dans le système et renforcée, quand c'est possible, par des données de surveillance, les contrôleurs disposent de renseignements plus fiables sur les conditions dans lesquelles les aéronefs entreront dans l'espace aérien sous leur juridiction, ce qui réduit la charge de travail liée à la coordination et au transfert du vol. La précision accrue et l'intégrité des données permettent d'appliquer en sécurité des séparations réduites.

1.1.6 Combinées aux applications de liaison de données air-sol, les AIDC permettent aussi le transfert de l'information de connexion des aéronefs et l'établissement en temps opportun des communications contrôleur-pilote par liaison de données (CPDLC) avec le prochain organisme de contrôle de la circulation aérienne (ATC).

1.1.7 Les améliorations exposées ci-dessus se sont traduites directement par des augmentations de performance.

1.1.8 Les échanges d'information entre systèmes de traitement de données de vol s'effectuent entre organismes ATS aux fins de la notification, de la coordination et du transfert des vols ainsi que de la coordination civilo-militaire. Leur interopérabilité dépend de protocoles de communication appropriés et harmonisés.

1.1.9 Les échanges d'information s'appliquent aux :

- a) systèmes de communication appuyant les procédures de coordination entre organismes ATS qui utilisent un mécanisme de communication entre homologues et fournissent des services à la circulation aérienne générale ;
- b) systèmes de communication appuyant les procédures de coordination entre organismes ATS et unités de contrôle militaires qui utilisent un mécanisme de communication entre homologues.

1.2 Base de référence

1.2.1 La base de référence pour ce module est la coordination traditionnelle par téléphone et les séparations aux procédures et/ou en distance/temps au radar.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Le module met à disposition un ensemble de messages permettant d'indiquer par voie électronique des conditions uniformes pour le transfert de vols aux limites entre les zones de responsabilité d'organismes ATS. Il consiste à mettre en œuvre l'ensemble de messages AIDC dans les systèmes de traitement des données de vol (FDPS) des différents organismes ATS concernés et à créer une lettre d'accord (LoA) entre ces organismes pour fixer les paramètres appropriés.

1.3.2 Les conditions préalables pour ce module, qui seront généralement réalisées avant la mise en œuvre, sont un système ATC avec fonctionnalité de traitement des données de vol et un système de traitement de données de surveillance reliés l'un à l'autre.

1.4 Autres remarques

1.4.1 Ce module est une première étape vers des échanges plus complexes de renseignements sur des trajectoires 4D entre systèmes au sol et entre systèmes air et systèmes sol, conformément au *Concept opérationnel d'ATM mondiale* (Doc 9854).

2. AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE VISÉE

2.1 Les paramètres pour déterminer le succès du module sont proposés dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Capacité</i>	Réduction de la charge de travail des contrôleurs et renforcement de l'intégrité des données appuyant des séparations réduites, qui se traduiront directement par des augmentations de débit entre secteurs ou aux limites des zones de responsabilité.
<i>Efficacité</i>	Une séparation réduite peut aussi permettre d'offrir plus souvent des niveaux de vol plus proches du niveau optimal pour le vol, ce qui pourrait, dans certains cas, réduire aussi l'attente en route.
<i>Interopérabilité mondiale</i>	Homogénéité : l'emploi d'interfaces normalisées réduit les coûts de développement, permet aux contrôleurs de la circulation aérienne d'appliquer les mêmes procédures aux limites des zones de responsabilité de tous les centres participants et rend le franchissement des limites plus transparents pour les vols.
<i>Sécurité</i>	Meilleure connaissance de données de plan de vol plus précises.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	Augmentation du débit aux limites des zones de responsabilité des organismes ATS et réduction de la charge de travail des contrôleurs qui compenseront le coût des modifications logicielles des FDPS. Le bilan de rentabilité dépend de l'environnement.

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 Les procédures requises existent. Elles nécessitent une analyse locale des débits spécifiques et devraient être énoncées dans une lettre d'accord entre les organismes ATS concernés ; l'expérience acquise par d'autres régions peut être utile.

4. CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME

4.1 Avionique

4.1.1 Pas d'exigence spécifique en ce qui concerne l'avionique.

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 La technologie est disponible. Il s'agit de mettre en œuvre l'ensemble de messages AIDC dans le traitement des données de vol ; on pourrait utiliser la norme de réseau sol RSFTA-AMHS ou ATN. L'Europe procède actuellement à une mise en œuvre au format ADEXP sur réseaux IP de grande étendue.

4.2.2 La technologie prévoit aussi, pour les ATSU océaniques, une fonction appuyant le transfert de la communication par liaison de données.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 L'interopérabilité au sol réduit les échanges vocaux entre contrôleurs, de même que la charge de travail. Un système prenant en charge une interface homme-machine (HMI) convenant aux contrôleurs est nécessaire.

5.1.2 Les facteurs humains ont été pris en considération lors de l'élaboration des processus et procédures liés à ce module. Pour les endroits où l'on fera appel à l'automatisation, la HMI a été examinée à la fois du point de vue fonctionnel et du point de vue ergonomique (voir les exemples à la section 6). Cela dit, des défaillances latentes sont encore possibles, et la vigilance est de mise dans toutes les activités de mise en œuvre. De plus, il est important que les questions relatives aux facteurs humains qui seront mises en évidence au cours de la mise en œuvre soient signalées à la communauté internationale par l'intermédiaire de l'OACI dans le cadre de toute initiative de compte rendu de sécurité.

5.2 Exigences en matière de formation et de qualification

5.2.1 Pour tirer parti le plus possible de l'aide automatisée, une formation sur les normes et procédures d'exploitation sera nécessaire (voir les **documents de référence, à la section 8 du présent module**). **De même, les qualifications requises sont indiquées dans les dispositions en matière de réglementation, à la section 6, qui font partie intégrante de la mise en œuvre de ce module.**

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : utilisent des critères publiés existants, notamment :
 - a) le Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien* ;
 - b) le règlement (CE) n° 552/2004, de l'Union européenne.

- Plans d'approbation : à déterminer suite à un examen régional des communications de données entre installations ATS (AIDC).

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Même si elles sont déjà appliquées dans plusieurs régions, il faut parachever les SARP actuelles pour améliorer l'harmonisation et l'interopérabilité. Pour l'application de liaison de données océanique, les Régions Atlantique Nord (NAT) et Asie et Pacifique (APAC) (cf. ISPACG PT/8-WP.02-GOLD) ont défini un certain nombre de procédures et messages de coordination communs entre centres océaniques (CPDLC ADS-C).

7.2 Utilisation actuelle

- **Europe** : obligatoire pour les échanges entre organismes ATS.
http://europa.eu/legislation_summaries/transport/air_transport/124070_en.htm

La Commission européenne a émis des directives sur l'interopérabilité du réseau européen de gestion du trafic aérien qui concernent la coordination et le transfert (COTR) de vols entre organismes ATS [règlement (CE) 1032/2006] et l'échange de données de vol entre organismes ATS à l'appui de la liaison de données air-sol [règlement (CE) 30/2009]. Base : normes OLDI-Ed 4.2 et ADEXP-Ed 3.1.

- **EUROCONTROL** : Spécification des exigences d'interopérabilité et de performance pour le protocole de transfert des messages de vol (FMTP). L'ensemble disponible de messages permettant de désigner et de négocier par voie électronique des conditions uniformes pour le transfert de vols aux limites des zones de responsabilité des centres a servi à des essais en Europe, en 2010, dans le cadre de l'initiative FASTI d'EUROCONTROL.
- **Inde** : La mise en œuvre des AIDC avance dans l'espace aérien indien, en vue de favoriser une meilleure coordination entre centres ATC. De grands aéroports et centres ATC indiens se sont dotés de systèmes d'automatisation ATS offrant une capacité AIDC. Une fonctionnalité AIDC est opérationnelle entre les ACC de Mumbai et Chennai. Les AIDC seront mises en œuvre en Inde d'ici 2012. Des essais AIDC sont en cours entre Mumbai et Karachi (Pakistan) et prévus entre l'Inde et Muscat en coordination avec Oman.
- **AIDC** : en usage dans la Région Asie et Pacifique, en Australie, en Nouvelle-Zélande, en Indonésie, etc.

7.3 Activités prévues ou en cours

7.3.1 À déterminer.

7.4 Actuellement en exploitation

7.4.1 À déterminer.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

- Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien* (PANS-ATM, Doc 4444), Appendice 6 – *Messages de communications de données entre installations ATS (AIDC)*
- Doc 9880 de l'OACI, *Manual on Detailed Technical Specifications for the Aeronautical Telecommunication Network (ATN) using ISO/OSI Standards and Protocols*, Partie II — *Ground-Ground Applications — Air Traffic Services Message Handling Services (ATSMHS)*.

8.2 Procédures

8.2.1 À déterminer.

8.3 Éléments indicatifs

- Doc 9694 de l'OACI, *Manuel des applications de la liaison de données aux services de la circulation aérienne (ATS)*, Partie VI ;
 - GOLD Global Operational Data Link Document (APANPIRG, NAT SPG), juin 2010 ;
 - Pan Regional Interface Control Document for Oceanic ATS Interfacility Data Communications (PAN ICD) Coordination Draft Version 0.3, 31 août 2010 ;
 - Asia/Pacific Regional Interface Control Document (ICD) for ATS Interfacility Data Communications (AIDC), disponible sur le site http://www.bangkok.icao.int/edocs/icd_aidc_ver3.pdf, Bureau régional Asie/Pacifique de l'OACI ;
 - Norme d'EUROCONTROL sur l'échange de données en direct (OLDI) ; norme d'EUROCONTROL sur la présentation de l'échange de données ATS (ADEXP).
-

**MODULE N° B1-25 : INTEROPÉRABILITÉ, EFFICACITÉ ET CAPACITÉ ACCRUES
GRÂCE À LA PHASE 1 DU CONCEPT FF-ICE (APPLICATION AVANT DÉPART)**

Résumé	Mise en œuvre de la phase 1 (application aux activités avant départ) du concept FF-ICE, qui permettra des échanges sol-sol utilisant le modèle normalisé d'échange d'informations sur les vols (FIXM) et le langage de balisage extensible (XML).
Principale incidence sur la performance conformément au Doc 9854	KPA-02 – Capacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-06 – Flexibilité, KPA-07 – Interopérabilité mondiale, KPA-08 – Participation de la communauté ATM, KPA-10 – Sécurité.
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Phase de planification
Applicabilité	Applicable entre organismes ATS pour faciliter les échanges entre prestataires de service ATM (ASP), usagers de l'espace aérien et exploitants d'aéroports.
Composant(s) du concept mondial d'après le Doc 9854	DCB – équilibrage de la demande et de la capacité CM – gestion des conflits
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-6 : ATFM GPI-7 : Gestion dynamique et flexible des routes GPI-16 : Systèmes d'aide à la décision
Principaux liens d'interdépendance	Suite des modules B0-25 et B0-30 (AIXM) Lien avec les modules B1-30 (AIRM) et B1-31 (SWIM)
Liste de contrôle de l'état de préparation	État (prêt maintenant ou vers [date])
	État de préparation des normes 2016 (est.)
	Disponibilité de l'avionique S/O
	Disponibilité des systèmes au sol 2018 (est.)
	Procédures disponibles 2018 (est.)
	Approbations d'exploitation 2018 (est.)

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 La phase 1 du concept FF-ICE vise à permettre un meilleur partage de l'information de vol avant le départ, ce qui améliorera la soumission et la modification des plans de vol et servira aussi la gestion des courants de trafic aérien (ATFM) avant le vol, en facilitant le partage des renseignements sur les vols entre tous les acteurs (usagers de l'espace aérien, aéroports et ASP).

1.2 Base de référence

1.2.1 La base de référence pour ce module est l'actuel processus de soumission des plans de vol (FPL) utilisant les messages OACI normalisés FPL/2012 (Amendement n° 1 des PANS-ATM), l'échange automatisé normalisé d'information au moyen d'un ensemble de messages et la nécessité limitée d'une coordination vocale directe (B0-25).

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Ce module met en œuvre la phase 1 du concept FF-ICE (application aux activités avant départ).

1.3.2 Les SARP de l'OACI pour la phase 1 du concept FF-ICE seront élaborées par des groupes de l'Organisation entre 2012 et 2015. Elles faciliteront l'échange des renseignements liés aux plans de vol, ce qui accroîtra la flexibilité de la soumission, de la modification et de la publication des données de vol.

1.3.3 L'objectif de la phase 1 du concept FF-ICE est de préparer la transition vers la mise en œuvre intégrale du concept FF-ICE. Cette préparation consiste à introduire :

- a) un identificateur de vol mondialement unique (GUFI) ;
- b) un modèle de données commun, à savoir le modèle d'échange d'informations sur les vols (FIXM), dans le contexte de la transition générale au langage de balisage extensible/langage de balisage géographique (XML/GML) pour l'information aéronautique et météorologique ;
- c) des rôles, règles et procédures de base pour la soumission et la tenue à jour des renseignements FF-ICE, y compris des dispositions pour le partage avancé de l'information de trajectoire.

1.3.4 L'emploi du nouveau modèle facilitera l'évolution de la teneur du FPL en vue de l'introduction de nouvelles données et de la satisfaction de besoins régionaux spécifiques.

1.3.5 Les modifications prévues par la phase 1 du concept FF-ICE sont les suivantes :

- a) prise en charge de la fourniture avancée de l'information d'intention de vol ;
- b) soutien de l'échange d'information de trajectoire 4D entre AOC et ASP ;
- c) nouveau modèle pour les renseignements sur les vols et les flux de trafic utilisant le protocole Internet et le XML ;
- d) identificateur de vol mondialement unique (GUFI) ;
- e) éléments d'information de la phase 1 du concept FF-ICE.

1.3.6 Les services prévus concernant la soumission et la gestion de l'information de vol dans le cadre de la phase 1 du concept FF-ICE sont les suivants :

- a) soumission initiale ;
- b) validation ;
- c) attribution d'un GUFI (après la soumission initiale) ;

- d) création de la trajectoire nominale (à défaut d'une trajectoire définie par l'utilisateur) ;
- e) négociation de l'information de vol (pour résoudre les conflits entre vols d'utilisateurs de l'espace aérien et tenir compte des contraintes) ;
- f) mise à jour de l'information de vol (modifier ou ajouter des renseignements sur le vol) ;
- g) accusé de réception/rejet ;
- h) publication de l'information de vol ;
- i) abonnement à l'information de vol ;
- j) annulation de l'information de vol ;
- k) suspension du vol ;
- l) information de vol.

1.4 Autres remarques

1.4.1 Ce module est une première étape vers des échanges plus complexes de renseignements sur des trajectoires 4D entre systèmes au sol et entre systèmes air et systèmes sol, conformément au *Concept opérationnel d'ATM mondiale* (Doc 9854).

2. AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE VISÉE

2.1 Les paramètres pour déterminer le succès du module sont proposés dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Capacité</i>	Réduction de la charge de travail des contrôleurs ATC et renforcement de l'intégrité des données appuyant des séparations réduites, qui se traduiront directement par des augmentations de capacité/débit entre secteurs ou aux limites entre les zones de responsabilité.
<i>Efficacité</i>	Meilleure connaissance des possibilités des aéronefs permettant des trajectoires plus proches des trajectoires privilégiées par les usagers ainsi qu'une meilleure planification.
<i>Flexibilité</i>	La phase 1 du concept FF-ICE permet une adaptation plus rapide aux changements de route.
<i>Interopérabilité mondiale</i>	L'emploi d'un nouveau mécanisme pour le dépôt des plans de vol et l'échange des renseignements faciliteront le partage des données de vol entre les acteurs.
<i>Participation de la communauté ATM</i>	La phase 1 du concept FF-ICE pour application sol-sol facilitera la prise de décision en collaboration (CDM), la mise en œuvre ou l'interconnexion des systèmes en vue du partage des renseignements et la négociation des trajectoires ou des créneaux avant le départ, ce qui permettra une meilleure utilisation de la capacité et une plus grande efficacité des vols.

<i>Sécurité</i>	Renseignements de vol plus précis.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	Le coût des modifications logicielles à apporter aux systèmes sol des prestataires du service ATM (ASP), des centres d'opérations des compagnies aériennes et des aéroports doit être équilibré par les nouveaux services.

3. **PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)**

3.1 La phase 1 du concept FF-ICE exigera d'apporter d'importantes modifications aux procédures de soumission de l'information de vol, de l'intention initiale à l'ensemble complet de données avant le départ, ainsi que le partage et l'utilisation de ces données par les acteurs [exploitants d'aéroports, services de la circulation aérienne (ATS), gestion des courants de trafic aérien (ATFM)].

3.2 Les normes et pratiques recommandées (SARP) et les principes d'utilisation applicables à la phase 1 du concept FF-ICE doivent être élaborés.

4. **CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME**

4.1 **Avionique**

4.1.1 Il n'y a pas d'exigence spécifique concernant l'avionique. Cela dit, l'emploi d'une sacoche de vol électronique avec une connexion haute vitesse, en particulier quand l'aéronef est au sol, pourrait faciliter le partage de l'information FF-ICE avec l'AOC et l'ASP.

4.2 **Systèmes au sol**

4.2.1 Les fonctionnalités sol de l'ATC concernant l'information de vol devront être actualisées de manière à répondre aux besoins de la phase 1 du concept FF-ICE.

4.2.2 Les systèmes des usagers de l'espace aérien devront être modifiés de manière à prendre en charge la fourniture de l'information FF-ICE aux prestataires de services de navigation aérienne (ANSP).

5. **PERFORMANCES HUMAINES**

5.1 **Considérations relatives aux facteurs humains**

5.1.1 La détermination de considérations liées aux facteurs humains est un élément habilitant important dans la définition des processus et procédures de ce module. En particulier, l'interface homme-machine de la partie automatisée de cette amélioration des performances devra être prise en compte et, au besoin, accompagnée de stratégies d'atténuation des risques (formation, sensibilisation, redondance, etc.).

5.2 **Exigences en matière de formation et de qualification**

5.2.1 Une formation sur les nouvelles procédures et les modifications apportées aux données de vol est nécessaire pour les personnes chargées de fournir l'information de vol et pour ceux qui utiliseront cette information.

5.2.2 Une formation sur les normes et procédures d'exploitation sera établie en parallèle avec les normes et pratiques recommandées nécessaires à la mise en œuvre de ce module. De même, les qualifications requises seront déterminées et prises en compte dans les règlements relatifs à l'état de préparation pour ce module quand elles seront disponibles.

6. **BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)**

- Réglementation/normalisation : utilisation des critères publiés existants (voir la section 8.4). De nouvelles SARP sont nécessaires pour le concept FF-ICE à ce stade.
- Plans d'approbation : à déterminer suite à un examen régional des AIDC avancées et du concept FF-ICE.
- Analyse : pour les AIDC avancées, des éléments de l'OACI sont disponibles (PANS-ATM, ATN). Les régions devraient envisager d'imposer les AIDC. Des moyens de conformité sont également indiqués dans la norme OLDI d'EUROCONTROL et les règlements de l'UE [règle de mise en œuvre sur la coordination et le transfert (CE 1032/2006)].
- Pour la phase 1 du concept FF-ICE, des SARP devraient être élaborées et validées (cf. tâches ATMRPP, réf. ATM001).

7. **ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)**

7.1 **Utilisation actuelle**

7.1.1 Aucune à ce stade.

7.2 **Essais prévus ou en cours**

- SESAR : validation de l'objet-vol en cours dans le cadre des projets SESAR 10.2.5 et 4.3 ; achèvement prévu entre 2011 et 2013.
- La phase 1 du concept FF-ICE pourrait être considérée comme faisant partie des WP/8 et WP/14 du programme SESAR dans le développement de l'AIRM.
- États-Unis – un FIXM à fonctionnalité FF-ICE complète normalisée sera disponible d'ici 2018.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Documents de référence B0-25 :

- Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien* (PANS-ATM, Doc 4444), Appendice 6 – *Messages de communications de données entre installations ATS (AIDC)*.
- Doc 9880 de l'OACI, *Manual on Detailed Technical Specifications for the Aeronautical Telecommunications Network (ATN) using ISO/OSI Standards and Protocols*, Partie II – *Ground-ground Applications – Air Traffic Services Message Handling Services (ATSMHS)*.
- Doc 9694 de l'OACI, *Manuel des applications de la liaison de données aux services de la circulation aérienne*, Partie VI.
- GOLD Global Operational Data Link Document (APANPIRG, NATSPG), juin 2010.

8.2 Normes

- Eurocae ED-133 juin 09, *Flight Object Interoperability Specification*.
- Phase 1 du concept FF-ICE basée sur le FIXM (à élaborer).

8.3 Éléments indicatifs

- ICAO Doc 9965, *Manual on Flight and Flow – Information for a Collaborative Environment* (document du concept FF-ICE).
- Spécification d'EUROCONTROL pour l'échange de données en direct (OLDI), V4.2.

8.4 Documents d'approbation

- Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien*.
 - Règlement (CE) n° 552/2004, de l'Union européenne.
-

**MODULE N° B2-25 : COORDINATION AMÉLIORÉE GRÂCE À L'INTÉGRATION
SOL-SOL MULTICENTRE (PHASE 1 DU CONCEPT FF-ICE ET OBJET-VOL, SWIM)**

Résumé	Concept FF-ICE appuyant les opérations basées sur trajectoire grâce à l'échange et la diffusion de renseignements dans le cadre d'opérations multicentre utilisant l'objet-vol et les normes d'interopérabilité (IOP). Extension de l'application du concept FF-ICE aux activités après départ à l'appui d'opérations basées sur trajectoire. De nouvelles SARP sur l'interopérabilité des systèmes appuieront le partage des services ATM faisant intervenir plus de deux ATSU.	
Principale incidence sur la performance conformément au Doc 9854	KPA-02 – Capacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-06 – Flexibilité, KPA-07 – Interopérabilité mondiale, KPA-08 – Participation de la communauté ATM, KPA-10 – Sécurité.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Toutes les phases de vol et tous les types de parties prenantes sol.	
Applicabilité	Applicable à toutes les parties prenantes sol (ATS, aéroports, usagers de l'espace aérien) dans des régions homogènes, éventuellement à l'échelle mondiale.	
Composant(s) du concept mondial d'après le Doc 9854	AUO – opérations des usagers de l'espace aérien AO – opérations aéroportuaires DCB – équilibrage de la demande et de la capacité CM – gestion des conflits	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-7 : Gestion dynamique et flexible des routes GPI-12 : Intégration fonctionnelle des systèmes sol avec les systèmes embarqués GPI-16 : Systèmes d'aide à la décision	
Principaux liens d'interdépendance	B1-25, B1-31	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt maintenant ou vers [date])
	État de préparation des normes	2018 (est.)
	Disponibilité de l'avionique	S/O
	Disponibilité des systèmes au sol	2020 (est.)
	Procédures disponibles	2020 (est.)
	Approbatons d'exploitation	2020 (est.)

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 L'échange et la diffusion de renseignements dans le cadre d'opérations multicentre appuieront l'introduction d'opérations basées sur trajectoire.

1.2 Base de référence

1.2.1 La base de référence pour ce module est le transfert et la négociation de la coordination visés par les modules B0-25 et B1-25 ainsi que la phase 1 du concept FF-ICE pour application au sol, pendant la phase de planification avant le départ.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Partage de tous les renseignements sur les vols et les flux de trafic dans le cadre de la planification et de l'exécution des vols.

1.3.2 La phase 1 du concept FF-ICE sera élargie en vue d'une application intégrale du concept aux activités après départ à l'appui d'opérations basées sur trajectoire. La spécification technique du concept sera mise en œuvre dans les systèmes sol (ASP, AOC, aéroports) compte tenu des normes de mise en œuvre de l'objet vol et d'interopérabilité.

1.3.3 Le module met à disposition un protocole pour prendre en charge l'échange et la diffusion d'information dans le cadre d'opérations multicentre.

1.3.4 Le concept d'objet-vol (FO) a été élaboré de manière à spécifier l'information sur les environnements, les vols et les flux de trafic gérée par les FDPS et échangée entre eux. Le concept FF-ICE est un sous-ensemble du FO mais inclut, au niveau conceptuel, l'interface avec les usagers de l'espace aérien (AOC et aéronefs). Le FO sera mis en œuvre pendant la période cible de la phase 1 du concept FF-ICE. Les normes de cette phase devraient donc cadrer avec les normes en évolution du FO, et celles-ci devraient être complétées par des normes sur les interactions sol-sol avec les usagers de l'espace aérien.

1.3.5 Les premières mises en œuvre de la SWIM (B1-31, B2-31) faciliteront le partage de l'information de vol.

1.4 Autres remarques

1.4.1 Ce module est une deuxième étape vers les échanges plus complexes de renseignements sur des trajectoires 4D entre systèmes au sol et entre systèmes air et systèmes sol, conformément au *Concept opérationnel d'ATM mondiale* (Doc 9854).

2. AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE VISÉE

2.1 Les paramètres pour déterminer le succès du module sont proposés dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Capacité</i>	Réduction de la charge de travail des contrôleurs ATC, renforcement de l'intégrité des données et amélioration de l'homogénéité aux limites entre les zones de responsabilité des organismes des services de la circulation aérienne (ATSU).
<i>Efficacité</i>	Grâce à des routes plus directes et à l'utilisation de l'heure d'arrivée obligatoire (RTA) aux centres en amont.

<i>Flexibilité</i>	Meilleure adaptation aux modifications demandées par les usagers grâce un échange d'information plus facile.
<i>Interopérabilité mondiale</i>	Connexion des systèmes plus facile et échange à grande échelle de l'information de vol entre les acteurs.
<i>Participation de la communauté ATM</i>	Le concept FF-ICE facilitera la participation de toutes les parties intéressées.
<i>Sécurité</i>	Information plus précise et à jour.
<i>Performances humaines</i>	Incidence favorable d'une plus grande précision de l'information.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	Équilibre entre le coût de la modification des systèmes au sol et l'amélioration de la capacité/de l'efficacité des vols (à déterminer).

3. **PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)**

3.1 De nouvelles procédures sont nécessaires pour le nouvel ensemble d'applications liées aux opérations basées sur trajectoire.

4. **CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME**

4.1 **Avionique**

4.1.1 L'accès des aéronefs à la SWIM sera introduit dans le cadre du module n° B2-31.

4.2 **Systèmes sol**

4.2.1 Les systèmes ATM au sol doivent appuyer les concepts IOP et SWIM. L'infrastructure de communication de données doit prendre en charge des communications sol-sol haute vitesse entre systèmes sol et être connectée à des liaisons de données air-sol.

5. **PERFORMANCES HUMAINES**

5.1 **Considérations relatives aux facteurs humains**

5.1.1 La détermination de considérations liées aux facteurs humains est un élément habilitant important dans la définition des processus et procédures de ce module. En particulier, l'interface homme-machine de la partie automatisée de cette amélioration des performances devra être prise en compte et, au besoin, accompagnée de stratégies d'atténuation des risques (formation, sensibilisation, redondance, etc.).

5.2 **Exigences en matière de formation et de qualification**

5.2.1 Ce module comportera éventuellement un certain nombre d'exigences en ce qui a trait à la formation du personnel. Une fois élaborées, elles seront incluses dans la documentation du module et leur importance sera soulignée. De même, les qualifications obligatoires qui seront recommandées seront prises en compte dans les exigences réglementaires avant la mise en œuvre de cette amélioration des performances.

6. **BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)**

- Réglementation/normalisation : mises à jour nécessaires des exigences actuelles publiées (voir la section 8.4). Parmi ces éléments, la norme ED133 ne concerne que les besoins d'interopérabilité des systèmes de traitement des données de vol (FDPS) des ATSU civils. D'autres besoins des usagers en matière d'information de vol seront aussi pris en compte.
- De nouvelles normes pour les applications CDM et le partage de l'information de vol ou l'accès à cette information sont nécessaires.
- Plans d'approbation : à déterminer.

7. **ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)**

7.1 **Utilisation actuelle**

7.1.1 Activités prévues ou en cours

7.1.1.1 Dans le projet SESAR 10.2.5, les exigences du système et la validation de l'interopérabilité de l'objet-vol (IOP) en fonction de la norme EUROCAE ED133 (premières activités de démonstration et de validation) sont prévues pour la période 2012-2014, et les premiers développements dans les systèmes industriels sont disponibles à partir de 2015.

7.1.1.2 Mise en œuvre initiale en Europe entre deux ATSU de deux fournisseurs de système et deux ANSP prévue entre 2018 et 2020.

7.1.1.3 Les projets de recherche et développement du programme SESAR concernant la SWIM font partie des WP/14, Architecture technique de la SWIM, et WP/8, Gestion de l'information.

7.1.1.4 États-Unis – Le modèle d'échange d'information de vol sera normalisé d'ici 2018.

8. **DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE**

8.1 **Normes**

- EUROCAE ED-133, *Flight Object Interoperability Standards*.
- SARP de l'OACI sur le FIXM FF-ICE (à élaborer).

8.2 **Éléments indicatifs**

- Doc 9965 de l'OACI, *Manual on Flight and Flow – Information for a Collaborative Environment* (document du concept FF-ICE).

8.3 Documents d'approbation

- Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien* (PANS-ATM, Doc 4444)
- EUROCAE ED-133, *Flight Object Interoperability Standards*.

PROJET

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE N° B3-25 : PERFORMANCES OPÉRATIONNELLES AMÉLIORÉES
GRÂCE À LA MISE EN ŒUVRE INTÉGRALE DU CONCEPT FF-ICE**

Résumé	Partage systématique des données sur tous les vols concernés entre systèmes air et systèmes sol utilisant la SWIM à l'appui de l'ATM coopérative et des opérations basées sur trajectoire.	
Principale incidence sur la performance conformément au Doc 9854	KPA-04 – Efficacité, KPA-06 – Flexibilité, KPA-07 – Interopérabilité mondiale, KPA-08 – Participation de la communauté ATM, KPA-10 – Sécurité.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Toutes les phases de vol, de la planification initiale aux activités après le vol.	
Applicabilité	Air et sol	
Composant(s) du concept mondial d'après le Doc 9854	ATM/SDM – Gestion de la prestation du service ATM	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-7 : Gestion dynamique et flexible des routes GPI-12 : Intégration fonctionnelle des systèmes au sol avec les systèmes embarqués GPI-16 : Systèmes d'aide à la décision	
Principaux liens d'interdépendance	B2-25, B2-31	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt maintenant ou vers [date])
	État de préparation des normes	2023 (est.)
	Disponibilité de l'avionique	2025 (est.)
	Disponibilité des systèmes au sol	2025 (est.)
	Procédures disponibles	2025 (est.)
	Approbations d'exploitation	2025 (est.)

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

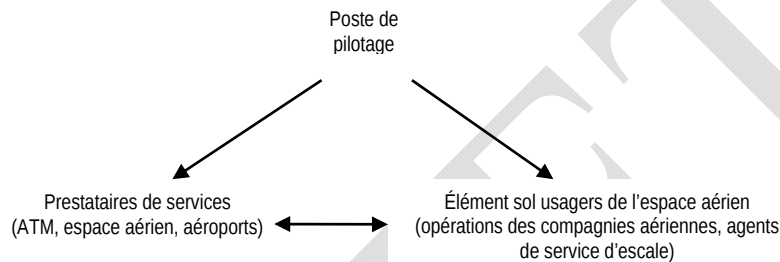
1.1.1 Rôle du concept FF-ICE : produit du concept opérationnel d'ATM mondiale de l'OACI, le concept FF-ICE définit les exigences en matière d'information pour la planification des vols et la gestion des flux de trafic et des trajectoires ; il est destiné à être une pièce maîtresse du système de navigation aérienne fondée sur les performances. L'information de vol et les trajectoires correspondantes sont les principaux mécanismes grâce auxquels la prestation du service ATM répondra aux besoins opérationnels.

1.1.2 Le concept FF-ICE sera applicable à l'échelle mondiale et aidera tous les membres de la communauté ATM à réaliser une gestion stratégique, pré tactique et tactique des performances. Il met l'accent sur l'importance du partage de l'information pour la concrétisation d'avantages significatifs.

1.1.3 L'échange de renseignements sur les vols/flux de trafic aidera à broser le meilleur tableau intégré possible de la situation ATM passée, présente et future. Cet échange favorise de meilleures prises de décision par les acteurs ATM participant à un vol pendant toute sa durée, à savoir de porte-à-porte, ce qui facilite la gestion de trajectoire réellement 4D. Le concept FF-ICE assure la

normalisation mondiale des définitions des éléments de données et fournit les mécanismes pour leur échange. Ainsi, avec une bonne gestion de l'information, on crée un environnement de prise de décision en collaboration qui permet le partage de données appropriées entre un ensemble élargi de participants, ce qui donne lieu à une plus grande coordination de la communauté ATM, à une conscience de la situation et à la réalisation des objectifs de performance mondiale.

1.1.4 Le futur processus coopératif et dynamique d'information de vol englobera l'ensemble complet de membres de la communauté ATM, ainsi que le prévoit le concept opérationnel d'ATM mondiale. La pierre angulaire de la future gestion du trafic aérien est l'interaction entre les diverses parties, et le concept FF-ICE permet l'échange dynamique de renseignements.



1.1.5 Dans le concept d'ATM mondiale, mis en œuvre au moyen de programmes régionaux, le contrôle de la circulation aérienne devient une gestion du trafic aérien par trajectoire. Les rôles des parties, illustrés dans la figure ci-dessus, évolueront de manière à répondre aux besoins de ce concept, qui :

- a) nécessitera un partage systématique des données sur les trajectoires des aéronefs entre les acteurs du processus ATM ;
- b) fera en sorte que les acteurs aient une vue commune d'un même vol et aient accès aux données les plus exactes disponibles ;
- c) permettra des opérations respectant les analyses de rentabilisation des usagers de l'espace aérien ;
- d) améliorera les performances des services de recherche et de sauvetage aéronautiques.

1.1.6 Le concept opérationnel d'ATM mondiale envisage un système intégré, harmonisé et mondialement interopérable pour tous les usagers et toutes les phases de vol. Le but est d'accroître la souplesse pour les usagers et de maximiser les économies d'exploitation tout en augmentant la capacité du système et en améliorant les niveaux de sécurité du futur système ATM. Le système actuel, y compris le processus de planification des vols, souffre de nombreuses limitations. Le concept FF-ICE s'attaque à ces limitations et établit un environnement favorable à un environnement permettant notamment les améliorations suivantes :

- a) réduction du recours aux communications radio en phonie au profit de liaisons de données air/sol ;
- b) planification en collaboration accrue entre acteurs ATM ;

- c) fourniture de moyens pour l'échange d'information en temps réel ;
- d) avantages maximisés des équipements de pointe et stimulation de la mise en œuvre de systèmes air et/ou sol améliorés.

1.2 Base de référence

1.2.1 La phase 1 du concept FF-ICE est mise en œuvre, et des applications SWIM initiales sont disponibles au sol suite aux modules B2-25 et B1-31 – L'objet-vol a été mis en œuvre comme base pour les nouveaux systèmes de traitement de données de vol (FDP).

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Le module crée une nouvelle façon d'échanger des données de trajectoire dans le but de fournir de meilleurs services ATM aux usagers de l'espace aérien.

1.3.2 L'objet-vol sera mis en œuvre dans les systèmes sol et prendra en charge le partage des renseignements sur les vols et les trajectoires dans le cadre de la SWIM durant toutes les phases de vol entre les systèmes de bord et les systèmes au sol. Tous les messages entre ces systèmes utiliseront le langage de balisage extensible (XML) pour faciliter le développement et l'évolution.

1.3.3 Le grand défi consiste à mettre en œuvre le concept FF-ICE dans les systèmes de bord et à utiliser la SWIM pour l'accès des aéronefs à l'information ATM.

2. PERFORMANCE OPÉRATIONNELLE VISÉE

2.1 Les paramètres pour déterminer le succès du module sont proposés dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Efficacité</i>	Une meilleure connaissance de l'information de trajectoire permettra des profils de vol optimisés.
<i>Interopérabilité mondiale</i>	L'interopérabilité mondiale est facilitée par une connexion plus facile de toutes les parties prenantes.
<i>Participation de la communauté ATM</i>	La participation de toutes les parties prenantes est facilitée par le partage de données en temps réel.
<i>Prévisibilité</i>	Le partage de l'information entre systèmes de bord et systèmes au sol renforcera la prévisibilité.
<i>Sécurité</i>	Le partage des données à l'échelle du système permettra la détection avancée des incohérences et de l'information actualisée, ce qui améliorera la conscience de la situation.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	À démontrer sur la base de l'équilibre entre le coût de la modification des systèmes et une autre amélioration des performances.

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 Des mécanismes de publication et d'abonnement permettront le partage en temps réel de l'information de vol dans le cas des acteurs intéressés et autorisés.

3.2 Les données seront essentiellement utilisées pour les outils d'aide à la décision et un renforcement de l'automatisation.

4. **CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME**

4.1 **Avionique**

- Connexion des systèmes de poste de pilotage aux systèmes au sol par un système de communication de données à haute vitesse.
- Applications distribuées nécessaires à la gestion des nouveaux services.

4.2 **Systèmes au sol**

- Nécessité de réseaux de communications sol-sol et air-sol à haut débit pleinement sécurisés appuyant l'accès à la SWIM pour l'échange de renseignements sur les vols et les flux de trafic, de la phase de planification du vol à la phase après-vol.
- Applications distribuées nécessaires à la gestion des nouveaux services.

5. **PERFORMANCES HUMAINES**

5.1 **Considérations relatives aux facteurs humains**

5.1.1 Cette évolution technologique ne touche pas directement les pilotes ni les contrôleurs et pourrait être transparente (échange de système à système ; données plus exactes et actualisées). Cela dit, ce module est encore au stade de la recherche et du développement. Les considérations concernant les facteurs humains sont donc toujours en cours de détermination au moyen de modélisations et d'essais bêta. Les prochaines éditions du présent document seront plus précises quant aux procédures et processus nécessaires à la prise en compte des considérations relatives aux facteurs humains. On insistera en particulier sur la détermination des questions d'interface homme-machine, s'il y en a, et sur l'établissement de stratégies d'atténuation des risques élevés pour en tenir compte.

5.2 **Exigences en matière de formation et de qualification**

5.2.1 Formation des pilotes et des contrôleurs sur l'utilisation des nouveaux services, associée à des outils d'aide à la décision, au travers des nouvelles procédures. Ce module comportera éventuellement un certain nombre d'exigences en matière de formation du personnel. Une fois élaborées, elles seront incluses dans la documentation du module et leur importance sera soulignée. De même, les qualifications obligatoires qui seront recommandées seront prises en compte dans les besoins réglementaires avant la mise en œuvre de cette amélioration des performances.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : mises à jour nécessaires des exigences actuelles publiées (voir la section 8.4).
- Plans d'approbation : à déterminer.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

7.1.1 Aucune à ce stade.

7.2 Activités prévues ou en cours

- Le concept FF-ICE intégral pourrait être considéré comme l'objectif final des opérations basées sur trajectoire, et il fait partie des plans de recherche et développement des programmes NextGen et SESAR.
- Projets SESAR concernés : WP/14 et WP/8.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Éléments indicatifs

- Doc 9965 de l'OACI, *Manual on Flight and Flow – Information for a Collaborative Environment* (document du concept FF-ICE).
- Documents sur les opérations basées sur trajectoire.

8.2 Documents d'approbation

Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien*.

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

Domaine d'amélioration des performances 2 : Interopérabilité mondiale des systèmes et des données — par la gestion de l'information et l'interopérabilité dans l'ensemble du système (SWIM), à l'échelle mondiale

Continuum : Gestion numérique de l'information aéronautique

PROJET

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE N° B0-30 : AMÉLIORATION DES SERVICES PAR LA GESTION DE
L'INFORMATION AÉRONAUTIQUE (AIM) NUMÉRIQUE**

Résumé	Introduction du traitement et de la gestion numériques de l'information aéronautique par la mise en œuvre de la gestion des services d'information aéronautique/de l'information aéronautique (AIS/AIM), l'utilisation du modèle d'échange d'informations aéronautiques (AIXM), la transition à la publication électronique d'information aéronautique (eAIP) et l'amélioration de la qualité et de la disponibilité des données.	
Principale incidence sur la performance conformément au Doc 9854	KPA-03 – Rapport coût-efficacité, KPA-05 – Environnement, KPA-07 – Interopérabilité mondiale, KPA-10 – Sécurité.	
Environnement d'exploitation/ Phases de vol	Toutes les phases de vol	
Considérations relatives à l'application	Applicable au niveau de l'État, avec augmentation des avantages en fonction du nombre d'États participants	
Composant(s) du concept mondial d'après le Doc 9854	IM – gestion de l'information	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-18: services d'information électronique	
Principales interdépendances	S/O	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt maintenant ou vers [date])
	État de préparation des normes	✓
	Disponibilité de l'avionique	✓
	Disponibilité des systèmes au sol	✓
	Procédures disponibles	✓
	Approbations d'exploitation	✓

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Le sujet a été examiné à la onzième Conférence de navigation aérienne (Doc 9829, AN-Conf/11), et celle-ci a formulé la recommandation suivante:

Recommandation 1/8 — Gestion mondiale de l'information aéronautique et modèle d'échange des données

Il est recommandé que l'OACI :

- a) dans le cadre de la définition des besoins ATM, définisse des besoins correspondants pour une gestion mondiale, sûre et efficace de l'information aéronautique, qui permette d'obtenir des informations aéronautiques numériques, en temps réel, accréditées et sûres ;
- b) adopte d'urgence un modèle commun d'échange d'information aéronautique en tenant compte des systèmes ou concepts opérationnels d'échange de données,

incluant expressément le modèle conceptuel d'information aéronautique (AICM)/modèle d'échange d'informations aéronautiques (AIXM), et de leur interopérabilité mutuelle ;

- c) élabore, avec toute la célérité requise, de nouvelles spécifications pour l'Annexe 4 — *Cartes aéronautiques* et l'Annexe 15 — *Services d'information aéronautique* concernant la fourniture, le stockage électronique, l'interrogation en ligne et la tenue à jour des cartes et de l'information aéronautiques.

1.1.2 L'objectif à long terme est l'établissement d'un environnement d'information réseau-centrique, également connu sous l'appellation « gestion de l'information à l'échelle du système (SWIM) ».

1.1.3 Pour le court terme et le moyen terme, l'accent est mis sur la poursuite de l'effort visant à faire passer les services d'information aéronautique (AIS) d'un processus axé sur des produits, utilisant du papier et des transactions manuelles, à un processus numérique de gestion de l'information aéronautique, centré sur réseau et orienté vers les services. Il s'agit d'une migration à un environnement centré sur des données où l'information aéronautique sera fournie dans un format numérique et de manière gérée. Cette initiative peut être considérée comme la première étape de la mise en œuvre de la SWIM, qui est basée sur des modèles de données et des formats d'échange de données communs. Pour la prochaine étape (long terme) de la SWIM, il faudra repenser les services de données dans une perspective « réseau ».

1.1.4 Les services AIS doivent passer à un concept plus large de gestion de l'information aéronautique, qui utilise une méthode différente de fourniture et de gestion de l'information vu sa nature « centrée sur des données », par rapport à la nature traditionnelle « centrée sur des produits » des services d'information aéronautique.

1.1.5 La transition à l'AIM ne devrait pas avoir beaucoup d'incidences sur la portée des renseignements diffusés. Le principal changement sera un accent accru sur la diffusion des données, qui devrait mettre la future AIM en position de mieux répondre aux besoins des utilisateurs de l'espace aérien et de la gestion du trafic aérien (ATM) dans le domaine de la gestion de l'information.

1.1.6 La première étape vers la SWIM est facile à exécuter parce qu'elle concerne des renseignements stables, ou qui ne changent pas souvent, mais qui génèrent des bénéfices non négligeables, même pour les petits États. Elle permettra d'acquérir une première expérience avant les étapes suivantes vers la mise en œuvre totale de la SWIM.

1.2 Base de référence

1.2.1 La base de référence est la fourniture traditionnelle de l'information aéronautique, basée sur l'emploi de publications sur papier et les NOTAM.

1.2.2 Les renseignements AIS fournis par les États membres de l'OACI ont de tout temps été communiqués dans des documents sur papier et des messages textuels (NOTAM) et tenus à jour et diffusés de la même manière. Malgré des vérifications manuelles, ce processus n'empêchait pas toujours les erreurs ou les incohérences. De plus, les renseignements devaient être transcrits dans des systèmes sol et bord automatisés, ce qui créait un risque supplémentaire. Dernier point, la ponctualité et la qualité des nécessaires mises à jour ne pouvaient pas toujours être garanties.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Le module poursuit la transition des services AIS de la fourniture de produits traditionnels sur papier à un environnement numérique tourné vers le service, dans lequel l'échange des renseignements fait appel à des formats normalisés basés sur des normes de technologie de l'information très répandus (UML, XML/GML). À l'appui, on utilisera des produits professionnels et le stockage dans des dispositifs électroniques. La qualité des renseignements est accrue, de même que celle de la gestion de l'information aéronautique en général. L'AIP passe d'un support papier à un support électronique.

2. AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE VISÉE

2.1 Les paramètres pour déterminer le succès du module sont proposés dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Rapport coût-efficacité</i>	Réduction des coûts de saisie et de vérification des données, de papier et de poste, notamment compte tenu de l'ensemble de la chaîne de données, c.-à-d. des producteurs aux utilisateurs finaux en passant par les prestataires AIS.
<i>Environnement</i>	La réduction du temps nécessaire à la publication des renseignements sur l'état de l'espace aérien permettra d'utiliser plus efficacement l'espace aérien et d'améliorer la gestion des trajectoires.
<i>Interopérabilité mondiale</i>	Contribution essentielle à l'interopérabilité.
<i>Sécurité</i>	Réduction du nombre d'incohérences possibles. Le module permet une réduction du nombre de saisies manuelles et assure la cohérence des données grâce à une vérification automatique basée sur des règles de fonctionnement convenues.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	L'analyse de rentabilité concernant le modèle conceptuel d'échange d'informations aéronautiques (AIXM) a été effectuée en Europe et aux États-Unis et s'est révélée positive. L'investissement initial nécessaire à la fourniture de données AIS numériques peut être réduit grâce à la coopération régionale, et il demeure peu élevé par rapport au coût d'autres systèmes ATM. La transition de produits sur papier à des données numériques est une condition préalable cruciale pour la mise en œuvre de tout concept existant ou futur d'ATM ou de navigation aérienne qui dépend de l'exactitude, de l'intégrité et de la ponctualité des données.

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 De nouvelles procédures du contrôle de la circulation aérienne ne sont pas nécessaires, mais le processus AIS doit être revu. Pour réaliser les pleins avantages, il faudra de nouvelles procédures pour les utilisateurs de données, pour l'extraction numérique des renseignements, par exemple, afin de permettre aux compagnies aériennes de transmettre les données AIS numériques aux systèmes de bord, notamment les sacoches de vol électroniques (EFB).

4. CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME

4.1 Avionique

4.1.1 Pas d'exigences en matière d'avionique.

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 L'information aéronautique est mise à la disposition des services AIS au moyen de processus numériques, et aux utilisateurs de l'extérieur, soit au moyen d'un abonnement à un service électronique, soit par remise physique ; l'accès électronique peut être basé sur des services de protocole Internet. La normalisation du support physique n'est pas nécessaire. Les principales fonctions d'automatisation à mettre en œuvre pour appuyer la fourniture de services AIS électroniques concernent la gestion des données aéronautiques nationales, des NOTAM (nationaux et internationaux) et des données météorologiques, notamment la collecte, la vérification et la diffusion des données.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 L'assistance automatisée est un moyen accepté et éprouvé de réduire les erreurs dans la transcription manuelle des données.

5.1.2 Les facteurs humains ont été pris en considération durant l'élaboration des processus et procédures liés à ce module. Pour les endroits où l'on utilisera une automatisation, l'interface humain-machine a été examinée à la fois du point de vue fonctionnel et du point de vue ergonomique. La possibilité de défaillance latente continue toutefois d'exister, et on demande d'être vigilant dans toutes les activités de mise en œuvre. On demande également que les questions liées aux facteurs humains qui seront mises en évidence au cours de ces activités soient signalées à la communauté internationale par l'intermédiaire de l'OACI dans le cadre de toute activité de compte rendu de sécurité.

5.2 Exigences en matière de formation et de qualifications

5.2.1 Une formation est nécessaire dans le cas du personnel AIS/AIM.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : utilisation des exigences publiées actuelles qui incluent des éléments figurant à la section 8.
- Plans d'approbation : à déterminer, sur la base des applications régionales.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

- **Europe** : la base de données AIS européenne (EAD) est devenue opérationnelle en juin 2003. L'AIP électronique (eAIP), version totalement numérique du document sur papier basée sur une spécification d'EUROCONTROL, a été mise en œuvre (en ligne ou sur CD) dans un certain nombre d'États, dont l'Arménie, la Belgique et le Luxembourg, la Hongrie, la Jordanie, la Lettonie, Moldova, les Pays-Bas, le Portugal, la République slovaque et la Slovénie (pour une liste complète et plus récente des États utilisant une eAIP, voir le site <http://www.eurocontrol.int/articles/electronic-aeronautical-information-publication-phase-2-p-11>). L'EAD et l'eAIP sont des étapes indispensables de la réalisation de l'environnement numérique. L'EAD a été élaborée à l'aide du modèle conceptuel d'information aéronautique (AICM) et du modèle d'échange d'informations aéronautiques (AIXM). Si certains États européens ont choisi d'utiliser le système et le logiciel client de l'EAD, d'autres ont créé leur propre solution AIM et l'ont connecté à l'EAD (p. ex. France).
- **États-Unis** : Les NOTAM numériques sont en cours de déploiement et d'utilisation aux États-Unis au moyen de l'AIXM 5.1.
- **Autres régions** : L'Azerbaïdjan, le Japon et la Jordanie ont mis en œuvre l'eAIP.
- Des systèmes basés sur l'AIXM en sont à divers stades de mise en œuvre dans quelques pays, notamment l'Afrique du Sud, l'Australie, le Brésil, le Canada, les Fidji, l'Inde, le Panama et Singapour, ainsi que dans certaines organisations (p. ex. l'ASECNA).

7.2 Activités prévues ou en cours

7.2.1 Les essais en cours en Europe et aux États-Unis portent sur l'introduction du NOTAM numérique, qui peut être produit et utilisé automatiquement par des systèmes informatiques et qui n'impose pas un traitement manuel lourd par rapport au NOTAM d'aujourd'hui. De plus amples renseignements sont disponibles sur les sites web d'EUROCONTROL et de la FAA :

http://www.EUROCONTROL.int/aim/public/standard_page/xnotam.html

<http://notams.aim.faa.gov/fnsstart/>

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

8.1.1 D'autres modifications de l'Annexe 15 — *Services d'information aéronautique* sont en cours de préparation.

8.2 Procédures

8.2.1 En préparation.

8.3 Éléments indicatifs

- *Manuel des services d'information aéronautique* (Doc 8126) de l'OACI, y compris l'AIXM et l'eAIP selon la troisième édition
- *Manuel des cartes aéronautiques* (Doc 8697) de l'OACI
- *Feuille de route pour la transition des services AIS à l'AIM*
- Manuels sur le système qualité de l'AIM et la formation en AIM.

PROJET

MODULE N° B1-30 : AMÉLIORATION DES SERVICES GRÂCE À L'INTÉGRATION DE TOUTES LES DONNÉES ATM NUMÉRIQUES

Résumé	Mise en œuvre du modèle de référence pour l'information de gestion du trafic aérien (ATM), intégrant l'ensemble des données ATM, en utilisant des formats communs (UML/XML et WXXM) pour les renseignements météorologiques et (FIXM) pour les renseignements sur les vols et les courants de trafic ainsi que des protocoles Internet.	
Principale incidence sur la performance conformément au Doc 9854	KPA-01 – Accès et équité, KPA-03 – Rapport coût-efficacité, KPA-07 – Interopérabilité mondiale, KPA-10 – Sécurité et KPA-11 Sûreté	
Environnement d'exploitation/ Phases de vol	Toutes les phases de vol	
Considérations relatives à l'application	Applicable au niveau de l'État, avec augmentation des avantages en fonction du nombre d'États participants.	
Composant(s) du concept mondial d'après le Doc 9854	IM – gestion de l'information	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-18: services d'information électronique	
Principales interdépendances	B0-30 Avancement en parallèle avec les modules B1-25, B1-31	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt maintenant ou vers [date])
	État de préparation des normes	2018
	Disponibilité de l'avionique	S/O
	Disponibilité des systèmes au sol	2018
	Procédures disponibles	✓
	Approbations d'exploitation	2018

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Le module englobe deux grandes activités qui tirent parti des progrès réalisés dans le cadre du bloc précédent sur le même sujet. Il met en œuvre le modèle de référence pour l'information de gestion du trafic aérien (AIRM), qui intègre tous les types de renseignements utilisés par l'ATM dans un ensemble cohérent de modèles de données et de service (utilisant l'UML, le GML/XML) et auquel on peut accéder au moyen d'outils basés sur des protocoles Internet. Le module met également en œuvre une deuxième étape de la gestion numérique de l'information au moyen de modèles de données d'échange, à savoir WXXM pour les renseignements météorologiques, FIXM pour l'information sur les vols et les courants de trafic, et des données liées aux performances des aéronefs. Une normalisation plus poussée des données sur les performances des aéronefs doit aussi être envisagée.

1.2 Base de référence

1.2.1 La base de référence au niveau de la mise en œuvre est l'utilisation de données AIS résultant de la mise en œuvre du module B0-30. Les modèles AIXM, WXXM et FIXM sont compatibles avec le modèle de référence pour l'AIRM.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Ce module élargit l'approche introduite par l'AIXM aux autres types d'information en fournissant le cadre général des modèles de référence, grâce auquel chaque type de données trouve une place dans une structure harmonisée, la mise en œuvre de l'AIXM créant la base nécessaire aux données provenant des autres domaines qui sont associés aux données AIM. Il prépare aussi la voie à la capacité supplémentaire de gestion, distribution et traitement des données météorologiques et peut-être des données sur les vols et les courants de trafic et des données liées aux performances des aéronefs. En plus de données interopérables, le module lance la fourniture de services d'information interopérables dans le cadre de la transition à une architecture orientée vers les services.

2. AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE VISÉE

2.1 Les paramètres pour déterminer le succès du module sont proposés dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Accès et équité</i>	Accès amélioré et en temps opportun à des renseignements à jour par un ensemble élargi d'utilisateurs.
<i>Rapport coût-efficacité</i>	Réduction du temps de traitement des nouveaux renseignements ; plus grande capacité du système à créer de nouvelles applications grâce à la disponibilité de données normalisées.
<i>Interopérabilité mondiale</i>	Indispensable à l'interopérabilité mondiale.
<i>Sécurité</i>	Réduction de la probabilité d'erreurs ou d'incohérences des données ; réduction de la possibilité d'introduction d'erreurs supplémentaires par les saisies manuelles.
<i>Sûreté</i>	Considérations de sûreté prises en compte dans les améliorations.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	Analyse de rentabilité à établir dans le cadre des projets de définition des modèles et de leur éventuelle mise en œuvre.

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 De nouvelles procédures ATM ne sont pas nécessaires, mais il faut revoir le processus de gestion de l'information.

4. CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME

4.1 Avionique

4.1.1 Pas d'exigences en matière d'avionique.

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 Tous ceux qui utilisent et qui produisent les renseignements devront mettre en œuvre le modèle de référence pour l'information de gestion du trafic aérien (AIRM) pour appuyer les échanges avec les autres membres de la communauté ATM.

5. **PERFORMANCES HUMAINES**

5.1 **Considérations relatives aux facteurs humains**

5.1.1 L'utilisation d'un modèle commun appuyé par des outils informatiques professionnels aidera à réduire les erreurs dans la transcription manuelle des données et la gestion de l'information.

5.1.2 La connaissance des principes concernant les facteurs humains est un élément habilitant important dans la définition des processus et procédures de ce module. En particulier, l'interface humain-machine, pour ce qui touche l'aspect automatisation de l'amélioration des performances, devra être examinée et, au besoin, accompagnée de stratégies d'atténuation de risque, comme la formation, la sensibilisation et la redondance.

5.2 **Exigences en matière de formation et de qualifications**

5.2.1 Une formation est nécessaire dans le cas du personnel chargé de gérer l'information ATM et des utilisateurs de cette information si les interfaces et les conditions d'accès changent.

5.2.2 Une formation sur les normes et procédures d'exploitation sera définie en parallèle avec les normes et pratiques recommandées nécessaires à la mise en œuvre de ce module. De même, les exigences en matière de qualifications seront déterminées et prises en compte dans les éléments de ce module relatifs à l'état de préparation de la réglementation, quand ils seront disponibles.

6. **BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)**

- Réglementation/normalisation : de nouvelles normes et orientations sont nécessaires sur le formatage et les modèles d'information, y compris ceux qui figurent à la section 8.4.
- Plans d'approbation : à déterminer.

7. **ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)**

7.1 **Utilisation actuelle**

7.1.1 Aucune activité trouvée.

7.2 **Activités prévues ou en cours**

- **SESAR** : le programme SESAR définit et valide actuellement le modèle de référence pour l'information de gestion du trafic aérien (AIRM) et le modèle de référence pour le service d'information (ISRM), de même que les modèles de données spécifiques : modèle d'échange d'informations aéronautiques (AIXM), modèle d'échange de renseignements météorologiques (WXXM) et modèle d'échange d'informations sur les vols (FIXM).
- **États-Unis** : la coopération de l'Europe est en place pour l'élaboration et la tenue à jour conjointes des modèles d'échange AIXM, WXXM et FIXM.

- **AIXM** : la direction de l'aviation civile du Japon (JCAB) prévoit une démonstration des possibilités AIM pour 2013.
- **FIXM** : les États-Unis valident aussi des normes dans le cadre de systèmes d'automatisation internes.
- **FIXM** : la validation de l'échange de renseignements sur la priorisation des flottes est en cours auprès des transporteurs des États-Unis.
- **WXXM** : la FAA a fait la démonstration d'une capacité de « publication et d'abonnement » pour l'échange de renseignements météorologiques entre elle et le service météorologique national (NWS).

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

8.1.1 Un nouveau document, les PANS-AIM, dont la mise à disposition est prévue pour 2016, portera sur tous les formats et modèles de renseignements en question dans l'Annexe 15 — *Services d'information aéronautique*.

8.2 Éléments indicatifs

- Doc 8126 de l'OACI, *Manuel des services d'information aéronautique*

8.3 Documents d'approbation

- Annexe 15 — *Services d'information aéronautique*
 - Doc 8126 — *Manuel des services d'information aéronautique*
 - PANS-AIM, disponibilité prévue pour 2016
-

Domaine d'amélioration des performances 2 : Interopérabilité mondiale des systèmes et des données — par la gestion de l'information et l'interopérabilité dans l'ensemble du système (SWIM), à l'échelle mondiale

Continuum : Gestion de l'information à l'échelle du système

PROJET

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE N° B1-31: AMÉLIORATION DES PERFORMANCES PAR L'APPLICATION
DE LA GESTION DE L'INFORMATION À L'ÉCHELLE DU SYSTÈME (SWIM)**

Résumé	Mise en œuvre de services de gestion de l'information à l'échelle du système (SWIM) (applications et infrastructures) créant l'intranet aéronautique fondé sur des modèles standard de données ainsi que des protocoles IP afin de maximiser l'interopérabilité.	
Principale incidence sur la performance conformément au Doc 9854	KPA-03 – Rapport coût-efficacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-05 – Environnement, KPA-10 – Sécurité, KPA-11 – Sûreté	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Toutes les phases de vol.	
Considérations relatives à l'application	Applicable au niveau de l'État, avec augmentation des avantages en fonction du nombre d'États participants.	
Composant(s) du concept mondial d'après le Doc 9854	ATM/SDM – Gestion de la prestation des services ATM.	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-18 : Services d'information électronique.	
Principales interdépendances	Successeur de : B0-30 Progrès en parallèle avec : B1-30	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt maintenant ou vers [date])
	État de préparation des normes	Estimation 2016
	Disponibilité de l'avionique	Non disponible
	Disponibilité des systèmes au sol	Estimation 2018
	Procédures disponibles	Estimation 2016
	Approbations d'exploitation	Estimation 2016

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Un des objectifs du concept opérationnel de gestion du trafic aérien (ATM) mondiale est une opération réseau-centrée dans laquelle le réseau de gestion du trafic aérien (ATM) est considéré comme une série de nœuds, y compris l'aéronef, qui fournit ou utilise de l'information. Les exploitants d'aéronefs qui ont des centres de contrôle opérationnel partageront l'information alors que l'utilisateur individuel sera en mesure de faire la même chose en utilisant d'autres applications. L'appui fourni par le réseau ATM sera dans tous les cas adapté aux besoins de l'utilisateur concerné.

1.1.2 Le partage d'informations ayant la qualité requise et dans les délais requis dans un environnement sûr est un facteur essentiel du concept ATM visé. Ce partage inclut toutes les informations qui présentent un intérêt potentiel pour l'ATM, y compris les trajectoires, les données de surveillance, tous les types d'informations aéronautiques, l'information météorologique, etc. En particulier, tous les partenaires du réseau ATM partageront les informations sur les trajectoires en temps réel dans la mesure nécessaire, depuis la phase d'élaboration des trajectoires jusqu'aux opérations puis aux activités post-opérations. La planification ATM, les processus de prise de décisions en collaboration et les opérations tactiques seront toujours fondés sur les données de trajectoires les plus récentes et les plus précises. Les trajectoires individuelles seront gérées par la prestation d'un ensemble de services ATM

adaptés pour répondre à leurs besoins spécifiques, en reconnaissant que les aéronefs ne seront pas tous ou ne devront pas tous être capables d'atteindre le même niveau de capacités au même moment.

1.1.3 La gestion de l'information à l'échelle du système (SWIM) est, pour les applications ATM, un facteur essentiel qui offre une infrastructure appropriée et garantit la disponibilité de l'information nécessaire aux applications exécutées par les utilisateurs. L'échange connexe de données interopérables, à géo-référence et à référence temporelle, s'appuie sur l'utilisation d'une méthodologie commune et d'une technologie appropriée ainsi que d'interfaces compatibles. La mise en place de la SWIM rendra possible le déploiement d'applications perfectionnées pour les utilisateurs finaux, car elle permettra de partager largement les informations et de trouver l'information correcte où que se trouve le fournisseur.

1.1.4 Il a été prévu de mettre en place la SWIM de manière progressive, afin de pouvoir commencer à en retirer des avantages le plus tôt possible, en intégrant d'abord des applications simples pour les utilisateurs finaux. Cette mise en place de la SWIM ne dépend pas du déploiement des modifications de l'ATM, les utilisateurs peuvent jouir des avantages dans des environnements en grande partie existants, même s'il faudra peut-être des règlements, concernant notamment la responsabilité, les droits d'usage et les droits de propriété intellectuelle de la fourniture de données.

1.1.5 À chaque étape, la mise en œuvre progressive de la SWIM examinera les trois dimensions inter-reliées (applications, informations et infrastructure) :

- a) les applications représentent le côté utilisateur de la SWIM. Elles seront prises en compte par l'identification de "communautés d'intérêt" rassemblant des parties prenantes qui doivent partager des informations pour servir leurs intérêts. Au sein de la communauté, les partenaires savent les informations qu'ils ont besoin de partager, avec quelle qualité de service et, pour une collaboration efficace, il leur faut une compréhension commune de l'information, et celle-ci doit être disponible dans une structure arrêtée d'un commun accord. Initialement, les communautés comprendront un Groupe central de prestataires de services de navigation aérienne (ANSP), d'aéroports et d'exploitants d'aéronefs, groupe qui évoluera afin d'inclure des collaborations plus complexes à travers l'ensemble de la chaîne ATM ;
- b) l'information couvre à la fois les aspects sémantiques et les aspects syntactiques des données qui composent l'information et les fonctions de gestion de l'information. Le côté sémantique est assuré par des activités de modélisation dont l'objectif est d'utiliser et/ou de définir des normes communes, alors que le côté syntactique comprend principalement la distribution, la qualité, la maintenance, l'identité et le profil des utilisateurs, afin de permettre l'échange de données et le partage au sein d'une communauté d'intérêts et entre des communautés, indépendamment de l'infrastructure télématique sous-jacente ;
- c) l'infrastructure est représentée principalement par les aspects de connectivité : elle sera construite sur l'infrastructure existante, dans la mesure du possible, jusqu'à ce qu'un réseau – basé sur le protocole internet – soit disponible. Le segment air/sol est un exemple de connectivité SWIM qu'il est prévu d'ajouter à une étape ultérieure à mesure que les aéronefs seront intégrés dans les communautés d'intérêts (voir B1-40).

1.1.6 C'est la combinaison des domaines ci-dessus, à des stades particuliers de leur évolution commune, qui constitue les niveaux de capacités ATM en matière de gestion de l'information.

1.2 Base de référence

1.2.1 Le module B0-30 aura créé un noyau de gestion de l'information moderne et fourni l'expérience permettant d'avancer dans des domaines autres que la gestion de l'information aéronautique (AIM). Le module B1-30 permettra, parallèlement, de structurer et de gérer l'information ATM de manière entièrement numérique et uniforme, en utilisant les mêmes normes pour leur description. Le module B0-30 est resté un environnement traditionnel dans lequel l'information nécessaire devait être demandée ou faisait l'objet d'une distribution par des abonnements classiques. Il n'était pas adapté à l'environnement pleinement dynamique que représente l'ATM et commençait donc par des informations qui n'étaient pas jugées critiques du point de vue de la sécurité et/ou intégrées avec d'autres données.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Ce module permet, grâce au concept SWIM de gestion systémique de l'information, de s'assurer que les données correctes, actualisées et précises sont disponibles à temps chez l'utilisateur approprié, avec le rendement et la qualité requis. Il représente la mise en place d'un important changement de paradigme dans l'ATM et constitue, avec l'infrastructure appropriée de télécommunications, le facteur qui permet de disposer des caractéristiques les plus perfectionnées du concept mondial, en particulier les opérations basées sur une trajectoire sans discontinuité.

1.3.2 Le module vise les applications de la SWIM au sol. La plupart des échanges de données air-sol resteront fondés sur les communications de point à point.

2. AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE VISÉE

2.1 Les paramètres pour déterminer le succès du module sont proposés dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Rapport coût-efficacité</i>	Nouvelle réduction des coûts ; toutes les informations peuvent être gérées de manière uniforme dans l'ensemble du réseau, limitant les évolutions sur commande ; souplesse d'adaptation aux produits industriels les plus perfectionnés et utilisation des économies d'échelle pour les volumes échangés.
<i>Efficacité</i>	L'utilisation de meilleures informations permet aux exploitants et aux prestataires de services de planifier et d'exécuter de meilleures trajectoires.
<i>Environnement</i>	Nouvelle réduction de la consommation de papier ; des vols plus efficaces par rapport aux coûts puisque les données les plus actualisées sont disponibles pour toutes les parties prenantes du système ATM.
<i>Sûreté</i>	Les protocoles d'accès et la qualité des données seront conçus pour réduire les limitations actuelles dans ces domaines.
<i>Sécurité</i>	Les protocoles d'accès et la qualité des données seront conçus pour réduire les limitations actuelles dans ces domaines.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	L'analyse de rentabilité devra être faite en tenant pleinement compte des autres modules de ce bloc et du suivant. Les aspects purement SWIM permettent de débloquent les problèmes de gestion de l'information ATM ; les avantages opérationnels sont plus indirects.

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 La SWIM implique qu'il y aura de nouvelles procédures pour l'accès à l'information et la remise de l'information. Alors que la plupart de ces procédures devraient être transparentes pour les fonctions tactiques du contrôle de la circulation aérienne (ATC), il faudra pouvoir faire la différence, au moins pendant une période transitoire, entre les exploitants qui sont capables d'accéder à l'information et de livrer l'information par l'intermédiaire de la SWIM et ceux qui auront encore besoin de méthodes moins avancées.

4. CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME

4.1 Avionique

4.1.1 Pas d'exigences en matière d'avionique.

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 L'infrastructure SWIM au sol (c'est-à-dire l'interréseautage entre les parties prenantes et les protocoles de communication) et ses fonctions de supervision devront permettre la connexion progressive des systèmes des parties prenantes à l'ATM tout en satisfaisant aux exigences nécessaires de sécurité, de sûreté et de fiabilité. Le niveau d'adaptation des systèmes des parties prenantes de l'ATM sera plus ou moins élevé, selon l'architecture des systèmes et la capacité des parties prenantes à la transformer en une architecture concrète axée sur le service.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 La SWIM est un nouveau concept de traitement de l'information. Essentiellement, elle se rapproche de la notion d'un intranet. Il faudra donc qu'elle soit ainsi comprise par tout le personnel, qui devra être conscient des principes et des conditions de son utilisation. En outre, l'architecture (logique et physique) et la gestion des données d'information seront différentes de ce qu'elles sont aujourd'hui et impacteront sur ceux qui étaient responsables de ces fonctions. Les utilisateurs finaux ne seront touchés que si leur accès aux données via des interfaces ne reste pas stable.

5.1.2 La connaissance des principes concernant les facteurs humains est un élément habilitant important dans la définition des processus et procédures de ce module. En particulier, l'interface humain-machine, pour ce qui touche l'aspect automatisé de l'amélioration des performances, devra être examinée et, au besoin, accompagnée de stratégies d'atténuation des risques, comme la formation, la sensibilisation et la redondance.

5.2 Exigences en matière de formation et de qualifications

5.2.1 Une formation sera nécessaire, à titre hautement prioritaire. Une formation aux normes et procédures d'exploitation sera définie en parallèle avec les normes et pratiques recommandées nécessaires à la mise en œuvre de ce module. De même, les exigences en matière de qualifications seront déterminées

et prises en compte dans les éléments de ce module relatifs à l'état de préparation de la réglementation, quand ils seront disponibles.

6. **BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)**

6.1 Réglementation/normatisation : de nouvelles normes et orientations sont nécessaires sur le formatage et les modèles d'information, y compris ceux qui figurent à la section 8.

7. **ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)**

7.1 **Utilisation actuelle**

- **Europe** : le Service de réseau Pan-Européen (PENS) est utilisé comme dorsale des communications sol-sol par Protocole internet (IP), mais actuellement sans application SWIM. Sont également utilisés les services internet du plan d'opérations réseau de l'Organisme central de gestion des courants de trafic (CFMU) ainsi que la couche de service AIM de la base de données AIS européenne.
- **Europe** : démonstration de l'infrastructure de la phase 1 de l'élément SWIM du programme SESAR, à la fin de 2011.
- **États-Unis** : grâce à l'utilisation de la SWIM avec l'interface de télécommunications de la FAA (TCP/IP), le partage de données comme les données météorologiques de région terminale, ainsi que les informations sur les espaces aériens à usage spécial seront mis en œuvre en 2013.

7.2 **Activités prévues ou en cours**

- **SESAR** :
 - publication prévue de 2 exercices de validation et de vérification avec la fonction SWIM ;
 - "Validation IOP" : coordination ATC-ATC au moyen d'un nouveau mécanisme basé sur l'objet vol ;
 - validation du premier service AIM par SWIM au moyen d'un simulateur de données AIXM5 ;
 - "Échange de créneaux horaires" : amélioration mise en œuvre par DMEAN (échange de créneaux horaires). Le Prototype d'une fonction améliorée d'échange de créneaux horaires couvrira l'élargissement à tous les vols en provenance et à destination d'un aéroport donné ;
 - "Gain rapide par AIM (étape 1)" : valider de nouveaux moyens de publier des informations aéronautiques complexes actualisées basées sur le concept de NOTAM numérique avec sa représentation particulière des données de temporalité.
 - Essais SESAR en 2013-16 pour les protocoles et le prototype SWIM.

- **États-Unis :** Il est actuellement envisagé d'accélérer la publication des données de vol et la mise à disposition de renseignements météorologiques supplémentaires, avec possibilité de publication, d'abonnement et d'enregistrement.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

- Un nouveau document, les PANS-AIM, dont la mise à disposition est prévue pour 2016, portera sur tous les formats et modèles de renseignements en question dans l'Annexe 15 – *Services d'information aéronautique*.

8.2 Procédures

À élaborer.

8.3 Éléments indicatifs

- WXXM
- *Manuel des services d'information aéronautique* (Doc 8126) de l'OACI.

8.4 Documents d'approbation

- Annexe 15 – *Services d'information aéronautique*
 - Doc 8126 – *Manuel des services d'information aéronautique*
 - PANS-AIM, disponibilité prévue pour 2016.
-

**MODULE N° B2-31: PERMETTRE LA PARTICIPATION DES SYSTÈMES EMBARQUÉS
À L'ATM COOPÉRATIVE GRÂCE À LA SWIM**

Résumé	Ce module permet à l'aéronef d'être pleinement connecté sous forme d'un nœud d'information dans la SWIM, permettant la pleine participation aux processus d'ATM coopérative avec échanges de données, y compris les données météorologiques. Cela commencera par des échanges non critiques pour la sécurité, appuyés par des liaisons de données commerciales.	
Échelle de temps	À compter de 2023	
Principale incidence sur la performance conformément au Doc 9854	KPA-01 – Accès et équité, KPA-04 – Efficacité, KPA-05 – Environnement, KPA-08 – Participation de la communauté ATM, KPA-09 – Prévisibilité, KPA-10 – Sécurité	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Toutes les phases de vol.	
Considérations relatives à l'application	Évolution à long terme potentiellement applicable à tous les environnements.	
Composant(s) du concept mondial d'après le Doc 9854	ATM/SDM – Gestion de la prestation des services ATM.	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-17 : Mise en œuvre des applications des liaisons de données. GPI-18 : Services d'information électronique.	
Principales interdépendances	B1-30, B1-31, B1-80, B1-105	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt maintenant ou vers [date])
	État de préparation des normes	2023
	Disponibilité de l'avionique	2023
	Disponibilité de l'infrastructure	2023
	Disponibilité des systèmes au sol	2023
	Procédures disponibles	2023
	Approbatons d'exploitation	2023

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Dans le cadre du concept mondial tel qu'il est conçu, l'aéronef est une partie intégrante de l'environnement de gestion du trafic aérien (ATM) coopératif et riche en informations. Au bout du compte l'aéronef devient un nœud ordinaire des processus et de l'infrastructure de gestion de l'information à l'échelle du système (SWIM), capable de participer aux processus de gestion des trajectoires en 4D et aux processus collaboratifs. C'est la disponibilité d'une liaison de données à faibles coûts pour l'échange d'informations stratégiques qui permet à l'aéronef de participer à la SWIM.

1.2 Base de référence

1.2.1 Les modules B1-30 et B1-31 ont créé l'infrastructure SWIM au sol et le modèle de référence de l'information et ont mis en œuvre des processus et applications pour les utilisateurs au sol. Grâce à des liaisons de données comme WiMax, une liaison de données à haute capacité existe pour les

avions à la porte d'embarquement (fin de la phase pré-vol). L'aviation, motivée d'abord par des besoins hors ATM, a accès à des communications satellitaires commerciales.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Ce module permet à l'aéronef d'être entièrement connecté au réseau comme nœud d'information dans la SWIM, et donc de participer pleinement aux processus d'ATM collective. Cela permettra aux avions de fournir des données, y compris des données météorologiques, en plus de les recevoir. La mise en œuvre initiale visera les échanges non critiques pour la sécurité acheminés par liaisons de données commerciales. Les applications de ce module sont intégrées dans les processus et l'infrastructure d'informations qui ont évolué dans le cadre des blocs précédents.

1.3.2 Le module peut alors évoluer sans heurts vers l'utilisation d'autres technologies à mesure que celles-ci deviennent disponibles pour la liaison air-sol lorsque l'avion est en vol. Pour permettre l'ATM coopérative, et les moyens d'échanges d'informations météorologiques dans ce module, l'accès au réseau sur l'aéronef est requis au sol et dans les airs. Toutefois, puisque ces capacités ne sont pas essentielles pour la sécurité, les exigences en matière de sûreté et de fiabilité sont moindres que celles qui concernent les systèmes critiques comme le réseau de liaison numérique VHF (VDL), un système commercial reposant sur des services internet à technologie des cellules pré-caractérisées ou à technologie satellitaire pourraient être utilisé.

2. AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE VISÉE/PARAMÈTRES DE DÉTERMINATION DU SUCCÈS

2.1 Les paramètres pour déterminer le succès du module sont proposés dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Accès et équité</i>	Accès des avions à l'environnement d'information ATM.
<i>Efficacité</i>	Meilleure exploitation des informations météorologiques et autres informations opérationnelles (par exemple situation à l'aéroport) afin d'optimiser la trajectoire.
<i>Environnement</i>	Meilleure exploitation des informations météorologiques afin d'optimiser la trajectoire.
<i>Participation de la communauté ATM</i>	L'avion devient une partie intégrante de la collaboration continue et du fonds général d'informations.
<i>Prévisibilité</i>	Anticipation de situations qui ont une incidence sur le vol grâce à l'accès à des informations pertinentes.
<i>Sécurité</i>	Anticipation de situations dangereuses ou qui compromettent la sécurité et ont une incidence sur le vol grâce à l'accès à des informations pertinentes.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	L'analyse de rentabilité sera établie dans les programmes pertinents de validation.
<i>Performances humaines</i>	Un élément critique est l'intégration des nouveaux processus d'information dans les tâches du pilote ; ces processus peuvent également impacter les fonctions respectives de l'équipage de l'avion et des agents techniques d'exploitation des compagnies aériennes. L'utilisation des applications lors de conditions de vol exigeantes devra être soigneusement étudiée. Une formation sera nécessaire.

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 Des procédures devront être définies. Elles définiront les conditions d'accès à l'information et l'utilisation des applications prises en charge, selon les caractéristiques de celles-ci et des canaux de communication disponibles, en particulier la sécurité, la sûreté et le temps d'attente.

4. CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME

4.1 Avionique

4.1.1 Les technologies habilitantes sont en cours d'élaboration. La plus importante est la disponibilité d'une combinaison appropriée de liaisons de données air-sol pour prendre en charge les applications de sécurité et hors sécurité.

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 Les technologies habilitantes sont en cours d'élaboration.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 Un élément critique est l'intégration des nouveaux processus d'information dans les tâches du pilote ; ces processus peuvent également impacter les fonctions respectives de l'équipage de l'avion et des agents techniques d'exploitation des compagnies aériennes.

5.1.2 L'utilisation des applications dans des conditions de vol exigeantes devra être étudiée soigneusement. Ce module en est encore à la phase de recherche-développement de sorte que les considérations relatives aux facteurs humains sont encore en cours d'identification par la modélisation et des tests bêta. Les éditions futures du présent document deviendront plus spécifiques quant aux processus et procédures nécessaires pour prendre en compte les aspects relatifs aux facteurs humains. On mettra particulièrement l'accent sur l'identification des problèmes éventuels d'interface humain-machine et sur la détermination de stratégies d'atténuation des hauts risques afin d'en tenir compte.

5.2 Exigences en matière de formation et de qualifications

5.2.1 Au stade final, ce module contiendra plusieurs exigences relatives à la formation du personnel. À mesure qu'elles seront élaborées, elles seront incluses dans la documentation d'appui du module et leur importance sera signifiée. De même, les exigences en matière de qualifications qui seront recommandées deviendront partie intégrante des exigences réglementaires avant la mise en œuvre de cette amélioration des performances.

6. **BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION
ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)**

- Réglementation/normalisation : de nouvelles normes et orientations seront nécessaires pour habilitier l'aéronef à participer en tant que nœud complet d'informations et pour une pleine participation à l'ATM coopérative.
- Plans d'approbation : à déterminer.

7. **ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES
AU MOMENT DE LA RÉDACTION)**

7.1 **Essais prévus ou en cours**

États-Unis : il est prévu de débiter un accès embarqué à des simulations SWIM en 2012, avec des essais opérationnels multiples en 2013-2014. Les spécifications et les performances exigées attendues devront être définies dans le cadre des essais.

8. **DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE**

8.1 **Éléments indicatifs**

- Doc 9965, *Manuel sur l'information sur les vols et les courants de trafic pour l'environnement collaboratif (FF-ICE)*.

Domaine d'amélioration des performances 2 : Interopérabilité mondiale des systèmes et des données — par la gestion de l'information et l'interopérabilité dans l'ensemble du système (SWIM), à l'échelle mondiale

Continuum : Meilleurs renseignements météorologiques

PROJET

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE N° B0-105 : RENSEIGNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES À L'APPUI D'UN
RENFORCEMENT DE L'EFFICACITÉ OPÉRATIONNELLE ET DE LA SÉCURITÉ**

Résumé	Renseignements météorologiques mondiaux, régionaux et locaux : d) prévisions fournies par les centres mondiaux de prévisions de zone (WAFC), les centres d'avis de cendres volcaniques (VAAC) et les centres d'avis de cyclones tropicaux (TCAC) ; - e) f) avertissements d'aérodrome pour donner des informations concises sur les conditions météorologiques susceptibles de nuire aux aéronefs à un aérodrome, y compris sur le cisaillement du vent ; - g) h) SIGMET pour donner des informations sur l'observation ou la prévision de phénomènes météorologiques spécifiques en route pouvant nuire à la sécurité des opérations aériennes. Ces renseignements étayent une gestion souple de l'espace aérien, une meilleure conscience de la situation et un processus décisionnel collaboratif, ainsi qu'une optimisation dynamique de la planification des trajectoires de vol. Ce module comprend des éléments qui devraient être considérés comme un sous-ensemble de tous les renseignements météorologiques disponibles pouvant être utilisés à l'appui d'une amélioration de l'efficacité opérationnelle et de la sécurité.
Principale incidence sur la performance selon le Doc 9854	KPA-02 – Capacité, KPA-03 – Rapport coût-efficacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-05 – Environnement, KPA-06 – Flexibilité, KPA-07 – Interopérabilité mondiale, KPA-08 – Participation de la communauté ATM, KPA-09 – Prévisibilité, KPA-10 – Sécurité.
Environnement opérationnel/ Phases de vol	Toutes les phases de vol.
Applicabilité	Applicable à la planification des courants de trafic et à toutes les opérations aériennes dans tous les domaines et phases de vol, indépendamment du niveau des équipements de bord.
Composante(s) du concept mondial selon le Doc 9854	OGEA – Organisation et gestion de l'espace aérien ÉDC – Équilibre demande/capacité OA – Opérations d'aérodrome
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-19 : Systèmes météorologiques GPI-6 : Gestion des courants de trafic aérien GPI-16 : Systèmes d'aide à la décision et d'alerte
Interdépendance	Aucune. Les systèmes de renseignement météorologique et les systèmes de diffusion qui les appuient existent actuellement.

Liste de contrôle de l'état de préparation du système mondial		État (prêt, ou date prévue)
	Normes	√
	Avionique	√
	Systèmes au sol	√
	Procédures	√
	Approbations des opérations	√

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Les éléments 1 à 3 de ce module illustrent les renseignements météorologiques mis à disposition par les centres mondiaux de prévisions de zone (WAFC), les centres d'avis de cendres volcaniques (VAAC) et les centres d'avis de cyclones tropicaux (TCAC) qui peuvent être utilisés par la communauté de la gestion du trafic aérien (ATM) à l'appui d'une gestion flexible et dynamique de l'espace aérien, d'une amélioration de la conscience de la situation et d'une prise de décision collaborative et (dans le cas des prévisions du WAFS) d'une optimisation dynamique de la planification des trajectoires de vol.

1.1.2 Les éléments 4 et 5 de ce module illustrent les renseignements météorologiques émis par les centres météorologiques d'aérodrome sous la forme d'avertissements d'aérodrome, d'avertissements et d'alertes de cisaillement du vent (y compris ceux que génèrent les systèmes météorologiques automatisés) qui contribuent à améliorer la sécurité et à maximaliser la capacité des pistes. Dans certains cas, les systèmes utilisés pour la détection du cisaillement du vent (tels que le LIDAR terrestre) ont prouvé leur utilité pour détecter et suivre/surveiller les turbulences de sillage et soutiennent donc aussi l'amélioration de la sécurité et la maximalisation de la capacité des pistes à partir de la prévention des risques de rencontre de turbulences de sillage. En outre, l'élément 6 de ce module décrit les SIGMET, à savoir des renseignements météorologiques fournis par un centre de veille météorologique (WMO) sur des événements graves, observés ou attendus, liés aux turbulences, au givrage dans les nuages d'orage, aux cendres volcaniques, etc. et considérés comme présentant un danger immédiat pour les aéronefs en route.

1.1.3 Il convient de reconnaître que les éléments 1 à 6 mentionnés ici représentent un sous-ensemble de tous les renseignements météorologiques disponibles pouvant être utilisés pour soutenir l'amélioration de l'efficacité opérationnelle et de la sécurité. Parmi les autres renseignements météorologiques de ce type non décrits ici, citons, entre autres, les observations météorologiques, les bulletins et prévisions, les observations et bulletins établis par les aéronefs et les renseignements climatologiques aéronautiques.

1.2 Base de référence

1.2.1 Dans le cadre du système mondial de prévision de zone (WAFS), les WAFC établissent des prévisions mondiales en points de grille pour le vent, la température et l'humidité en altitude, l'altitude géopotentielle des niveaux de vol, le niveau de vol et la température de la tropopause, la direction, la vitesse et le niveau de vol du vent maximal, les cumulonimbus, le givrage et les turbulences en ciel clair et dans les nuages. Ces prévisions mondiales en points de grille sont émises 4 fois par jour, avec une validité fixe de T+0 à T+36, à intervalles de temps de 3 heures. En outre, les WAFC établissent des prévisions mondiales des phénomènes de temps significatif (SIGWX) en code binaire.

Ces prévisions mondiales des phénomènes SIGWX sont émises 4 fois par jour, avec une validité de T+24. Le Royaume-Uni et les États-Unis sont désignés comme États fournisseurs de WAFC. En conséquence, les WAFC de Londres et de Washington mettent les prévisions susmentionnées à la disposition du Service fixe aéronautique (SFA) de l'OACI.

1.2.2 Dans le cadre de la veille des volcans le long des voies aériennes internationales (IAVW), les VAAC réagissent aux notifications d'éruptions volcaniques, effectives ou prévues, ou de présence d'un nuage de cendres volcaniques dans leur zone de responsabilité. Les VAAC analysent les données pertinentes des satellites afin de détecter la présence et l'étendue d'un nuage de cendres volcaniques dans l'atmosphère dans la zone concernée et mettent en œuvre leur modèle numérique de circulation/dispersion des nuages de cendres volcaniques en vue de prévoir les déplacements de tout nuage de cendres détecté ou signalé. En appui, les VAAC utilisent aussi les observations en surface et les comptes rendus des pilotes pour soutenir la détection des nuages de cendres volcaniques. Les VAAC émettent des avis (sous forme de texte en langage clair et sous forme graphique) sur l'étendue et la direction prévue du nuage de cendres volcaniques, avec une validité fixe de T+0 à T+18, à intervalles de temps de 6 heures. Les VAAC émettent ces prévisions au moins toutes les six heures jusqu'à ce que le nuage de cendres volcaniques ne soit plus identifiable à partir des données des satellites, que plus aucun signalement de nuage de cendres volcaniques ne parvienne de la zone et qu'aucune nouvelle éruption du volcan ne soit signalée. Les VAAC maintiennent une veille 24 heures sur 24. L'Argentine, l'Australie, le Canada, la France, le Japon, la Nouvelle-Zélande, le Royaume-Uni et les États-Unis sont désignés (par accord régional de navigation aérienne) comme États fournisseurs de VAAC. En conséquence, les VAAC de Buenos Aires, Darwin, Montréal, Toulouse, Tokyo, Wellington, Londres, Anchorage et Washington mettent les avis susmentionnés à la disposition du SFA de l'OACI.

1.2.3 Les TCAC suivent la formation de cyclones tropicaux dans leur zone de responsabilité, à l'aide des données pertinentes provenant des satellites, des données fournies par les radars météorologiques et d'autres renseignements météorologiques. Les TCAC sont des centres météorologiques désignés par un accord régional de navigation aérienne, sur les conseils de l'Organisation météorologique mondiale (OMM). Les TCAC émettent des avis (sous forme de texte en langage clair et sous forme graphique) concernant la position du centre du cyclone tropical, sa direction et sa vitesse de déplacement, la pression au centre et le vent maximal à la surface près du centre, avec une validité fixe de T+0 à T+24, à intervalles de temps de 6 heures. Les TCAC émettent des mises à jour de leurs avis pour chaque cyclone tropical, selon les besoins, mais au moins toutes les six heures. L'Australie, Fidji, la France, l'Inde, le Japon et les États-Unis sont désignés (par un accord régional de navigation aérienne) comme États fournisseurs de TCAC. Les avis susmentionnés sont mis à disposition sur le SFA de l'OACI, via les TCAC situés à Darwin, Nadi, La Réunion, New Delhi, Tokyo, Honolulu et Miami.

1.2.4 Les avertissements d'aérodrome donnent des renseignements concis sur les conditions météorologiques, observées ou prévues, qui pourraient nuire aux aéronefs au sol, y compris aux aéronefs en stationnement, et aux installations et services d'aérodrome.

1.2.5 Des avertissements de cisaillement du vent sont établis pour les aérodromes où il est estimé que le cisaillement du vent est un facteur à prendre en considération. Les avertissements de cisaillement du vent donnent des renseignements concis sur l'existence, observée ou prévue, d'un cisaillement du vent susceptible de mettre en difficulté les aéronefs en trajectoire d'approche ou de décollage ou pendant une approche en circuit, à partir du niveau de la piste jusqu'à une hauteur de 500 m au-dessus de ce niveau, et les aéronefs sur la piste pendant le roulement à l'atterrissage ou au décollage. Il convient de noter que là où il a été prouvé que la topographie locale génère un cisaillement du vent

notable à des hauteurs supérieures à 500 m au-dessus du niveau de la piste, le plafond de 500 m ne sera pas considéré comme une limite.

1.2.6 Les SIGMET sont des renseignements qui décrivent la localisation de phénomènes météorologiques spécifiques en route, susceptibles de nuire à la sécurité des opérations aériennes. Les SIGMET sont émis par les MWO pour des phénomènes tels que des orages, des turbulences, du givrage, une onde orographique, des radiations, des nuages de cendres volcaniques et des cyclones tropicaux. Ces deux dernières catégories de SIGMET reposent sur les renseignements fournis par les avis appropriés des VAAC et TCAC respectifs.

1.3 Changements apportés par ce module

1.3.1 La disponibilité mondiale de renseignements météorologiques tels que ceux fournis dans le cadre du WAFS et de l'IAVW améliore le processus décisionnel pré-tactique et/ou tactique pour la surveillance des aéronefs, la gestion des courants de trafic aérien et l'acheminement flexible/dynamique des aéronefs. Des renseignements similaires sont aussi fournis par les TCAC et les MWO à l'appui des décisions ATM. La disponibilité locale des avertissements d'aérodrome, des avertissements et alertes de cisaillement du vent (là où le cisaillement du vent est un facteur à prendre en considération) contribue à améliorer la sécurité et à maximaliser la capacité des pistes pendant des conditions météorologiques néfastes. Des systèmes de détection du cisaillement du vent peuvent, dans certains cas, être utilisés pour détecter et suivre/surveiller des turbulences de sillage.

1.4 Élément 1 : Le WAFS

1.4.1 Le WAFS est un système mondial dans le cadre duquel deux WAFC désignés fournissent des prévisions météorologiques aéronautiques en route, dans des formats normalisés et uniformes. Les prévisions en points de grille sont établies par les WAFC dans une grille régulière ayant une résolution horizontale de 1,25 degré de latitude et de longitude et sont émises dans le format binaire du code GRIB prescrit par l'OMM. Les prévisions de temps significatif (SIGWX) sont émises par les WAFC conformément aux dispositions de l'Annexe 3 – *Assistance météorologique à la navigation aérienne internationale* (Chapitre 3 et Appendice 2), dans le format binaire du code BUFR prescrit par l'OMM et sous la forme de cartes au format PNG comme moyen structuré de sauvegarde. L'OACI gère le WAFS en collaboration avec les États fournisseurs de WAFC et avec les organisations internationales concernées, par le biais du Groupe d'Exploitation du Système mondial de prévisions de zone (WAFSOPSG).

1.5 Élément 2 : L'IAVW

1.5.1 L'IAVW garantit la mise en œuvre des dispositions internationales relatives à la surveillance de la présence de nuages de cendres volcaniques dans l'atmosphère et à la communication d'avis de cendres volcaniques aux MWO et aux exploitants d'aéronefs. C'est sur la base de ces avis que les MWO émettent des SIGMET sur ces événements. L'IAVW repose sur la coopération entre les unités opérationnelles, aéronautiques et autres, qui utilisent les renseignements tirés de sources et réseaux d'observation fournis par les États pour la détection de nuages de cendres volcaniques dans l'atmosphère. Les prévisions des neuf VAAC désignés sont émises en langage clair et sous la forme de cartes au format PNG. Les avis de cendres volcaniques sont élaborés par les VAAC conformément à l'Annexe 3 (Chapitre 3 et Appendice 2). L'OACI gère l'IAVW en collaboration avec les États fournisseurs de VAAC et avec les organisations internationales concernées, par le biais du Groupe de l'Exploitation de la Veille des volcans le long des voies aériennes internationales (IAVWOPSG). En outre, l'OACI reconnaît que les observatoires volcanologiques nationaux jouent un rôle important dans le cadre de l'organisation

mondiale des observatoires volcaniques, en fournissant des informations sur la pré-éruption et l'éruption de volcans.

1.6 **Élément 3 : Veille des cyclones tropicaux**

1.6.1 En vertu d'un accord régional de navigation aérienne, les TCAC surveillent la formation, le mouvement et la dissipation des cyclones tropicaux. Les prévisions des TCAC sont émises en langage clair et sous la forme de graphiques. Les avis de cyclones tropicaux sont élaborés par les TCAC conformément à l'Annexe 3 (Chapitre 3 et Appendice 2). C'est sur la base de ces avis que les MWO respectifs émettent des SIGMET sur ces événements.

1.7 **Élément 4 : Avertissements d'aérodrome**

1.7.1 Les avertissements d'aérodrome donnent des renseignements concis sur les conditions météorologiques susceptibles de nuire aux aéronefs au sol, y compris aux aéronefs en stationnement, et aux installations et services d'aérodrome. Les avertissements d'aérodrome sont émis conformément à l'Annexe 3 (Chapitre 7 et Appendice 6), lorsqu'ils sont nécessaires aux exploitants ou aux services d'aérodrome. Les avertissements d'aérodrome devraient concerner la survenance, observée ou prévue, d'un ou plusieurs des phénomènes suivants : cyclone tropical, orage, grêle, neige, précipitation se congelant, gelée blanche ou givre, tempête de sable, tempête de poussière, vent de sable ou de poussière, vent de surface fort et rafales, grain, gelée, cendres volcaniques, tsunami, dépôt de cendres volcaniques, produits chimiques toxiques et autres phénomènes, comme convenu au niveau local. Les avertissements d'aérodrome sont généralement émis pour des périodes de validité ne dépassant pas 24 heures. Les avertissements d'aérodrome sont diffusés aux personnes concernées au sein de l'aérodrome, conformément aux dispositions locales, et devraient être annulés lorsque le phénomène a cessé de se produire et/ou qu'il n'est plus prévu qu'il se produise à l'aérodrome.

1.8 **Élément 5 : Avertissements et alertes de cisaillement du vent**

1.8.1 Les avertissements de cisaillement du vent sont établis pour les aérodromes où le cisaillement du vent est considéré comme un facteur à prendre en compte, sont émis conformément à l'Annexe 3 (Chapitre 7 et Appendice 6) et sont diffusés aux personnes concernées au sein de l'aérodrome, conformément aux arrangements locaux. Les conditions de cisaillement du vent sont normalement associées aux phénomènes suivants : orages, microrafales, trombes (terrestres ou marines) et fronts de rafales, surfaces frontales, vents de surface forts en présence de certaines caractéristiques topographiques locales, fronts de brise de mer, ondes orographiques (y compris des tourbillons d'aval à basse altitude en région terminale) et inversions de température à basse altitude.

1.8.2 Aux aérodromes où le cisaillement du vent fait l'objet d'une surveillance au moyen d'un équipement sol automatisé de télédétection ou de détection, les alertes de cisaillement du vent produites par un tel système seront diffusées (actualisées au moins toutes les minutes). Les alertes de cisaillement du vent donnent des renseignements concis, à jour, sur l'existence observée d'un cisaillement du vent provoquant une variation de 7,5 m/s (15 kt) ou plus du vent debout/arrière qui pourrait causer des difficultés aux aéronefs sur la trajectoire d'approche finale ou de décollage initiale ou en course de roulement à l'atterrissage ou au décollage.

1.8.3 Dans certains cas, les systèmes utilisés pour la détection du cisaillement du vent se sont révélés utiles pour détecter et suivre/surveiller des turbulences de sillage. Cela pourrait s'avérer bénéfique pour les aérodromes encombrés et/ou complexes (par ex. pistes parallèles proches) car le LIDAR terrestre

d'un aérodrome peut servir à deux usages : les turbulences de sillage posent problème là où le cisaillement du vent n'est pas un facteur à prendre en compte.

1.9 Éléments 6 : SIGMET

1.9.1 Les SIGMET sont des renseignements émis par le MWO de chaque État pour sa FIR et/ou CTA respective. Les SIGMET sont des messages qui décrivent la localisation de phénomènes météorologiques spécifiques en route, susceptibles de nuire à la sécurité des opérations aériennes. Des SIGMET sont généralement émis en cas d'orages, de turbulences, de givrage, d'onde orographique, de nuages de cendres volcaniques, de cyclone tropical et de radiations.

2. AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE ATTENDUE DE LA PERFORMANCE — CRITÈRE D'ÉVALUATION DU SUCCÈS

Domaines clés de performance (KPA)	Amélioration spécifique apportée.
<i>KPA-02 : Capacité</i>	Utilisation optimisée de la capacité de l'espace aérien, pour réaliser les taux de départ et d'arrivée. Critère d'évaluation : Capacité de traitement de l'ACC et capacité aéroportuaire.
<i>KPA-03 : Rapport coût-efficacité</i>	Réduction des coûts par le biais d'une réduction des retards à l'arrivée et au départ (c.-à-d. une réduction de la consommation de carburant). Critère d'évaluation : Consommation de carburant et coûts y afférents.
<i>KPA-04 : Efficacité</i>	L'harmonisation de la circulation aérienne à l'arrivée (de la circulation en route à la zone terminale, puis à l'aérodrome) et l'harmonisation de la circulation aérienne au départ (de l'aérodrome à la zone terminale, puis à la circulation en route) entraîneront une réduction de la durée d'attente à l'arrivée et au départ et donc une réduction de la consommation de carburant. Critère d'évaluation : Consommation de carburant et ponctualité des temps de vol.
<i>KPA-05 : Environnement</i>	Réduction de la consommation de carburant grâce à une optimisation des profils/horaires de départ et d'arrivée. Critère d'évaluation : Consommation de carburant et émissions.
<i>KPA-06 : Flexibilité</i>	Soutient la gestion temporelle pré-tactique et tactique des arrivées et des départs et donc un établissement dynamique de la programmation des vols. Critère d'évaluation : Capacité de traitement de l'ACC et capacité aéroportuaire.
<i>KPA-07 : Interopérabilité mondiale</i>	Exploitation intégrée de porte à porte, par le biais d'un accès commun aux prévisions du WAFS, de l'IAVW et de la veille des cyclones tropicaux et d'une utilisation commune de ces prévisions. Critère d'évaluation : Capacité de traitement de l'ACC.

<i>KPA-08 : Participation de la communauté ATM</i>	Compréhension commune des contraintes opérationnelles, des capacités et des besoins, sur la base de conditions météorologiques attendues (prévisions). Critère d'évaluation : Prise de décision collaborative à l'aérodrome et pendant toutes les phases de vol.
<i>KPA-09 : Prévisibilité</i>	Diminution de la variance entre les horaires de trafic aérien prévus et réels. Critère d'évaluation : Variabilité des heures de vol de cale à cale, erreur/marge de temps de vol intégrée dans les horaires.
<i>KPA-10 : Sécurité</i>	Amélioration de la conscience de la situation et d'une prise de décision cohérente et collaborative. Critère d'évaluation : Occurrences d'incidents.
<i>Analyse coûts/avantages</i>	À élaborer

3. PROCÉDURES REQUISES (AIR ET SOL)

3.1 Aucune nouvelle procédure requise.

3.2 L'Annexe 3 de l'OACI – *Assistance météorologique à la navigation aérienne internationale* prévoit des exigences convenues à l'échelon international concernant, entre autres, le WAFS, l'IAVW, la veille des cyclones tropicaux et les avertissements d'aérodrome, avertissements et alertes de cisaillement du vent et les SIGMET.

3.3 Des éléments indicatifs complémentaires figurent dans plusieurs manuels de l'OACI, notamment, mais sans s'y limiter, dans le *Manuel des pratiques de météorologie aéronautique* (Doc 8896), le *Manuel sur la coordination entre services de la circulation aérienne, services d'information aéronautique et services météorologiques aéronautiques* (Doc 9377), le *Manuel de la veille des volcans le long des voies aériennes internationales – Procédures opérationnelles et liste des points de contact* (Doc 9766) et le *Manuel sur le cisaillement du vent dans les basses couches* (Doc 9817). En outre, le *Manuel sur les nuages de cendres volcaniques, de matières radioactives et de produits chimiques toxiques* (Doc 9691) fournit des orientations détaillées sur, entre autres, l'observation/la détection et la prévision de nuages de cendres volcaniques dans l'atmosphère et sur les effets des cendres volcaniques sur les aéronefs.

3.4 Les plans régionaux de navigation aérienne de l'OACI contiennent des exigences régionales spécifiques concernant l'émission et l'échange de renseignements du WAFS, de l'IAVW et de la veille des cyclones tropicaux.

4. CAPACITÉ REQUISE DU SYSTÈME

4.1 Avionique

4.1.1 Ce module n'exige aucun système avionique nouveau ou supplémentaire.

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 Les ANSP, les exploitants d'aérodrome et les usagers de l'espace aérien peuvent souhaiter mettre en œuvre des fonctionnalités leur permettant d'afficher les renseignements météorologiques disponibles en langage clair ou sous forme graphique. Pour le Bloc 0, les usagers de l'espace aérien peuvent utiliser leur connexion de liaison de données d'AOC vers l'aéronef pour envoyer les renseignements météorologiques, si nécessaire.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 Déclarations générales sur l'incidence des fonctions opérationnelles.

5.1.1.1 Ce module ne nécessitera pas de modifications importantes de la façon dont les fournisseurs de services de navigation aérienne et les usagers obtiennent et utilisent actuellement les renseignements météorologiques disponibles.

5.2 Exigences en matière de formation et de qualifications

5.3 Ce module n'induit aucune exigence nouvelle ou supplémentaire en matière de formation et de qualifications.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

6.1 Ce module n'induit aucun besoin nouveau ou supplémentaire en termes de réglementation/normatisation et de plan(s) d'approbation. Des dispositions concernant le WAFS, l'IAVW et la veille des cyclones tropicaux ainsi que les avertissements d'aérodrome, avertissements et alertes de cisaillement du vent et les SIGMET existent déjà dans l'Annexe 3 de l'OACI, dans les plans régionaux de navigation aérienne et dans des éléments indicatifs complémentaires.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

7.1.1 Les éléments de ce module sont déjà d'usage.

7.2 Éléments 1 à 3

7.2.1 Les renseignements mis à disposition par les WAFS, les VAAC et les TCAC sont accessibles via le SFA de l'OACI et l'Internet public, comme suit :

- a) les émissions par satellite de seconde génération (G2) du système de diffusion par satellite d'informations relatives à la navigation aérienne (SADIS) ;

- b) les émissions par satellite de seconde génération (G2) des systèmes de communications internationales par satellite (ISCS) ;

Note. – Le service ISCS G2 sera retiré par les États-Unis en tant qu'État fournisseur d'ISCS le 1^{er} juillet 2012.

- c) le service sécurisé de protocole de transfert de fichiers (FTP) du SADIS ;
- d) le service de fichiers Internet du système mondial de prévisions de zone (WIFS).

7.2.2 Le Royaume-Uni, en tant qu'État fournisseur du SADIS, met les services a) et c) à disposition des utilisateurs autorisés dans les régions EUR, MID, AFI et dans la partie occidentale de la région ASIA de l'OACI, tandis que les États-Unis, en tant qu'État fournisseur de l'ISCS/WIFS, assurent les services b) et d) aux utilisateurs autorisés du reste du monde.

7.2.3 L'autorisation d'accès aux services SADIS/SADIS FTP et ISCS/WIFS est accordée par l'Administration météorologique de l'État concerné, en concertation avec les utilisateurs.

7.2.4 En plus des services susmentionnés, des avis de cendres volcaniques et de cyclones tropicaux sont disponibles sous format alphanumérique sur le Réseau du service fixe des télécommunications aéronautiques (RSFTA).

7.3 Éléments 4 et 5 :

7.3.1 Les avertissements d'aérodrome sont d'usage courant dans tous les aérodromes du monde (sauf là où l'État a notifié une différence).

7.3.2 Des systèmes spécifiques de détection et d'alerte de cisaillement du vent sont d'usage courant dans tous les aérodromes du monde où le cisaillement du vent est considéré comme un facteur à prendre en compte – par exemple, à l'aéroport de Funchal, à Madère (Portugal), à l'aéroport international de Hong Kong (Hong Kong, Chine) et dans de nombreux aérodromes des États-Unis.

7.4 Activités planifiées ou en cours

7.4.1 Description d'activités planifiées de démonstration et de mise en œuvre pour chaque région connue. Renforcement des dispositions internationales régissant les renseignements météorologiques fournis par les Centres désignés dans les cadres du WAFS, de l'IAVW et de la veille des cyclones tropicaux, ainsi que pour l'élaboration des avertissements d'aérodrome et avertissements et alertes de cisaillement du vent. Examen périodique et, si nécessaire, amendement des dispositions, conformément à la procédure normalisée de l'OACI.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

- Normes de l'OACI et du secteur aéronautique (c.-à-d. MOPS, MASPS, SPR)

- Les normes internationales de l'OACI et de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) pour les renseignements météorologiques (concernant notamment le contenu, le format, la quantité, la qualité, l'opportunité et la disponibilité)

8.2 Procédures

8.2.1 Procédures documentées par les États et les ANSP (à élaborer).

8.3 Éléments indicatifs

- Manuels, Éléments indicatifs et Circulaires de l'OACI. Également tous documents similaires du secteur aéronautique
 - Doc 7192 de l'OACI, *Manuel de formation – Partie F1 – Météorologie pour les contrôleurs de la circulation aérienne et les pilotes*
 - Doc 8896 de l'OACI, *Manuel des pratiques de météorologie aéronautique*
 - Doc 9161 de l'OACI, *Manuel sur l'économie des services de navigation aérienne*
 - Doc 9377 de l'OACI, *Manuel sur la coordination entre services de la circulation aérienne, services d'information aéronautique et services météorologiques aéronautiques*
 - Doc 9691 de l'OACI, *Manuel sur les nuages de cendres volcaniques, de matières radioactives et de produits chimiques toxiques*
 - Doc 9766 de l'OACI, *Manuel de la veille des volcans le long des voies aériennes internationales – Procédures opérationnelles et liste des points de contact*
 - Doc 9817 de l'OACI, *Manuel sur le cisaillement du vent dans les basses couches*
 - Doc 9855 de l'OACI, *Lignes directrices sur l'utilisation de l'Internet public dans des applications aéronautiques*
 - *Guide de l'utilisateur du SADIS*
 - Accord sur le partage des coûts du Système de diffusion par satellite d'informations relatives à la navigation aérienne
-

**MODULE N° B1-105 : AMÉLIORATION DES DÉCISIONS OPÉRATIONNELLES PAR
LE BIAIS DE RENSEIGNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES INTÉGRÉS (SERVICE DE
PLANIFICATION ET SERVICE À COURT TERME)**

Résumé	Ce module permet une identification fiable de solutions lorsque des conditions météorologiques, prévues ou observées, ont une incidence sur les aéroports ou sur l'espace aérien. Il faut une intégration totale entre l'ATM et la météorologie pour garantir que les renseignements météorologiques soient inclus dans la logique d'un processus décisionnel et que l'incidence des conditions météorologiques (les contraintes) soit automatiquement calculée et prise en considération. Les délais de prise de décisions vont de quelques minutes à plusieurs heures ou jours avant l'opération ATM (ce qui comprend la planification du profil de vol optimal et l'évitement tactique en vol de conditions météorologiques dangereuses) afin de permettre, en général, une prise de décision à court terme et des décisions de planification (>20 minutes). Ce module encourage en outre l'établissement de normes pour l'échange mondial de renseignements. Ce module développe, en particulier, le modèle B0-105, qui détaille un sous-ensemble de tous les renseignements météorologiques disponibles pouvant être utilisés à l'appui d'une amélioration de l'efficacité opérationnelle et de la sécurité.
Principale incidence sur la performance selon le Doc 9854	KPA-02 – Capacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-05 – Environnement, KPA-06 – Flexibilité, KPA-09 – Prévisibilité, KPA-10 – Sécurité.
Environnement opérationnel/ Phases de vol	Toutes les phases de vol
Applicabilité	Applicable à la planification des courants de trafic et à toutes les opérations aériennes dans tous les domaines et phases de vol, indépendamment du niveau des équipements de bord.
Composante(s) du concept mondial selon le Doc 9854	OGEA – Organisation et gestion de l'espace aérien ÉDC – Équilibre demande/capacité OA – Opérations d'aéroport
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-19 : Systèmes météorologiques GPI-6 : Gestion des courants de trafic aérien GPI-16 : Systèmes d'aide à la décision et d'alerte
Interdépendance	Module B0-10 : Amélioration des profils en route Module B0-15 : Gestion temporelle des arrivées sur la piste Module B0-35 : Gestion des courants de trafic aérien/Procédures d'exploitation du réseau (AFTM/NOP) et prise de décision collaborative (CDM) Successeur du Module B0-105 : Renseignements météorologiques à l'appui d'un renforcement de l'efficacité opérationnelle et de la sécurité Évolution parallèle au Module B1-15 : Gestion Metroplex des arrivées/des départs (AMAN/DMAN) et gestion connexe DMAN/surface (SMAN) Module B1-35 : Amélioration des NOP, gestion intégrée de l'espace aérien /des courants de trafic

Liste de contrôle de l'état de préparation du système mondial		État (prêt, ou date prévue)
	Normes	Est. 2018
	Avionique	Est. 2018
	Infrastructures	Est. 2018
	Automatisation au sol	Est. 2018
	Procédures	Est. 2018
	Approbations des opérations	Est. 2018

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Ce module améliore la situation de référence actuelle, dans laquelle les décideurs de l'ATM déterminent manuellement le volume de changements de capacités lié à un phénomène météorologique observé ou prévu (par exemple, un orage), comparent manuellement la capacité restante avec la demande, réelle ou projetée, d'utilisation de l'espace aérien ou de l'aérodrome, puis établissent manuellement des solutions ATM lorsque la demande dépasse la capacité limitée par les conditions météorologiques. Ce module améliore aussi la possibilité d'éviter en vol des conditions météorologiques dangereuses, en fournissant des renseignements plus précis sur la localisation, l'étendue, la durée et la gravité du ou des dangers menaçant des vols spécifiques.

1.1.2 Ce module constitue une composante clé de l'évolution des procédures et des capacités d'automatisation, tant embarquées qu'au sol, visant à atténuer les effets de conditions météorologiques dangereuses sur la planification des vols, l'exploitation des vols et la gestion des courants de trafic, tout en permettant à ces utilisateurs de réaliser une utilisation optimale des conditions météorologiques non dangereuses pour le vol. C'est pourquoi le module B1-105 devrait être considéré comme englobant le calendrier envisagé pour les Blocs 1 et 2, de façon à constituer la base du module B3-105.

1.2 Base de référence

1.2.1 Les conditions météorologiques dangereuses pour les vols sont une cause majeure de retards dans nombre de systèmes d'espace aérien. Des recherches ont laissé entendre qu'une part significative de ces retards pourrait être atténuée moyennant une réduction des prévisions météorologiques et une augmentation de leur degré de certitude (la prévision « parfaite ») et si des solutions appropriées de gestion de la circulation aérienne (ATM) intégrant les renseignements météorologiques pouvaient être établies et employées de façon cohérente. Des structures rigides d'espace aérien empêchent souvent l'utilisation cohérente des meilleures solutions ATM. C'est pourquoi il existe un souhait permanent de réduire au maximum l'incertitude des prévisions pour des phénomènes météorologiques et des solutions ATM déterminés.

1.2.2 L'intégration ATM-Météorologie (ci-après appelée Intégration ATM-MET) est définie comme l'inclusion de renseignements météorologiques dans la logique d'un processus décisionnel ou d'une aide à la décision de sorte que l'incidence de la contrainte météorologique soit automatiquement calculée et prise en considération lorsque la décision est prise ou recommandée. En réduisant au minimum la nécessité pour les êtres humains d'évaluer manuellement les contraintes météorologiques et de déterminer l'atténuation la plus appropriée de ces contraintes, l'Intégration ATM-MET permet de toujours identifier et exécuter les meilleures solutions ATM.

1.2.3 Les concepts, capacités et processus réalisés dans ce module s'appliquent à de multiples délais de prise de décision, depuis la préparation des vols jusqu'à la planification tactique en passant par la planification quotidienne. Des améliorations initiales de la planification tactique destinée à éviter des phénomènes météorologiques dangereux sont également envisagées dans ce module mais l'utilisation de capacités embarquées de pointe à cette fin est mise en exergue dans le module B3-105.

1.3 Changements apportés par ce module

1.3.1 La transition aux systèmes et processus incarnés par l'Intégration ATM-MET mène à l'identification et à l'utilisation cohérentes de solutions ATM efficaces sur le plan opérationnel, pour résoudre des déséquilibres entre demande et capacité liés à la météorologie, et permet un évitement tactique de conditions météorologiques dangereuses.

1.3.2 Ce module permet la mise en place de quatre éléments de l'Intégration ATM-MET. Pour ce qui concerne l'espace aérien, le résultat du premier élément, *Renseignements météorologiques*, alimente, via l'automatisation, le deuxième, *Traduction des renseignements météorologiques*. Par le biais de filtres tels que les réglementations relatives à la sécurité et les procédures d'exploitation normalisées, les renseignements météorologiques (observations et prévisions) sont transformés (« traduits ») en un paramètre non météorologique appelé contrainte de l'espace aérien, concept qui permet d'exprimer la capacité attendue de l'espace aérien affecté. Ce paramètre est, à son tour, inséré dans la troisième composante, appelée *Conversion en incidence sur l'ATM*. En comparant les projections de la demande et la capacité telle que limitée par les conditions météorologiques, cette composante transforme (« convertit ») la contrainte de l'espace aérien en une incidence sur l'espace aérien. La quatrième composante, *Aide à la décision ATM*, part des valeurs d'incidence quantifiées de la *Conversion en incidence sur l'ATM* pour élaborer une ou plusieurs solutions ATM tactiques et stratégiques à la contrainte météorologique observée ou prévue.

1.4 Élément 1 : Renseignements météorologiques

1.4.1 Les renseignements météorologiques constituent le surensemble de toutes les observations et prévisions de météorologie aéronautique requises, à la disposition des décideurs de l'exploitant, du fournisseur de services de navigation aérienne (ANSP) et de l'aérodrome. Sont incluses dans ce surensemble les données classées comme renseignements météorologiques faisant autorité, sur la base desquels les décideurs ATM établiront leurs solutions.

1.5 Élément 2 : Traduction des renseignements météorologiques

1.5.1 La traduction des renseignements météorologiques désigne les processus automatisés qui intègrent les renseignements bruts de météorologie aéronautique et les traduisent en contraintes météorologiques caractérisées et en événements seuil d'espace aérien et d'aérodrome. Le processus de traduction des renseignements météorologiques produit une valeur non météorologique qui représente un changement potentiel de la perméabilité de l'espace aérien ou de la capacité de l'aérodrome.

1.5.2 Il est peu probable que les systèmes d'automatisation futurs incorporeront la méthodologie de traduction des renseignements météorologiques sans y inclure aussi les composantes de conversion en incidence sur l'ATM. En tant que tel, cet élément sera probablement plutôt un facilitateur de l'élément suivant et de la totalité du processus qu'un état final intermédiaire.

1.6 Élément 3 : Conversion en incidence sur l'ATM

1.6.1 La composante de conversion en incidence sur l'ATM détermine la capacité prévue de l'espace aérien ou de l'aérodrome telle que limitée par les conditions météorologiques et la compare à la projection de la demande. En cas de déséquilibre entre l'une et l'autre, cette information est introduite dans l'élément d'Aide à la décision de l'ATM et/ou de l'utilisateur du système, afin de guider l'élaboration des stratégies d'atténuation destinées à résoudre ce déséquilibre.

1.7 Élément 4 : Aide à la prise de décisions intégrée tenant compte des renseignements météorologiques

1.7.1 La dernière composante est l'aide à la prise de décisions intégrée tenant compte des renseignements météorologiques et comprend des systèmes et processus automatisés qui génèrent une hiérarchie de stratégies d'atténuation à envisager et exécuter par les décideurs de l'ATM. Les solutions reposent sur les exigences et règles établies par la communauté ATM. Ces améliorations renforcent aussi la communication et la présentation des renseignements météorologiques aux fournisseurs de services et exploitants, afin d'étayer des tactiques d'évitement.

2. AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE OU AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ATTENDUE/CRITÈRE D'ÉVALUATION DU SUCCÈS

<i>Capacité</i>	Les améliorations concernant le contenu, le format, la quantité, la qualité, l'opportunité et la disponibilité des renseignements météorologiques (observations et prévisions) permettront de renforcer la conscience de la situation météorologique, en particulier en termes de localisation, d'étendue, de durée et de gravité des conditions météorologiques dangereuses et de leurs incidences sur l'espace aérien. Ce renforcement permettra, à son tour, d'établir des estimations plus précises de la capacité attendue de cet espace aérien. <u>Critère d'évaluation</u> : meilleurs renseignements météorologiques par rapport au nombre de profils privilégiés par les usagers dont il peut être tenu compte. Utilisation maximale de la capacité disponible de l'espace aérien. <u>Critère d'évaluation</u> : Pour ce qui concerne la capacité, le nombre de profils privilégiés par les usagers dont il peut être tenu compte serait un critère approprié d'évaluation de l'Aide à la prise de décisions intégrée tenant compte des renseignements météorologiques.
<i>Efficacité</i>	Les améliorations concernant le contenu, le format, la quantité, la qualité, l'opportunité et la disponibilité des renseignements météorologiques (observations et prévisions) permettront de renforcer la conscience de la situation météorologique, en particulier en termes de localisation, d'étendue, de durée et de gravité des conditions météorologiques dangereuses et de leurs incidences sur l'espace aérien. <u>Critère d'évaluation</u> : Une amélioration de l'efficacité liée à de meilleurs renseignements météorologiques pourrait se mesurer par le nombre de déviations par rapport aux profils de vol privilégiés par les usagers.

	Des outils avancés d'aide à la prise de décisions, intégrant totalement les renseignements météorologiques, aident les parties intéressées à planifier les routes les plus efficaces possible au vu des conditions météorologiques prévues. <u>Critère d'évaluation</u> : Le nombre de déviations par rapport aux profils de vol privilégiés par les usagers serait un des critères permettant d'évaluer l'amélioration de l'efficacité obtenue grâce à l'Aide à la prise de décisions intégrée tenant compte des renseignements météorologiques.
<i>Environnement</i>	Une planification plus précise pour atténuer les incidences des conditions météorologiques dangereuses aboutit à la détermination de routes plus sûres, plus efficaces, à une réduction de la consommation de carburant et à la réduction des émissions grâce à une diminution des retards/attentes au sol. <u>Critère d'évaluation</u> : On peut s'attendre à une diminution des déroutements et de la variabilité des initiatives connexes de gestion du trafic (TMI).
<i>Flexibilité</i>	Les usagers bénéficient d'une plus grande flexibilité pour sélectionner des trajectoires qui répondent le mieux à leurs besoins, en tenant compte des conditions météorologiques observées et prévues. <u>Critère d'évaluation</u> : On peut s'attendre à une diminution des déroutements et de la variabilité des initiatives connexes de gestion du trafic (TMI).
<i>Prévisibilité</i>	La Traduction des renseignements météorologiques combinée à la Conversion en incidence sur l'ATM renforce la cohérence des évaluations des contraintes météorologiques, ce qui permet aux utilisateurs de planifier des trajectoires probablement plus acceptables du point de vue de l'ANSP. <u>Critère d'évaluation</u> : On peut s'attendre à une diminution des déroutements et de la variabilité des initiatives connexes de gestion du trafic (TMI). En conséquence, les usagers de l'espace aérien pourront transporter moins de réserves de carburant qu'il n'est jugé nécessaire aujourd'hui, ce qui réduit d'autant la consommation de carburant. On peut s'attendre à une diminution des déroutements et de la variabilité des initiatives connexes de gestion du trafic (TMI). En conséquence, les usagers de l'espace aérien pourront transporter moins de réserves de carburant qu'il n'est jugé nécessaire aujourd'hui, ce qui réduit d'autant la consommation de carburant. <u>Critère d'évaluation</u> : Le succès de la Traduction des renseignements météorologiques et de la Conversion en incidence sur l'ATM se mesure, entre autres, par des réductions de la variabilité et du nombre de réactions à des conditions météorologiques données, ainsi que par une diminution des réserves de carburant embarquées pour la même situation météorologique. Les outils avancés d'aide à la décision, intégrant totalement les renseignements météorologiques, génèrent des ensembles de solutions optimaux et cohérents et permettent aux usagers de planifier des trajectoires probablement plus acceptables du point de vue de l'ANSP. On peut s'attendre à une diminution des déroutements et de la variabilité dans d'autres initiatives connexes de gestion du trafic (TMI). Ainsi, les usagers de l'espace aérien pourront transporter moins de réserves de carburant qu'il n'est jugé nécessaire aujourd'hui, ce qui réduit d'autant la consommation de carburant. <u>Critère d'évaluation</u> : Diminution de la variabilité et du nombre de réactions ATM à une situation météorologique donnée ainsi que des réserves de carburant embarquées pour la même situation météorologique.

<i>Sécurité</i>	Les améliorations des renseignements météorologiques renforcent la conscience de la situation chez les pilotes, les AOC et les ANSP, ainsi que la sécurité grâce à la possibilité d'éviter des conditions météorologiques dangereuses. <u>Critère d'évaluation</u> : L'amélioration de la sécurité liée à une amélioration (en quantité, qualité et disponibilité) des renseignements météorologiques se mesurerait par le nombre d'incidents et d'accidents d'aéronefs liés aux conditions météorologiques. Des outils avancés d'aide à la prise de décisions, intégrant totalement les renseignements météorologiques, génèrent des ensembles de solutions qui réduisent au minimum l'exposition du pilote à des conditions météorologiques dangereuses. Combinés à un renforcement de la conscience de la situation des pilotes et des ANSP par rapport aux conditions météorologiques observées et prévues, ils permettent d'éviter des conditions dangereuses. <u>Critère d'évaluation</u> : Diminutions de la variabilité et du nombre de réactions à une condition météorologique donnée ainsi que des réserves de carburant embarquées pour la même condition météorologique.
<i>Analyse coûts/avantages</i>	Les arguments commerciaux en faveur de cet élément restent à déterminer dans le cadre de l'élaboration de ce module général, actuellement au stade de la recherche. L'expérience acquise à ce jour en matière d'utilisation d'outils d'aide à la prise de décisions ATM intégrant des paramètres élémentaires d'intrants météorologiques pour améliorer la prise de décisions ATM par les parties intéressées s'est révélée positive en termes de génération de réponses cohérentes de la part tant de l'ANSP que de la communauté des utilisateurs.

3. PROCÉDURES REQUISES (AIR ET SOL)

3.1 Il existe actuellement des procédures qui permettent aux ANSP et aux utilisateurs de collaborer pour la prise de décisions liées aux conditions météorologiques. Il convient d'étendre ces procédures afin de refléter l'utilisation accrue, par les uns et les autres, des capacités d'automatisation des aides à la prise de décisions. Il faut élaborer des normes internationales pour l'échange d'informations entre systèmes à l'appui des opérations dans le monde, y compris renforcer les normes internationales actuelles relatives à la transmission de renseignements météorologiques aux utilisateurs finals et à la réception de tels renseignements par ces derniers, plus spécialement, par la mise en œuvre d'une norme uniforme pour l'échange de renseignements météorologiques (c.-à-d. WXXM).

4. CAPACITÉ REQUISE DU SYSTÈME

4.1 Avionique

4.1.1 Ce module ne requiert pas d'importants équipements avioniques supplémentaires ni d'installation en rattrapage d'avionique à capacité spécifique. De meilleurs renseignements météorologiques peuvent être diffusés au pilote via les centres des opérations aériennes, les contrôleurs et les liaisons air-sol (par ex. FIS), si disponibles, ou peuvent être affichés dans l'aéronef si des capacités suffisantes y sont installées. Le Module B3-105 vise principalement un usage plus étendu des capacités embarquées pour soutenir l'évitement tactique de conditions météorologiques dangereuses aux conséquences immédiates mais son introduction pourrait commencer dans la période transitoire entre le B1-105 et le B3-105 pour les aéronefs disposant d'équipements suffisants.

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 Le développement de la technologie à l'appui de cet élément inclura la création et la mise en œuvre d'une base de données cohérente, intégrée, en quatre dimensions (4D) des renseignements météorologiques mondiaux (observations et prévisions), avec corrélations (via des échanges d'informations et des normes de communication) entre les systèmes de renseignements météorologiques mondiaux, régionaux ou sous-régionaux.

4.2.2 Le développement de la technologie à l'appui de cet élément inclura l'introduction :

- a) de méthodologies automatisées de traduction des renseignements météorologiques basées sur les besoins opérationnels en cette matière ;
- b) de méthodologies automatisées qui utilisent les données de traduction des renseignements météorologiques pour évaluer l'incidence sur les opérations ATM, pour les courants aériens et les vols spécifiques ;
- c) d'outils d'aide à la prise de décisions, tant pour les ANSP que pour les aéroports et les usagers des aéroports, qui intègrent automatiquement les données de conversion en incidence sur l'ATM et soutiennent la prise de décisions via l'élaboration de propositions de stratégies d'atténuation.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 Ce module nécessitera d'importants changements dans la façon dont les fournisseurs de services et les utilisateurs traitent les conditions météorologiques observées et/ou prévues mises à disposition en tant que renseignements météorologiques. La disponibilité d'outils d'aide à la prise de décisions combinés à une amélioration des renseignements météorologiques, observés et prévus, permettra une élaboration plus efficace et effective de stratégies d'atténuation. Toutefois, il faudra élaborer des procédures et envisager de modifier des aspects culturels liés à la façon dont les décisions sont prises actuellement. De plus, la réalisation d'une « vision commune » des conditions météorologiques entre fournisseurs de services, exploitants d'aéronefs et pilotes exigera de la confiance dans un ensemble unique et commun (une seule source faisant autorité) de renseignements météorologiques.

5.2 Exigences en matière de formation et de qualifications

5.2.1 Un appui automatisé intégrant les renseignements météorologiques est nécessaire pour les exploitants d'aéronefs, les pilotes et les fournisseurs de services. Une formation aux concepts sous-tendant les capacités d'automatisation sera nécessaire pour permettre une intégration effective des outils d'aide à la prise de décisions dans l'exploitation. De plus, il faudra élaborer des procédures renforcées de collaboration en matière de prise de décisions ATM et assurer une formation à ces procédures, ici aussi, pour garantir une utilisation opérationnelle effective.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

6.1 Ce module exige l'élaboration de normes mondiales pour l'échange de renseignements météorologiques, mettant l'accent sur l'échange de renseignements météorologiques numériques en 4D (coordonnées latitudinales, longitudinales, altitudinales et temporelles), et un accord régissant la définition des renseignements météorologiques requis dans l'ère des échanges de renseignements numériques par rapport aux formats graphiques, alphanumériques, binaires et en points de grille traditionnels. Des paramètres normalisés de traduction des renseignements météorologiques et des paramètres de conversion en incidence sur l'ATM devront aussi être élaborés.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

7.1.1 D'importants travaux de recherche et d'analyse sont en cours. L'élaboration du cube de données météorologiques en 4D des États-Unis est en cours. Des décisions concernant les infrastructures internes, les normes d'échange de données et les communications sont sur le point d'être adoptées et des premières démonstrations du système ont eu lieu.

7.2 Activités planifiées ou en cours

7.2.1 Aucune démonstration mondiale n'est planifiée à ce jour pour cet élément. Il est nécessaire de mettre sur pied une activité de ce type dans le cadre de la collaboration concernant ce module.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

8.1.1 Les normes internationales de l'OACI sur les aspects fonctionnels et non fonctionnels pour la définition (de l'incidence), la traduction, la conversion et l'intégration des renseignements météorologiques dans les normes et procédures ATM.

8.1.2 Les normes internationales de l'OACI et de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) pour les échanges de renseignements météorologiques (WXXM).

8.1.3 Dans le cadre de ces recherches, il conviendrait de développer l'utilisation avancée par l'OACI des normes pertinentes, existantes ou en cours d'élaboration, d'autres organisations internationales de normalisation/spécifications (par ex. ISO, OGC) pour l'échange et l'intégration de renseignements météorologiques.

MODULE N° B3-105 : AMÉLIORATION DES DÉCISIONS OPÉRATIONNELLES PAR LE BIAIS DE RENSEIGNEMENTS MÉTÉOROLOGIQUES INTÉGRÉS (SERVICE À COURT TERME ET IMMÉDIAT)

Résumé	Ce module vise à renforcer la prise de décisions ATM à l'échelle mondiale face à des conditions météorologiques dangereuses, dans le contexte de décisions qui devraient avoir un effet immédiat. Ce module s'appuie sur le concept et les capacités d'intégration des renseignements initiaux élaborés dans le cadre du module B1-105. Les points clés sont : a) l'évitement tactique de conditions météorologiques dangereuses, en particulier dans un délai de 0 à 20 minutes ; b) un plus grand usage des capacités embarquées pour détecter des paramètres météorologiques (par ex. turbulences, vents et humidité) ; c) l'affichage des renseignements météorologiques pour améliorer la conscience de la situation. Ce module encourage en outre l'établissement de normes pour l'échange mondial de renseignements.	
Principale incidence sur la performance selon le Doc 9854	KPA-02 – Capacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-09 – Prévisibilité, KPA-10 – Sécurité.	
Environnement opérationnel/ Phase de vol	Tous	
Applicabilité	Applicable à la planification des courants de trafic aérien, aux opérations en route, aux opérations en zone terminale (arrivées/départs) et aux opérations au sol. Les aéronefs sont censés être équipés du système ADS-B IN/CDTI, de capacités embarquées d'observations météorologiques et de capacités d'affichage des renseignements météorologiques, tels que l'EFB.	
Composante(s) du concept mondial selon le Doc 9854	OGEA – Organisation et gestion de l'espace aérien EDC – Équilibre demande/capacité OA – Opérations d'aérodrome SC – Synchronisation de la circulation GC – Gestion des conflits	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-9 : Conscience de la situation GPI-15 : Correspondance entre la capacité d'exploitation IMC et VMC GPI-19 : Systèmes météorologiques	
Interdépendance	Successeur du Module B1-105	
Liste de contrôle de l'état de préparation du système mondial		État (prêt, ou date prévue)
	Normes	Est. 2023
	Avionique	Est. 2023
	Infrastructure	Est. 2023
	Automatisation au sol	Est. 2023
	Procédures	Est. 2023
	Approbations des opérations	Est. 2023

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Ce module se concentre sur l'élaboration des concepts avancés et des technologies nécessaires pour améliorer la prise de décisions ATM mondiale face à des conditions météorologiques dangereuses. Ses principales composantes comprennent un ensemble cohérent et intégré de renseignements météorologiques mis à la disposition de tous les utilisateurs et ANSP, des outils avancés d'aide à la prise de décisions qui utilisent ces renseignements pour évaluer les incidences potentielles de la situation météorologique sur l'exploitation et des outils d'aide à la prise de décisions qui conçoivent des propositions de stratégies d'atténuation pour traiter ces incidences.

1.1.2 Les capacités examinées dans ce module seront surtout utiles aux opérations en vol et pour l'évitement de conditions météorologiques dangereuses en route, en zone terminale et aux aéroports. Toutefois, ce module s'étendra aussi aux capacités de planification initiale avant le vol et de planification des courants de trafic réalisées dans le cadre du module B1-105. Ces capacités de négociation se caractériseront par une interopérabilité mondiale permettant une planification homogène des trajectoires pour les vols internationaux.

1.2 Base de référence

1.2.1 Ce module a pour base de référence les capacités initiales améliorées de prise de décisions opérationnelles mises en service par le module B1-105. Les capacités d'aide à la prise de décisions sont disponibles et intègrent les renseignements météorologiques pour aider les ANSP et les utilisateurs à prendre de meilleures décisions à court terme et en planification (20 minutes ou plus). Une base cohérente, intégrée de renseignements météorologiques est disponible pour tous les ANSP et utilisateurs, en soutien à la prise de décisions ATM. L'ensemble est soutenu par des normes qui facilitent l'échange mondial des renseignements météorologiques pertinents conformément aux performances requises.

1.3 Changements apportés par ce module

1.3.1 Ce module prévoit des extensions à cette base de référence, en mettant l'accent sur la gestion tactique (de 0 à 420 minutes) et sur une plus grande utilisation des capacités embarquées pour la prise de conscience de la situation météorologique et la prise de décisions d'évitement. Il s'attache surtout à fournir des capacités d'automatisation renforcées (en s'appuyant sur le B1-105), pour élaborer des caractérisations de l'espace aérien susceptible d'être affecté par des conditions météorologiques et pour utiliser ces caractérisations en vue de déterminer l'incidence sur les opérations ATM et sur des vols spécifiques.

1.4 Élément 1 : Renseignements météorologiques renforcés

1.4.1 Cet élément se concentre sur la mise au point de renseignements météorologiques renforcés en vue de leur intégration dans la prise de décisions ATM. La portée des renseignements météorologiques à envisager comprend les observations et les prévisions de toute la gamme des phénomènes pertinents pour l'aviation. Cet élément entend aussi mettre plus de caractérisations de l'espace aérien susceptible d'être affecté par des contraintes météorologiques à la disposition des ANSP et des utilisateurs afin que ceux-ci puissent les intégrer directement dans leurs processus décisionnels. Il vise par ailleurs l'élaboration ou la révision de normes mondiales régissant le contenu et le format des renseignements météorologiques, étant donné la migration de formats graphiques, alphanumériques,

binaires ou en points de grille à des représentations quadri-dimensionnelles (4D) des renseignements météorologiques.

1.5 **Élément 2 : Outils d'aide à la prise de décisions intégrant la météorologie**

1.5.1 Cet élément poursuit l'évolution vers l'utilisation, par les ANSP et les utilisateurs, d'outils d'aide à la prise de décisions ATM qui intègrent directement les renseignements météorologiques dans leurs processus. Sur la base des expériences acquises au cours de l'élaboration et du déploiement de capacités initiales dans le cadre du module B1-105, des extensions sont élaborées pour générer des solutions d'atténuation des incidences de la météorologie qui soient plus efficaces et acceptables du point de vue de l'exploitation. Cet élément met également au point des capacités de négociation directe de système à système (tant au sol qu'embarquées) en vue de traiter l'élaboration de décisions ATM acceptables pour les deux parties.

1.6 **Élément 3 : Capacités de traitement des renseignements météorologiques dans le poste de pilotage**

1.6.1 Cet élément se concentre sur les capacités embarquées qui aideront les pilotes à éviter des conditions météorologiques dangereuses et qui amélioreront donc la sécurité. Des capacités telles que l'ADS-B IN, les échanges d'informations air-air et l'intégration de renseignements météorologiques dans les outils automatisés du poste de pilotage sont envisagées. De plus, une disponibilité accrue d'observations météorologiques au niveau de l'aéronef renforcera encore la conscience de la situation et contribuera à améliorer les capacités de prévisions météorologiques. Cet élément doit se concentrer sur l'élaboration de normes harmonisées au niveau mondial pour l'échange de renseignements météorologiques à l'appui de ces capacités.

2. **AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE ATTENDUE DES PERFORMANCES — CRITÈRE D'ÉVALUATION DU SUCCÈS**

2.1 Pour évaluer l'amélioration opérationnelle découlant de l'introduction de capacités d'informations météorologiques dans le poste de pilotage, les États peuvent utiliser, selon le cas, une combinaison des critères suivants.

<i>Capacité</i>	Une meilleure information sur la localisation, l'étendue, la durée et la gravité des conditions météorologiques dangereuses dans l'espace aérien permet d'estimer avec plus de précision la capacité que l'on peut attendre de cet espace aérien. Des outils avancés d'aide à la prise de décisions intégrant des renseignements météorologiques aident les parties intéressées à évaluer la situation météorologique et à planifier des stratégies d'atténuation qui utilisent au maximum l'espace aérien disponible.
<i>Efficacité</i>	Une meilleure information sur la localisation, l'étendue, la durée et la gravité des conditions météorologiques dangereuses dans l'espace aérien permet de mieux utiliser la capacité disponible et de tenir compte des profils privilégiés par les utilisateurs.
<i>Sécurité</i>	Une meilleure conscience de la situation de la part des pilotes et des ANSP permet d'éviter des conditions météorologiques dangereuses.
<i>Analyse coûts/avantages</i>	Les arguments commerciaux en faveur de cet élément restent à déterminer dans le cadre de l'élaboration de ce module, actuellement au stade de la recherche.

3. PROCÉDURES REQUISES (AIR ET SOL)

3.1 Pour l'essentiel, les procédures requises existent pour permettre aux ANSP et aux utilisateurs de collaborer pour la prise de décisions liées aux conditions météorologiques. Des extensions de ces procédures seront élaborées pour tenir compte de l'utilisation de meilleurs renseignements tirés d'observations et de prévisions météorologiques et pour utiliser les caractérisations de l'espace aérien susceptible d'être affecté par des phénomènes météorologiques. Il convient d'élaborer des normes internationales pour l'échange d'informations entre systèmes, à l'appui de ces améliorations des opérations ATM. Il s'agit notamment d'élaborer des normes mondiales pour la communication de renseignements météorologiques aux aéronefs.

3.2 L'utilisation de capacités embarquées ADS-B/CDTI et autres pour aider les pilotes à éviter des conditions météorologiques dangereuses nécessitera l'élaboration de procédures, notamment concernant les rôles des ANSP. Il faut élaborer des normes internationales pour l'échange de renseignements météorologiques entre les systèmes au sol et les systèmes embarqués, en vue d'appuyer ces opérations. Il s'agit notamment d'élaborer des normes mondiales pour la communication de renseignements météorologiques aux aéronefs.

4. CAPACITÉ REQUISE DU SYSTÈME

4.1 Avionique

4.1.1 Ce module est fort tributaire d'une large disponibilité de capacités embarquées avancées. Des capacités embarquées telles que l'ADS-B/CDTI et les EFB existent, mais le niveau d'équipement est en pleine évolution et des applications sont toujours en cours d'élaboration pour appuyer les objectifs de ce module. De plus, il faudra intégrer des renseignements météorologiques avancés (par ex. post-traités) dans les outils embarqués d'aide à la prise de décisions. Il faudra renforcer les niveaux d'équipement des aéronefs en capteurs météorologiques (par ex. turbulence, humidité, vent), afin d'assurer une conscience tactique de la situation météorologique pour tous les aéronefs dans une zone concernée.

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 Pour ce module à long terme, la technologie nécessaire pour les systèmes au sol est en cours d'élaboration. Les recherches se poursuivent sur des outils d'aide à la prise de décisions qui intègrent directement les renseignements météorologiques et soutiennent la conception automatisée de propositions de stratégies d'atténuation. Ainsi, des outils de résolution de conflits seront alimentés en renseignements météorologiques afin de garantir que des aéronefs ne soient pas acheminés par inadvertance dans des conditions météorologiques dangereuses. Un travail est également requis pour qu'un ensemble commun, harmonisé au niveau mondial, de renseignements météorologiques (une seule source faisant autorité) soit mis à la disposition de tous les ANSP et utilisateurs à des fins de prise de décisions. De plus, l'intégration des capacités automatisées au sol et embarquées, en ce compris l'échange de renseignements météorologiques numériques, est nécessaire pour soutenir un évitement tactique de conditions météorologiques dangereuses.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 Ce module pourrait obliger les fournisseurs de services et les utilisateurs à modifier la façon tactique dont ils traitent les conditions météorologiques, observées et/ou prévues, mises à disposition en tant que renseignements météorologiques. Alors que les pilotes resteront responsables d'une exploitation sûre de leurs aéronefs dans des conditions météorologiques dangereuses, les rôles et responsabilités des contrôleurs (informés par les outils de résolution de conflits) doivent aussi être envisagés afin d'atteindre des approches sûres et efficaces de l'évitement de conditions météorologiques dangereuses. De plus, la réalisation d'une « vision commune » de la situation météorologique entre fournisseurs de services, exploitants d'aéronefs et pilotes exigera de la confiance dans un ensemble unique et commun (une seule source faisant autorité) de renseignements météorologiques.

5.2 Exigences en matière de formation et de qualifications

5.2.1 Un appui automatisé intégrant les renseignements météorologiques est nécessaire pour les exploitants d'aéronefs, les pilotes et les fournisseurs de services. Une formation aux concepts sous-tendant les capacités d'automatisation sera nécessaire pour permettre une intégration effective des outils dans l'exploitation. De plus, il faudra élaborer des procédures renforcées de collaboration en matière d'évitement tactique de conditions météorologiques dangereuses et assurer une formation à ces procédures, ici aussi, pour garantir une utilisation opérationnelle effective.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

6.1 Ce module requiert les actions suivantes :

- a) élaboration de normes mondiales pour l'échange de renseignements météorologiques mettant l'accent sur l'échange de renseignements météorologiques numérisés en 4D (coordonnées latitudinales, longitudinales, altitudinales et temporelles) ;
- b) accord régissant la définition des renseignements météorologiques requis pour l'échange de renseignements numériques par rapport aux formats graphiques, alphanumériques, binaires et en points de grille traditionnels ;
- c) décisions de certification de systèmes embarqués d'affichage et de diffusion de renseignements météorologiques. La diffusion inclut la composante air-sol pour les observations faites à bord des aéronefs (par ex. turbulences et humidité) ainsi que l'éventuel échange air-air de ces observations (par ex. la communication d'informations sur des turbulences aux aéronefs proches) via l'ADS-B.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

7.1.1 Nombre d'États et d'utilisateurs ont eu recours au processus décisionnel collaboratif (CDM) pour élaborer des stratégies coordonnées face à des conditions météorologiques néfastes. Ils ont notamment appliqué des renseignements météorologiques renforcés, issus d'observations et de prévisions, à mesure que ceux-ci devenaient disponibles. La *Federal Aviation Administration* (FAA) des États-Unis et le *National Weather Service* (NWS) des États-Unis poursuivent, par exemple, des recherches sur les prévisions météorologiques pour l'aviation, à tous les horizons temporels de la prise de décisions. Des démonstrations initiales de ces produits proposés se révèlent prometteuses en termes d'amélioration qualitative et quantitative des renseignements météorologiques pouvant servir de base aux décisions ATM à prendre par les ANSP et les utilisateurs.

7.1.2 Comme ce module relève de la catégorie des aspects à long terme, il n'existe que peu d'exemples d'utilisation opérationnelle actuelle. Aux États-Unis, l'expérience de l'utilisation du FIS-B et de l'Alaska Capstone a donné la preuve d'un avantage considérable pour la sécurité grâce à des capacités renforcées d'affichage des renseignements météorologiques dans le poste de pilotage. De plus, pour des aéronefs de l'aviation générale, des fournisseurs privés proposent, en option, la possibilité d'afficher des renseignements météorologiques dans le poste de pilotage. La FAA mène des recherches sur les applications de l'ADS-B IN liées à l'évitement de conditions météorologiques dangereuses via des fonctionnalités du poste de pilotage. En Europe, des capacités telles que le FIS-B sont en cours de mise au point en Suède et en Russie, en vue de mettre à la disposition des pilotes des renseignements météorologiques renforcés. Ces efforts de recherche aux États-Unis et en Europe contribueront au travail requis dans le cadre de ce module.

7.2 Activités planifiées ou en cours

7.2.1 Aucune démonstration mondiale n'est planifiée à ce jour pour ce module. Il convient d'en planifier dans le cadre du processus collaboratif et à titre d'extension d'autres modules.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

8.1.1 Les normes internationales de l'OACI sur les aspects fonctionnels et non fonctionnels pour la définition (de l'incidence), la traduction, la conversion et l'intégration des renseignements météorologiques dans les normes et procédures ATM.

8.1.2 Les normes internationales de l'OACI et de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) pour les échanges de renseignements météorologiques (WXXM).

8.1.3 Dans le cadre de ces recherches, il conviendrait de développer l'utilisation avancée par l'OACI des normes existantes pertinentes ou des normes en cours d'élaboration dans d'autres organisations internationales de normalisation/spécifications (par ex. ISO, OGC) pour l'échange et l'intégration de renseignements météorologiques.

Domaine d'amélioration des performances 3 : Optimisation de la capacité et flexibilité des vols — *par une ATM mondiale collaborative*

Continuum : Libre choix des routes

PROJET

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

MODULE N° B0-10 : AMÉLIORATION DES OPÉRATIONS GRÂCE À DE MEILLEURES TRAJECTOIRES EN ROUTE

Résumé	Permettre l'utilisation de l'espace aérien qui serait autrement exclu (espace aérien à usage spécial) et l'adoption d'itinéraires flexibles adaptés à des circuits de circulation donnés. Le nombre d'itinéraires possibles sera ainsi augmenté, ce qui réduira l'encombrement sur les routes principales et aux points d'intersection de grande activité, et par conséquent la durée des vols et la consommation de carburant.	
Principale incidence sur la performance selon le Doc 9854	Domaines-clés de performance (KPA) : KPA-01 – Accès et équité, KPA-02 – Capacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-05 – Impact environnemental, KPA-06 – Souplesse, KPA-09 – Prévisibilité.	
Environnement opérationnel/phases de vol	En route, région terminale	
Application	Applicable à l'espace aérien en route et en région terminale. Les avantages se feront d'abord sentir au plan local. Plus l'espace aérien touché sera grand, plus les avantages seront importants, en particulier pour les aspects liés aux routes flexibles. Les avantages toucheront particulièrement certains vols et certains courants de trafic. L'application s'étendra naturellement sur une longue période au fur et à mesure du développement du trafic. Les caractéristiques peuvent être introduites graduellement, en commençant par les plus simples.	
Éléments du concept mondial selon le Doc 9854	AOM – Organisation et gestion de l'espace aérien AUO – Opérations des usagers de l'espace aérien DCB – Équilibre entre la demande et la capacité	
Initiatives du Plan mondial (GPI)	GPI-1 : Utilisation flexible de l'espace aérien GPI-4 : Alignement des classifications de l'espace aérien supérieur GPI-7 : Gestion dynamique et flexible des routes dans l'espace aérien GPI-8 : Conception et gestion de l'espace aérien en collaboration	
Interdépendance	Aucune	
Liste de contrôle de l'état de préparation du système mondial		État (prêt, ou date prévue)
	Normes	✓
	Avionique	✓
	Systèmes sol	✓
	Procédures	✓
	Approbation des opérations	✓

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Dans de nombreuses régions, les itinéraires de vol offerts par les services de la circulation aérienne (ATS) sont statiques et lents à s'adapter à l'évolution rapide des besoins opérationnels des usagers, en particulier pour les paires de villes long-courrier. Dans certaines régions du monde, les structures de routes régionales traditionnelles sont dépassées et deviennent des facteurs contraignants en raison de leur manque de souplesse.

1.1.2 Les moyens de navigation des aéronefs modernes sont un argument impératif en faveur du passage d'une structure de routes fixe à une structure plus flexible. Les vents en altitude, qui changent constamment, ont une incidence directe sur la consommation de carburant et, partant, sur le bilan carbone. C'est là que les routes flexibles adaptées au jour le jour peuvent apporter un avantage. Les systèmes de planification des vols perfectionnés actuellement utilisés par les compagnies aériennes permettent maintenant de prédire et de valider des routes optimales sur une base quotidienne. De même, les systèmes sol des services ATS disposent de moyens de communication, de surveillance et de gestion des données de vol considérablement améliorés.

1.1.3 En utilisant les moyens déjà disponibles à bord des aéronefs et dans les systèmes sol de contrôle de la circulation aérienne (ATC), il est désormais possible de passer de routes fixes à des routes flexibles de manière progressive, ordonnée et efficace.

1.2 Base de référence

1.2.1 Le niveau de base pour ce module varie d'un État et d'une région à l'autre. Cependant, bien que certains aspects aient déjà fait l'objet d'améliorations locales, le niveau de base correspond généralement à une fonction d'organisation et de gestion de l'espace aérien caractérisée, à tout le moins en partie, par les éléments suivants : intervention individuelle de l'État, réseau de routes fixes, zones de ségrégation permanentes, navigation classique ou utilisation limitée de la navigation de surface (RNAV), allocation rigide de l'espace aérien entre les autorités civiles et militaires. Lorsqu'elle existe, l'intégration des services ATS civils et militaires a permis d'éliminer certains problèmes, mais pas tous.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Ce module vise à améliorer les profils de vol pendant la phase en route grâce au déploiement et à l'application intégrale de procédures et de fonctionnalités pour lesquelles une solide expérience a déjà été acquise, mais qui n'ont pas été systématiquement exploitées, et qui sont de nature à améliorer l'utilisation de l'espace aérien.

1.3.2 Le module offre l'occasion d'exploiter les moyens fournis par la navigation fondée sur les performances (PBN) pour éliminer les contraintes de conception et permettre des opérations plus flexibles, tout en facilitant le traitement global des courants de trafic.

1.3.3 Le module comprend les éléments suivants :

- a) Planification de l'espace aérien : possibilité de planifier et de coordonner l'utilisation de l'espace aérien et de fournir des informations à son sujet. Cela comprend des applications de prise de décision en collaboration (CDM) pour l'espace aérien en

route permettant de connaître à l'avance les demandes d'utilisation de l'espace aérien, de tenir compte des préférences et de fournir de l'information sur les contraintes ;

- b) Utilisation flexible de l'espace aérien (FUA) permettant aussi bien d'utiliser l'espace aérien qui serait autrement exclu que de réserver des volumes appropriés à des utilisations spéciales ; cet élément comprend la définition de routes conditionnelles ;
- c) Routes flexibles : configurations de routes conçues pour des circuits de circulation particuliers.

1.3.4 Ce module est une première étape vers une organisation et une gestion optimisées de l'espace aérien, qui exigeraient cependant une assistance plus poussée. La mise en œuvre initiale de la PBN et de la RNAV, par exemple, tire profit des technologies sol et embarquées existantes et permet une collaboration élargie entre les fournisseurs de services de navigation aérienne (ANSP) et leurs partenaires : organismes militaires, usagers de l'espace aérien, États voisins.

1.4 **Élément 1 : Planification de l'espace aérien**

1.4.1 La planification de l'espace aérien comprend les activités d'organisation et de gestion de l'espace aérien avant le vol. Dans le présent contexte, elle désigne plus précisément les activités visant à améliorer la conception stratégique par une série de mesures permettant de mieux comprendre l'utilisation prévue de l'espace aérien et d'adapter la conception stratégique par des moyens pré-tactiques ou tactiques.

1.5 **Élément 2 : Utilisation flexible de l'espace aérien (FUA)**

1.5.1 L'utilisation flexible de l'espace aérien (FUA) est un concept de gestion de l'espace aérien selon lequel l'espace aérien ne doit pas être désigné comme un espace purement civil ou purement militaire, mais doit être considéré comme un espace continu dans lequel il faut répondre aux besoins de tous les usagers dans la plus grande mesure possible. Certaines activités exigent la réservation d'un volume d'espace aérien pour un usage exclusif ou spécifique pendant des périodes déterminées, en raison des caractéristiques des profils de vol ou des risques créés par ces activités et de la nécessité d'assurer une séparation effective et sûre par rapport au trafic aérien non participant. L'application efficace et harmonisée de la FUA exige des règles claires et cohérentes pour la coordination civilo-militaire qui doivent prendre en compte les besoins de tous les usagers et la nature de leurs différentes activités. Les procédures de coordination civilo-militaire, pour être efficaces, doivent s'appuyer sur des règles et des normes garantissant un usage efficace de l'espace aérien par tous les usagers. Il est essentiel de favoriser la coopération entre les États voisins et de prendre en compte les opérations transfrontières lorsque l'on applique le concept FUA.

1.5.2 Lorsque différentes activités aéronautiques se déroulent dans le même espace aérien mais à des fins différentes, leur coordination doit viser à la fois la sécurité des vols et l'utilisation optimale de l'espace aérien disponible.

1.5.3 L'exactitude de l'information sur l'état de l'espace aérien et sur la situation concrète de la circulation aérienne, ainsi que la diffusion opportune de cette information aux contrôleurs civils et militaires, ont une incidence directe sur la sécurité et l'efficacité des opérations.

1.5.4 Il est indispensable que toutes les parties qui souhaitent bénéficier des structures de l'espace aérien mises à leur disposition aient accès en temps utile à de l'information à jour sur la situation de l'espace aérien lorsqu'elles déposent ou révisent leurs plans de vol.

1.5.5 L'évaluation à intervalles réguliers de l'utilisation de l'espace aérien est un moyen important d'accroître la confiance entre les fournisseurs de services civils et militaires et les usagers et constitue un outil essentiel pour améliorer la conception et la gestion de l'espace aérien.

1.5.6 La FUA doit être régie par les principes suivants :

- a) La coordination entre les autorités civiles et militaires doit être organisée aux niveaux stratégique, pré-tactique et tactique de la gestion de l'espace aérien grâce à l'établissement d'accords et de procédures pour accroître la sécurité et la capacité de l'espace aérien et améliorer l'efficacité et la flexibilité des opérations aériennes ;
- b) La cohérence de la gestion de l'espace aérien, de la gestion des courants de trafic et des services de la circulation aérienne doit être assurée et maintenue aux trois niveaux de gestion de l'espace aérien afin de garantir, dans l'intérêt de tous les usagers, l'efficacité de la planification, de l'allocation et de l'utilisation de l'espace aérien ;
- c) La réservation de l'espace aérien à des fins exclusives ou spécifiques par des catégories d'usagers doit être provisoire, limitée à des périodes liées à un usage effectif et levée dès que l'activité à l'origine de cette réservation est terminée ;
- d) Les États doivent favoriser la coopération en vue de l'application effective et cohérente du concept de FUA à travers les frontières nationales et/ou les limites des régions d'information de vol, et en particulier régler les questions relatives aux activités transfrontières ; cette coopération doit couvrir tous les aspects juridiques, opérationnels et techniques pertinents ;
- e) Les organes ATS et les usagers doivent utiliser l'espace aérien disponible de manière optimale.

1.6 **Élément 3 : Routes flexibles**

1.6.1 L'établissement de routes flexibles consiste à concevoir des routes (ou des trajectoires) tenant compte des circuits de circulation et d'autres facteurs variables comme les conditions météorologiques. Ce concept, utilisé sur l'Atlantique Nord depuis des décennies, peut être élargi pour prendre en compte les courants saisonniers ou de fin de semaine et les événements spéciaux, et s'adapter généralement aux conditions météorologiques, en offrant un éventail de routes plus proches des préférences des usagers pour les courants de trafic visés.

1.6.2 Lorsqu'ils existent déjà, les systèmes de routes flexibles peuvent être améliorés en fonction des nouveaux moyens de l'ATM et des aéronefs, comme la PBN et la surveillance dépendante automatique (ADS).

1.6.3 L'une des applications actuelles de cet élément est la planification dynamique des routes aériennes (DARP) appliquée dans la région Pacifique, qui prévoit des routes flexibles grâce à une

séparation horizontale réduite à 30 NM, associée à la RNP 4, à l'ADS et aux communications contrôleur-pilote par liaison de données (CPDLC).

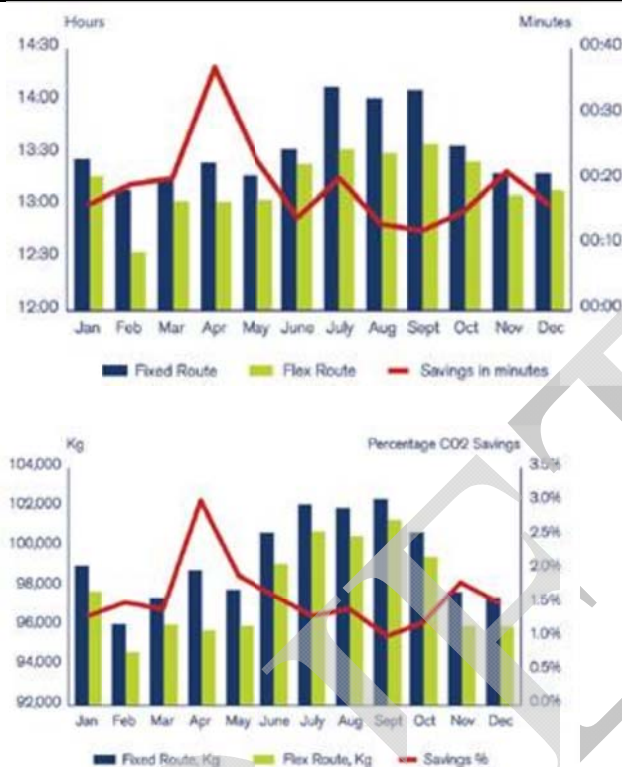
1.6.4 Les conditions météorologiques de convection, en particulier la convection en profondeur associée aux cumulus bourgeonnants et/ou aux cumulonimbus, causent de nombreux retards dans le système actuel en raison des dangers qu'elles présentent (givrage fort, turbulence forte, grêle, orages, etc.), de leur caractère souvent localisé et des échanges intensifs de communications vocales exigés par les réacheminements complexes qu'elles nécessitent en vol. L'automatisation moderne des communications de données permettra de fournir les nouvelles trajectoires visant à éviter ces phénomènes de convection beaucoup plus rapidement et efficacement. Cette amélioration opérationnelle accélérera la délivrance des autorisations et entraînera une réduction des retards et des distances parcourues en conditions de convection.

2. AMÉLIORATION DE PERFORMANCE OPÉRATIONNELLE ATTENDUE

2.1 Des critères permettant de mesurer le succès du module sont proposés dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Accès et équité</i>	Amélioration de l'accès à l'espace aérien grâce à une réduction des zones de ségrégation permanente.
<i>Capacité</i>	Le fait de disposer de plus de routes possibles permet de réduire l'encombrement sur les routes principales et aux points d'intersection de grande activité. L'utilisation flexible de l'espace aérien améliore les possibilités de séparation horizontale des vols. La PBN contribue à réduire l'espacement entre les routes et la séparation entre les aéronefs, ce qui permet de réduire la charge de travail des contrôleurs par vol.
<i>Efficacité</i>	Les différents éléments permettent d'établir des trajectoires plus proches de la trajectoire optimale en réduisant les contraintes qu'impose une configuration permanente. En particulier, le module réduira la longueur des vols et la consommation de carburant et les émissions qui y sont associées. Les économies potentielles représentent une partie importante des lacunes d'efficacité liées à l'ATM. Le module réduira le nombre de déroutements et d'annulations et aidera à éviter les zones sensibles au bruit.
<i>Impact environnemental</i>	La consommation de carburant et les émissions seront réduites, mais la zone de formation des émissions et des traînées de condensation pourra être élargie.
<i>Flexibilité</i>	Les différentes fonctions tactiques permettent de réagir rapidement aux changements de conditions.
<i>Prévisibilité</i>	Grâce à l'amélioration de la planification, les parties prenantes pourront anticiper les situations et mieux s'y préparer.
<i>Rapport coût-efficacité</i>	Élément 2 : FUA À titre d'exemple, plus de la moitié de l'espace aérien des Émirats arabes unis (EAU) est militaire. Actuellement, le trafic civil est concentré dans la partie septentrionale du pays. L'ouverture de cet espace aérien permettrait de réaliser annuellement des économies d'environ :

	a) 4,9 millions de litres de carburant ; b) 581 heures de vol. Aux États-Unis, une étude réalisée pour la NASA par <i>Datta and Barington</i> indique que l'utilisation dynamique de la FUA pourrait apporter des économies allant jusqu'à 7,8 millions de dollars (dollars de 1995). Élément 3 : Routes flexibles. Les premières modélisations de routes flexibles indiquent que sur un vol intercontinental de 10 heures, les compagnies aériennes pourraient réduire le temps de vol de six minutes, la consommation de carburant de 2 % et les émissions de CO₂ de 3000 kg. Ce gain d'efficacité aide directement l'industrie à atteindre ses objectifs environnementaux. Les programmes de routes flexibles ont notamment apporté, dans l'écoulement à l'échelle d'une sous-région, les avantages suivants : a) Une réduction des coûts d'exploitation des vols (1 à 2 % des coûts d'exploitation pour les vols long-courrier) ; b) Une réduction de la consommation de carburant (1 à 2 % sur les vols long-courrier) ; c) Une utilisation plus efficace de l'espace aérien (accès à l'espace aérien situé en dehors de la structure des voies aériennes fixes) ; d) Une planification plus dynamique des vols (possibilité pour les compagnies aériennes de tirer profit des systèmes de planification de vol avancés) ; e) Une amélioration du bilan carbone (réduction de plus de 3000 kg de CO₂ sur les vols long-courrier) ; f) Une réduction de la charge de travail des contrôleurs (aéronefs déployés sur une zone plus large) ; g) Une augmentation de la capacité passagers et fret des vols participants (environ 10 passagers supplémentaires sur les vols long-courrier).
--	---



Comparaison du temps de vol et de la consommation de carburant pour des routes fixes et flexibles sur des vols Sao Paulo-Dubai pendant l'année 2010 (Source : Analyse préliminaire des avantages du système iFLEX de l'IATA)

Dans son rapport, l'équipe spéciale NextGen du RTCA américain estime que le système permettrait de réduire d'environ 20 % les erreurs opérationnelles ; d'accroître la productivité de 5 à 8 % (à court terme ; l'amélioration atteindrait 8 à 14 % sur la durée) ; d'accroître la capacité (non quantifié). Les avantages annuels pour les exploitants se chiffraient en 2018 à 39 000 \$ (en dollars de 2008) par aéronef équipé et atteindraient 68 000\$ par aéronef en 2025, selon la décision d'investissement initiale de la FAA. Dans le scénario débit-capacité élevés, les avantages totaux pour les exploitants s'élèveraient (en dollars de 2008) à 5,7 milliards de dollars sur la durée de vie totale du programme (2014-2032, selon la décision d'investissement initiale de la FAA).

3. PROCÉDURES REQUISES (AIR ET SOL)

3.1 La plupart des procédures requises existent déjà. Elles devront peut-être être complétées au plan local par des éléments indicatifs et des processus pratiques. Cependant, l'expérience d'autres régions peut être utile, et adaptée aux conditions locales.

3.2 L'élaboration de procédures ATM nouvelles et/ou révisées est automatiquement comprise dans la définition et l'élaboration des éléments de la liste. Cependant, étant donné l'interdépendance entre certains des modules, il faut veiller, dans l'élaboration des procédures ATM requises, à assurer une transition cohérente et sans à-coups entre les modules.

3.3 Les besoins de l'espace aérien (RNAV, RNP et valeur de performance requise) peuvent exiger l'élaboration de nouvelles procédures ATS et de nouvelles fonctions des systèmes sol. Certaines des procédures ATS requises pour ce module sont liées aux processus de notification, de coordination et de transfert de contrôle, soutenus par l'échange de messages (Module B0-25).

3.4 **Élément 1 : Planification de l'espace aérien**

3.4.1 Voir les observations générales ci-dessus.

3.5 **Élément 2 : FUA**

3.5.1 La circulaire de l'OACI intitulée *Coopération civilo-militaire dans la gestion du trafic aérien* (Cir 330) contient des éléments indicatifs et des exemples de bonne coopération civilo-militaire. On y reconnaît que la coopération, pour porter fruit, doit reposer sur la communication, l'éducation, le partage et la confiance.

3.6 **Élément 3 : Routes flexibles**

3.6.1 L'harmonisation des opérations sur des routes flexibles dans une région exige l'examen d'un certain nombre de questions et de besoins liés à l'exploitation, par exemple :

- a) l'adaptation des lettres d'entente ;
- b) la révision des procédures pour tenir compte de la possibilité que le transfert du contrôle se fasse à des points de repère autres que les points publiés ;
- c) l'utilisation, comme points d'intersection des limites de secteur ou de région d'information de vol (FIR), de la latitude/longitude ou du relèvement et de la distance par rapport aux points de repère publiés ;
- d) la révision des manuels et des pratiques actuelles des contrôleurs pour déterminer les changements à apporter à ces pratiques pour tenir compte des courants de trafic différents qui seront introduits par les routes flexibles ;
- e) l'identification des besoins de communication et de navigation spécifiques des aéronefs participants ;
- f) l'élaboration de procédures pour aider les services ATC à appliquer les minimums de séparation entre les vols utilisant la structure de voies aériennes fixes et les routes flexibles dans les phases tant stratégique que tactique ;
- g) l'élaboration d'une procédure de transition entre le réseau fixe et l'espace aérien à routes flexibles dans le plan tant horizontal que vertical. Dans certains cas, on pourra envisager d'appliquer les routes flexibles pendant un temps limité (par exemple pendant la nuit). Il faudra alors modifier les procédures ATM pour tenir compte des

circuits de circulation de nuit et permettre la transition entre les routes flexibles de nuit et les voies aériennes fixes de jour ;

h) l'élaboration de programmes de formation pour le personnel ATC.

4. MOYENS REQUIS DU SYSTÈME

4.1 Avionique

4.1.1 Le déploiement de la PBN est en cours. Les avantages qu'elle comporte pour les vols peuvent en faciliter la diffusion, mais elle continuera d'être liée aux moyens des aéronefs.

4.1.2 Le réacheminement dynamique pourra exiger que les aéronefs soient reliés (système d'adressage et de compte rendu d'aéronefs (ACARS)) à leur centre d'exploitation des vols aux fins de la poursuite des vols et du téléchargement des nouvelles routes calculées par le système de planification de vols (FPS) du centre et qu'ils disposent, peut-être, de moyens FANS 1/A pour l'échange d'autorisations avec l'ATC.

4.2 Systèmes sol

4.2.1 La technologie existe déjà. Même la CDM peut être assurée par un portail Internet. Cependant, étant donné que les opérations aériennes sont mondiales, la normalisation de l'information et de sa présentation sera de plus en plus exigée (voir l'enchaînement 30 dans la SWIM).

4.2.2 Le concept FUA de base peut être mis en œuvre avec les techniques existantes. Néanmoins, l'utilisation avancée de routes conditionnelles exigera un système de décision en collaboration solide, comprenant notamment une fonction de traitement et d'affichage des routes flexibles ou directes indiquant la latitude et la longitude. Outre les points de repère publiés, il faut prévoir une fonction de coordination, qu'il faudra peut-être adapter pour permettre le transfert du contrôle au-dessus de points non publiés.

4.2.3 À l'heure actuelle, les systèmes FPS avancés reposent sur la détermination du profil de vol le plus efficient. Ce profil est calculé en fonction des coûts, du carburant, de la durée ou même d'une combinaison de ces facteurs. Toutes les compagnies aériennes utilisent des FPS plus ou moins perfectionnés et automatisés pour aider les agents techniques d'exploitation et les planificateurs de vol à vérifier, à calculer et à déposer les plans de vol.

4.2.4 En outre, les agents techniques d'exploitation devront vérifier que les autorisations de survol sont applicables pour les pays à survoler. Quelle que soit la route calculée, la compagnie aérienne doit toujours s'assurer avec soin que les NOTAM et toute autre condition restrictive sont vérifiés et validés avant de déposer un plan de vol. De plus, la plupart des compagnies aériennes sont tenues de mettre en œuvre un programme de poursuite ou de surveillance des vols pour informer les équipages de tout changement intervenu dans les hypothèses de planification de vol depuis les calculs initiaux.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives au facteur humain

5.1.1 Les rôles et les responsabilités des contrôleurs et des pilotes ne sont pas modifiés. Cependant, le facteur humain a été pris en considération dans l'élaboration des processus et procédures associés à ce module. Lorsque l'automatisation est prévue, l'interface homme-machine a été prise en compte du point de vue tant fonctionnel qu'ergonomique. La possibilité de pannes latentes continue cependant d'exister et la vigilance est de mise dans toutes les opérations de mise en œuvre. Il est également demandé de signaler les problèmes de facteur humain identifiés au cours de la mise en œuvre à la communauté internationale, par l'intermédiaire de l'OACI, dans le cadre de toute initiative de compte rendu sur la sécurité.

5.2 Formation et qualification

5.2.1 La formation nécessaire est d'ores et déjà disponible et le changement est possible du point de vue du facteur humain. Ce module exige une formation en matière de normes et de procédures opérationnelles, sur laquelle on trouvera de l'information dans les documents dont les liens sont indiqués à la section 8 du présent module. De même, les exigences relatives aux qualifications sont incluses dans les exigences réglementaires figurant à la section 6, qui forment partie intégrante de la mise en œuvre de ce module.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : appliquer les exigences publiées, notamment les éléments figurant à la section 8.4.
- Plans d'approbation : à déterminer en fonction des applications régionales. Prendre en compte les mandats régionaux de la PBN, le cas échéant.

6.1 Élément 1 : Planification de l'espace aérien

6.1.1 Voir les observations générales ci-dessus.

6.2 Élément 2 : FUA

6.2.1 Jusqu'à présent, l'article 3 de la Convention de Chicago exclut expressément les aéronefs d'État du champ d'application.

6.2.2 Les différences entre les besoins de l'aviation civile et de l'aviation militaire sont actuellement prises en compte par des politiques de dérogation pour les opérations et les services des aéronefs d'État. Certains États voient déjà une solution possible, pour les aéronefs d'État, dans la compatibilité optimale avec l'aviation civile, tout en répondant aux besoins militaires.

6.2.3 Les dispositions de l'OACI relatives à la coordination civilo-militaire permettant l'utilisation flexible de l'espace aérien figurent dans plusieurs Annexes, PANS et manuels.

6.2.4 L'Annexe 11 — *Services de la circulation aérienne* autorise les États à déléguer la responsabilité de la fourniture de services ATS à un autre État. Cependant, les États conservent la souveraineté sur l'espace aérien ainsi délégué, en vertu de leur adhésion à la Convention de Chicago. Ce facteur peut exiger des efforts ou une coordination additionnels en matière de coopération civilo-militaire et doit être dûment pris en compte dans les accords bilatéraux ou multilatéraux.

6.3 Éléments 3 : Routes flexibles

6.3.1 Lettres d'entente et lettres de coordination : Des lettres d'entente et/ou de coordination peuvent être nécessaires pour consigner les spécificités des opérations sur routes flexibles. Les procédures locales de transfert de contrôle, les horaires et les allocations de fréquences doivent être clairement spécifiés. Une méthode de répartition est également utile pour configurer les principaux courants unidirectionnels, comme les courants EUR-Caraïbes.

6.4 Outil pratique commun : Procédures PBN

6.4.1 Dans le concept d'espace aérien, les exigences PBN varient en fonction des moyens de communication et de surveillance et des moyens ATM, de l'infrastructure d'aides de navigation et des moyens fonctionnels et opérationnels nécessaires à l'application de l'ATM. Les exigences PBN dépendent également des moyens de navigation de repli non-RNAV disponibles et du degré de redondance requis pour assurer une continuité adéquate des fonctions.

6.4.2 Le choix des spécifications PBN pour une région ou un type d'opération doit être fait en consultation avec les usagers de l'espace aérien. Dans certaines régions, la RNAV est suffisante pour obtenir les avantages maximaux, alors que dans d'autres, comme les zones de relief proche à forte pente ou de trafic dense, la RNP la plus stricte peut être nécessaire. Les normes publiques internationales pour la PBN sont encore en évolution. La PBN internationale n'est pas très répandue. Selon l'équipe spéciale pour la PBN mondiale OACI/IATA, les normes et la réglementation internationales en matière de gestion de la circulation aérienne et les normes de vol des États accusent du retard sur les moyens embarqués.

6.4.3 Il est nécessaire d'harmoniser à l'échelle mondiale les spécifications, normes, procédures et pratiques RNP et de définir les fonctions communes des systèmes de gestion de vol pour assurer des procédures RNP prévisibles et répétables, comme les transitions à rayon fixé, les segments RF, l'heure d'arrivée requise (RTA), les routes parallèles décalées, la VNAV, le contrôle 4D, l'ADS-B, la liaison de données, etc.

6.4.4 Il sera peut-être nécessaire d'élaborer un document de gestion des risques de sécurité pour chaque procédure nouvelle ou amendée. Cette exigence prolongera les délais de mise en œuvre des nouvelles procédures, en particulier les procédures de vol fondées sur la PBN.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (À LA DATE DE RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

7.1.1 La plupart des éléments proposés ont déjà été mis en œuvre dans au moins une région.

7.1.2 Il convient de noter plus particulièrement les réalisations ci-après, qui peuvent servir d'exemples de mise en œuvre du module.

7.2 Élément 1 : Planification de l'espace aérien

- **Europe** : La planification de l'espace aérien est mise en œuvre dans les États européens au moyen de cellules de gestion de l'espace aérien et à l'échelle européenne au moyen du plan d'opérations de réseau (NOP), qui fournit des préavis d'activation/désactivation des zones de ségrégation et des routes conditionnelles.
- **LARA** : Le Système local et infrarégional de soutien de la gestion de l'espace aérien (LARA) est une initiative visant à améliorer la gestion de l'espace aérien (ASM) fondée sur les performances.

LARA fournit un logiciel d'application pour l'ASM. Ce système met l'accent sur l'automatisation aux plans local et régional pour la coordination civilo-militaire et militaire-militaire. Il vise à assurer un processus de prise de décision plus efficace et transparent entre les parties prenantes civiles et militaires pour améliorer la performance de l'ATM. LARA fournira également de l'information pour la coordination civilo-militaire à l'échelle du réseau pour appuyer la fonction MILO (fonction d'agent de liaison militaire au sein de l'organisme central de gestion des courants de trafic (CFMU)). L'application LARA servira aux fonctions suivantes :

- a) planification de l'espace aérien : gestion des réservations d'espace aérien ; intégration des données des courants de trafic aérien et de gestion de la capacité (ATFCM) dans le processus de planification de l'espace aérien; facilitation de l'analyse et de l'établissement d'un plan national/régional de l'espace aérien; évaluation des scénarios de réseau proposés et facilitation de la coordination en vue de la prise de décision au plan national ;
- b) situation de l'espace aérien : conscience commune en temps réel de la situation de l'espace aérien ;
- c) statistiques : en collectant des données sur l'espace aérien et en mesurant l'utilisation de l'espace aérien au moyen d'indicateurs de performances clés (KPI) civilo-militaires significatifs, le système LARA constituera des archives de données en vue d'une analyse ultérieure.

Un système de démonstration a été élaboré et essayé avec succès en janvier 2008. En 2009, le premier prototype et plusieurs versions successives du système LARA fondées sur ce prototype ont été livrés. Un essai de prise en charge d'un bloc d'espace aérien fonctionnel Europe centrale (FABEC) est en préparation.

7.3 Élément 2 : Utilisation flexible de l'espace aérien (FUA)

7.3.1 La FUA a été mise en œuvre en Europe dans les années 1990 et est régulièrement améliorée selon les besoins. Elle intègre les caractéristiques de planification de l'espace aérien décrites ci-dessus ainsi que des mécanismes de coordination pour assurer les mesures de coordination tactiques.

7.3.2 La prise de décision en collaboration (CDM) est mise en œuvre au NASCSC américain.

7.4 Éléments 3 : Routes flexibles

- **Atlantique Nord** : Mises en œuvre avec deux systèmes de routes organisées journaliers
- **Japon** : Coordination de l'utilisation de l'espace aérien : Pour coordonner les réacheminements visant à éviter la saturation de l'espace aérien ou les conditions météorologiques dangereuses, le contrôle de la gestion de la circulation aérienne (ATMC) et les compagnies aériennes partagent et utilisent la « liste de réacheminement » des routes entre paires de villes, établie et mise à jour en coordination avec les exploitants et les organes ATC. Cette liste simplifie la coordination et réduit efficacement la demande dans l'espace aérien encombré en plus de servir à déceler les variations dans l'écoulement du trafic. Les grandes compagnies aériennes peuvent assurer la coordination au moyen de postes de travail ATM. L'ATMC coordonne l'utilisation des zones de ségrégation pour les vols IFR avec les agents de liaison militaires, ce qui permet à ces vols d'utiliser ces zones en suivant les instructions ATC. Lorsque des vols IFR doivent pénétrer dans des zones de ségrégation en raison de conditions météorologiques défavorables, l'ATMC est en mesure d'assurer la coordination avec les agents de liaison militaires pour autoriser l'utilisation temporaire des zones d'entraînement ou d'essai militaires.
- **IATA** : L'IATA se propose de réaliser, en collaboration avec les compagnies Emirates Airlines et Delta, une validation de principe de la possibilité de routes flexibles sur les liaisons Dubai – Sao Paulo et Atlanta - Johannesburg respectivement. Le but de ces validations est de recueillir des données sur les performances, de mesurer des résultats tangibles et d'identifier les ajustements à apporter des points de vue opérationnel, procédural et technique. En fonction des résultats de la validation de principe, un essai opérationnel à participation élargie pourra être réalisé. Les compagnies aériennes et les fournisseurs de services de navigation aérienne pourront ainsi tirer profit de l'expérience et fournir des indications utiles sur les possibilités de mise en œuvre de routes flexibles.
- **États-Unis** : La FAA a publié plusieurs procédures PBN pour mettre en œuvre des routes plus directes, permettant de gagner du temps, d'économiser du carburant et de réduire les émissions. Plus précisément, la FAA a publié 50 autorisations RNP requises et 12 routes RNAV.

La compagnie Alaska Airlines économise plus de 217 milles de vol par jour et près de 200 000 gallons de carburant par année grâce à l'utilisation de routes parallèles, ou routes Q, entre Seattle, Portland et Vancouver à une extrémité, et les aéroports de la baie de San Francisco et de la région de Los Angeles à l'autre. Les routes parallèles initiales ont été créées en 2004 en partenariat avec la FAA.

- **Régions océaniques** : Région du Pacifique : Système de planification dynamique des routes aériennes (DARPS), associé à des routes flexibles et à une séparation horizontale réduite à 30 NM grâce à la RNP 4, à la surveillance dépendante automatique (ADS) et aux communications contrôleur-pilote par liaison de données (CPDLC).

7.5 Activités prévues ou en cours

- **Initiative pour réduire les émissions - Asie et Pacifique Sud (ASPIRE)**

En utilisant des technologies de pointe et des procédures océaniques (ATOP) de prévision de conflit et des techniques améliorées de communication avec les exploitants, un petit nombre de vols de démonstration de trajectoires océaniques optimales ont été réalisés en 2008 en partenariat avec Air Europa. Des économies de carburant de 0,5 - 1 % ont été enregistrées au cours de ces vols de démonstration, ce qui a confirmé la valeur du concept. En 2009, 119 autres vols de démonstration de trajectoires océaniques optimales ont été effectués au-dessus de l'Atlantique avec d'autres partenaires. Selon une analyse initiale des données, les économies de carburant réalisées sur ces vols grâce aux nouveaux itinéraires ont été en moyenne de 1,4 %, soit environ 230 gallons de carburant et plus de 2 tonnes de dioxyde de carbone de moins par vol.

Les démonstrations de 2008 et 2009 n'ont porté que sur des routes en direction ouest et des réacheminements latéraux. En 2010, les essais des procédures de réacheminement latéral se sont poursuivis et la FAA a commencé à étudier les avantages de réacheminements dans le plan vertical et en direction est. En outre, des procédures de montée et de descente avec surveillance dépendante automatique en mode contrat ont été appliquées lors d'un essai opérationnel au-dessus de l'océan Pacifique pour étudier une réduction de la séparation en région océanique de 30 à 15 milles, dans le but de permettre des itinéraires plus efficaces et privilégiés par les usagers.

Les États-Unis, l'Australie et la Nouvelle-Zélande ont lancé en 2008 l'initiative ASPIRE. Le Japon s'y est joint en octobre 2009 et Singapour en janvier 2010. United Airlines, Qantas et Air New Zealand ont réalisé les premiers vols de démonstration. Dans son premier vol de démonstration, effectué sur un Boeing 747 entre Honolulu et Osaka, Japan Airlines a étudié des concepts Nextgen tels que la route privilégiée par l'utilisateur et le réacheminement dynamique en vol, ainsi qu'un certain nombre de techniques de réduction de la masse et de la consommation de carburant. Dans les démonstrations de réduction d'émissions porte à porte sur des routes transpacifiques, l'économie moyenne de carburant en route s'est élevée à 2,5 %.

Le rapport annuel de 2009 sur l'initiative ASPIRE, publié avant la participation du Japon, indique que si les 156 vols transpacifiques hebdomadaires reliant l'Australie, la Nouvelle-Zélande, les États-Unis et le Canada appliquaient tous les conditions adoptées pour ses démonstrations, les compagnies aériennes économiseraient plus de 10 millions de gallons de carburant et éviteraient plus de 100 000 tonnes d'émissions de carbone par année. Air New Zealand a inclus l'initiative ASPIRE parmi les facteurs importants ayant contribué à l'économie de carburant de 10 % et à la réduction de plus de 385 000 tonnes d'émissions de carbone qu'elle a enregistrées au cours de l'exercice 2009 par comparaison avec l'année précédente.

- **Procédure de réacheminement dynamique en vol (DARP)**

La procédure DARP consiste à utiliser les six mises à jour des vents et des prévisions de température en altitude effectuées à toutes les heures pour modifier effectivement la planification des vols en route. Ce processus peut être complété au fur et à mesure de la disponibilité des prévisions. La procédure est amorcée lorsque l'aéronef envoie par liaison de données au centre de régulation des vols d'Air New Zealand à Auckland une demande de

DARP. Dès que les dernières prévisions de vent et de température deviennent disponibles, l'agent technique d'exploitation recalcule la trajectoire optimale à partir d'un point prédéterminé situé juste à l'avant de la position actuelle de l'aéronef en vol. Une fois calculée, la trajectoire révisée est transmise à l'équipage sur la liaison montante. L'équipage envoie alors par liaison descendante au centre de contrôle océanique une demande d'itinéraire révisé et, lorsqu'il reçoit l'autorisation, accepte l'itinéraire révisé en le saisissant dans la partie active de l'ordinateur de gestion de vol (FMC). Les économies réalisées varient beaucoup d'un jour à l'autre en fonction de l'exactitude de la prévision initiale, mais en moyenne un vol Auckland-San Francisco économise 70 gallons américains de carburant.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

- Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne - Gestion du trafic aérien*, Chapitre 5

8.2 Éléments indicatifs

- Doc 9426, *Manuel de planification des services de la circulation aérienne*
- Doc 9554, *Manuel concernant les mesures de sécurité relatives aux activités militaires pouvant présenter un danger pour les vols des aéronefs civils*
- Doc 9613, *Manuel de la navigation fondée sur les performances (PBN)*
- Doc 9689, *Manuel sur la méthode de planification de l'espace aérien pour l'établissement de minimums de séparation*
- Manuel de l'OACI sur la prise de décision en collaboration (CDM) et sur la gestion des courants de trafic aérien (ATFM) (en préparation)
- Circulaire 330 AN/189, *Coopération civilo-militaire dans la gestion du trafic aérien*

8.3 Documents d'approbation

- Doc 9426, *Manuel de planification des services de la circulation aérienne*
- Doc 9689, *Manuel sur la méthode de planification de l'espace aérien pour l'établissement de minimums de séparation*
- Doc 9613, *Manuel de la navigation fondée sur les performances (PBN)*
- Doc 9554, *Manuel concernant les mesures de sécurité relatives aux activités militaires pouvant présenter un danger pour les vols des aéronefs civils*
- Circulaire 330 AN/189, *Coopération civilo-militaire dans la gestion du trafic aérien*

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

MODULE N° B1-10 : AMÉLIORATION DES OPÉRATIONS GRÂCE À DES ROUTES ATS OPTIMALES

Résumé	Assurer, grâce à la navigation fondée sur les performances (PBN), un espacement réduit et cohérent entre les routes, des approches courbes, des routes parallèles décalées et une réduction de la taille de l'aire d'attente. Il sera ainsi possible d'adapter de façon plus dynamique la sectorisation de l'espace aérien et de réduire par le fait même l'encombrement potentiel des routes principales et des points d'intersection de grande activité, de même que la charge de travail des contrôleurs. Le but principal est de permettre le dépôt de plans de vol dont une partie importante de l'itinéraire prévu est spécifiée par le profil privilégié de l'utilisateur. La plus grande liberté possible sera accordée dans les limites imposées par les autres courants de trafic. L'avantage global est la réduction de la consommation de carburant et des émissions.	
Principale incidence selon le Doc 9854	KPA-02 – Capacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-05 – Impact environnemental; KPA-06 – Flexibilité.	
Environnement opérationnel/phases de vol	En route, y compris les régions océaniques et éloignées et la TMA	
Application	Région ou sous-région : l'étendue géographique de l'espace aérien d'application doit être suffisamment vaste ; les avantages sont importants lorsque les routes dynamiques peuvent s'appliquer à travers les limites des régions d'information de vol (FIR) plutôt que de forcer le trafic à traverser les limites à des points fixes prédéfinis.	
Eléments du concept mondial selon le Doc 9854	AOM – Organisation et gestion de l'espace aérien	
Initiatives du Plan mondial (GPI)	GPI-1 : Utilisation flexible de l'espace aérien GPI-8 : Conception et gestion de l'espace aérien en collaboration	
Interdépendance	B0-10	
Liste de contrôle de l'état de préparation du système mondial		État (prêt, ou date prévue)
	Normes	✓
	Avionique	✓
	Systèmes sol	✓
	Procédures	2018 (approx.)
	Approbation des opérations	2018 (approx.)

1. EXPOSÉ

1.1 Base de référence

1.1.1 Le niveau de base est l'utilisation de routes publiées et de secteurs fixes, dont certains peuvent être définis de façon flexible grâce à l'utilisation flexible de l'espace aérien (FUA) ou pour tenir compte des courants de trafic et/ou d'autres conditions de vol comme les conditions météorologiques. Les routes publiées ne peuvent tenir compte des besoins de chaque vol car elles sont conçues pour des courants de trafic importants/réguliers ; il est rare, en général, que la route préétablie pour les vols à partir

ou à destination de petits aéroports à trafic peu fréquent soit la route optimale. De plus, les routes publiées offrent peu de latitude après leur publication. Ce problème peut être résolu en autorisant l'aéronef à voler directement d'une position à un autre point situé en aval de sa trajectoire ; cette adaptation, si elle est habituellement avantageuse pour les usagers de l'espace aérien, accroît considérablement la charge de travail des contrôleurs.

1.1.2 En outre, lorsque les courants de trafic et la densité justifient la conception préalable du trafic selon des routes publiées afin de systématiser la gestion du trafic par les services ATC et de maximiser la capacité, la dispersion des erreurs de navigation, surtout pendant les virages des aéronefs équipés de moyens RNAV traditionnels, oblige à appliquer un espacement fondé sur cette dispersion, ce qui empêche une conception efficiente des routes.

1.2 Changements apportés par le module

1.2.1 Ce module offre la possibilité d'exploiter d'autres moyens de la PBN, au-delà des avantages du module B0-10, afin de réduire encore les contraintes à la conception et d'accroître la flexibilité des opérations.

1.2.2 Le module comprend les éléments suivants :

- a) Libre choix des routes ;
- b) Réduction de l'espacement entre les routes ;
- c) Sectorisation dynamique.

1.3 Élément 1 : Libre choix des routes

1.3.1 Le libre choix des routes est la capacité de déposer un plan de vol dont une partie importante au moins n'est pas définie selon les segments de routes publiés, mais spécifiée par les usagers de l'espace aérien. Il s'agit de la route privilégiée par l'utilisateur, pas nécessairement d'une route directe, mais le vol est censé être exécuté le long de la route directe entre deux points de cheminement spécifiés.

1.3.2 Le libre choix des routes peut être assujéti à certaines conditions, en particulier à l'intérieur d'un volume défini d'espace aérien, à certaines heures et pour certains courants. Son utilisation peut être limitée au trafic en deçà d'une certaine densité, pour permettre aux contrôleurs de détecter les conflits et de les résoudre avec des moyens automatisés limités mais tout en restant entièrement en communication.

1.3.3 C'est aussi dans ces conditions de densité que la liberté accrue accordée aux vols individuels comporte le moins de compromis pour les objectifs de capacité de l'ensemble du réseau.

1.3.4 Ce module marquerait le progrès le plus important en matière d'établissement des routes car il offrirait le maximum de liberté individuelle. Cependant, il est également admis, dans le concept mondial, que la liberté individuelle doit parfois céder le pas à la nécessité de traiter les courants de trafic de façon plus collective si l'on veut obtenir la meilleure performance globale.

1.3.5 L'avantage du libre choix des routes réside principalement dans le respect du profil privilégié par l'utilisateur. Les services ATC auront sans doute besoin des outils nécessaires pour suivre les progrès des vols et les coordonner et pour prédire les conflits.

1.4 Éléments 2 : Réduction de l'espacement entre les routes

1.4.1 L'un des principes essentiels du concept PBN est de combiner la précision et la fonctionnalité de la navigation dans des spécifications qui peuvent être adaptées aux opérations.

1.4.2 Au cours des dernières décennies, l'un des problèmes les plus importants qui ont accompagné l'utilisation de la RNAV classique a été non pas la précision obtenue sur les segments droits, mais le comportement des aéronefs dans les phases de transition, en particulier les virages, où l'on a constaté des différences importantes entre les aéronefs et selon les conditions, notamment de vent. En raison de ce problème, il a été impossible d'exploiter la précision intrinsèque à cette procédure et de concevoir de meilleures routes, étant donné qu'il fallait protéger de grands volumes d'espace aérien.

1.4.3 Le présent élément du module ne concerne pas seulement les routes. Il permet aussi d'améliorer d'autres aspects liés à la navigation latérale, que l'on peut résumer comme suit :

- a) Espacement réduit entre les routes, en particulier dans la phase de route ;
- b) Maintien du même espacement sur les tronçons droits et dans les virages sans accroître l'espacement dans le virage ;
- c) Réduction de la dimension de l'aire d'attente pour rapprocher les avions en attente ou leur attribuer des emplacements plus favorables ;
- d) Capacité pour les aéronefs de suivre des routes parallèles décalées tactiques au lieu du guidage radar ;
- e) Facilitation d'approches courbes, particulièrement dans les zones à obstacles.

1.4.4 Le choix d'une spécification PBN appropriée éliminera les lacunes mentionnées plus haut et permettra de concevoir pour les phases de route et la TMA des routes qui exigeront un espacement réduit, ce qui accroîtra immédiatement la capacité de l'espace aérien, la flexibilité de la conception et, de façon générale, l'efficacité des routes.

1.4.5 Il pourra être nécessaire de procéder à une évaluation de sécurité prenant en considération les erreurs opérationnelles avant d'introduire un espacement réduit.

1.5 Éléments 3 : Sectorisation dynamique

1.5.1 L'amélioration de la conception du réseau de routes et la possibilité d'évoluer en dehors d'un réseau de routes fixes donneront lieu à des circuits de circulation et à une concentration de trafic variables. Si la sectorisation vise à créer de la capacité pour les services ATC, la mise en œuvre des éléments énumérés plus haut exige d'adapter la sectorisation de façon dynamique et non pas uniquement dans les phases stratégiques ATC.

1.5.2 Cette sectorisation dynamique peut prendre plusieurs formes, dont les plus complexes/dynamiques, faisant appel à des calculs en temps réel, sont examinées au-delà du bloc 1. Dans le présent module, la sectorisation dynamique se présente sous des formes simples :

- a) Déplacement d'un volume d'espace aérien prédéfini d'un secteur à un secteur adjacent ;

- b) Catalogues de configurations de secteur prédéfinies fondées sur une mosaïque précise de volumes élémentaires, permettant une application plus générale de la forme susmentionnée ;
- c) Secteurs fondés sur une structure de trajectoires organisée (dynamique).

1.5.3 La sectorisation dynamique est appliquée en temps réel en choisissant la configuration la plus appropriée parmi celles qui sont disponibles. À la différence du groupement/dégroupement de secteurs, elle n'a pas d'effet sur le nombre de positions de contrôle actives. La sectorisation dynamique doit être fondée sur une évaluation du trafic prévu dans la prochaine minute/heure.

1.5.4 La sectorisation dynamique peut aussi être appliquée à travers les limites de FIR/ANSP.

2. AMÉLIORATION DE PERFORMANCE OPÉRATIONNELLE ATTENDUE

2.1 Des critères permettant de mesurer le succès du module sont proposés dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Capacité</i>	La disponibilité d'un plus grand éventail de routes possibles permet de réduire l'encombrement potentiel sur les routes principales et aux points d'intersection de grande activité. La charge de travail des contrôleurs par vol est ainsi réduite. Le libre choix des routes étale naturellement le trafic dans l'espace aérien et les interactions potentielles entre les vols, mais il réduit également la « systématisation » des courants et peut donc avoir un effet négatif sur la capacité dans les zones à forte densité s'il ne s'accompagne pas d'une assistance appropriée. La réduction de l'espacement entre les routes permet un réseau de routes qui consomme moins d'espace aérien et une meilleure concordance entre ce réseau et les courants de trafic.
<i>Efficacité</i>	Des trajectoires plus proches de la trajectoire optimale de chaque vol sont rendues possibles par la réduction des contraintes imposées par une configuration permanente et/ou par la diversité de comportement des aéronefs. En particulier, le module réduira la durée de vol et la consommation de carburant et les émissions. Les économies potentielles correspondent à une partie importante des pratiques non efficaces liées à l'ATM. Lorsque la capacité ne présente pas de problème, un plus petit nombre de secteurs est nécessaire, étant donné que l'étalement du trafic ou l'optimisation des routes devrait réduire les risques de conflit. La conception de zones de ségrégation temporaire (TSA) dans les paliers supérieurs est facilitée.
<i>Impact environnemental</i>	Réduction de la consommation de carburant et des émissions, mais élargissement possible de l'aire de formation des émissions et des traînées de condensation.
<i>Flexibilité</i>	Élargissement maximal du choix des routes par l'utilisateur de l'espace aérien. Les concepteurs de l'espace aérien bénéficieront également d'une plus grande latitude pour concevoir des routes correspondant aux courants de trafic naturels.

<i>Rapport coût-efficacité</i>	Il a été démontré que le bilan de rentabilité du libre choix des routes est positif en raison de l'efficacité accrue des routes (routes et profils verticaux améliorés; meilleure résolution des conflits et résolution tactique).
--------------------------------	--

3. **PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)**

3.1 Les besoins de l'espace aérien (RNAV, RNP et valeur des performances et des fonctionnalités requises) peuvent exiger l'élaboration de nouvelles procédures ATM et l'ajout de nouvelles fonctions dans les systèmes sol. Certaines des procédures ATM requises pour ce module sont liées aux processus de notification, de coordination et de transfert de contrôle. Il faut s'assurer que les procédures ATM requises sont élaborées de façon à être appliquées de façon cohérente dans toutes les régions.

4. **MOYENS REQUIS DU SYSTÈME**

4.1 **Avionique**

4.1.1 Les aéronefs doivent être dotés de l'équipement pouvant assurer la précision et les fonctions requises, c'est-à-dire respecter les spécifications PBN appropriées.

4.2 **Systèmes sol**

4.2.1 Une structure de navigation adéquate dans l'espace aérien d'application est nécessaire ; elle pourra être assurée par les aides de navigation au sol. Pour le libre choix des routes, les fonctions de planification des vols et de traitement des données de vol doivent être améliorées pour fournir aux contrôleurs les moyens de comprendre et de visualiser les trajectoires de vol et leurs interactions et pour communiquer avec les contrôleurs voisins.

4.2.2 La sectorisation dynamique exige que la fonction de traitement des données de vol prenne en charge différentes configurations de secteurs et la fonction de groupement/dégroupement de secteurs. Cette fonction est déjà disponible dans de nombreux systèmes aujourd'hui.

5. **PERFORMANCES HUMAINES**

5.1 **Considérations relatives au facteur humain**

5.1.1 Le changement est possible du point de vue des facteurs humains. Les rôles et les responsabilités des contrôleurs et des pilotes ne sont pas modifiés. Le libre choix des routes, si on le compare à un système de routes structuré, peut réduire le nombre d'interactions potentielles entre les vols, mais les rend moins prévisibles et leur configuration plus variable. C'est pourquoi ce choix doit s'appuyer sur une assistance automatisée pour aider les contrôleurs à comprendre et à visualiser les trajectoires de vol et leurs interactions dès que le trafic est significatif. Il est plus facile de mettre en œuvre le libre choix de façon progressive, par exemple en commençant dans les conditions ou périodes de trafic faible. La réduction de l'espacement entre les routes n'a pas d'incidence directe sur les performances humaines.

5.1.2 L'identification des considérations relatives au facteur humain contribue de façon importante à identifier les processus et procédures de ce module. Plus particulièrement, il faudra prendre

en considération l'interface homme-machine liée à l'automatisation de cette amélioration des performances et, au besoin, adopter des stratégies d'atténuation du risque, comme la formation, l'éducation et la redondance.

5.2 Formation et qualification

5.2.1 La formation sur les normes et les procédures opérationnelles sera déterminée en même temps que les normes et les pratiques recommandées nécessaires pour la mise en œuvre de ce module. De même, les exigences en matière de qualification seront déterminées et incluses dans les aspects liés à la préparation de la réglementation pour ce module, à mesure de leur disponibilité.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : utiliser les spécifications actuelles publiées, qui comprennent les documents cités à la section 8.4 :
 - Doc 9426, *Manuel de planification des services de la circulation aérienne*
 - Doc 9689, *Manuel sur la méthode de planification de l'espace aérien pour l'établissement de minimums de séparation*
 - Doc 9613, *Manuel de la navigation fondée sur les performances (PBN)*
 - Doc 9554, *Manuel concernant les mesures de sécurité relatives aux activités militaires pouvant présenter un danger pour les vols des aéronefs civils*
 - Mises à jour du Doc 4444 de l'OACI pour les nouvelles procédures ATS des PANS-ATM
- Plans d'approbation : à déterminer en fonction des applications régionales. Des spécifications PBN spécifiques peuvent être nécessaires.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (À LA DATE DE RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

- **États-Unis** : Les points de cheminement du Navigation Reference System (NRS) [Système de référence de navigation] sont mis en œuvre aux États-Unis depuis 2005. Ces points de cheminement, au nombre d'environ 1600, sont répartis également dans l'ensemble du continent américain. Les vols peuvent utiliser les points de cheminement NRS plutôt que les données VOR pour profiter des moyens RNAV.
- **Europe** : Plusieurs États ont déclaré leur espace aérien « à libre choix de routes » (Irlande, Portugal, Suède) ou prévoient le faire (Albanie, Benelux-Allemagne à l'UAC Maastricht, Chypre, Danemark, Finlande, Estonie, Lettonie, Malte, Norvège 24 heures sur 24 ; Bulgarie, Grèce, Hongrie, Italie, Roumanie, Serbie la nuit).

Une analyse coûts-avantages réalisée en 2001 sur la mise en œuvre d'un espace aérien avec libre choix de routes (FRA) en Europe, initialement prévue pour 2006, contenait les conclusions suivantes :

Il est prévu d'introduire l'espace aérien avec libre choix de routes (FRA) dans huit États européens : Allemagne, Belgique, Danemark, Finlande, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas et Suède. L'analyse repose sur l'hypothèse que le FRA sera introduit à la fin de 2006 au-dessus du niveau de vol 335.

Le coût total de la mise en œuvre du FRA est évalué à 53 millions d'euros environ, dont la plus grande partie sera engagée en 2005 et en 2006. Les avantages (réduction des distances et de la durée des vols grâce à des trajectoires plus directes) pendant la première année d'exploitation, 2007, s'élèveront à 27 millions d'euros et devraient augmenter chaque année avec la croissance du trafic. Le FRA devrait devenir « financièrement avantageux » (c'est-à-dire que les avantages financiers seront supérieurs aux coûts) parce que les coûts seront pour la plupart assumés en une seule fois alors que les avantages s'accumuleront d'année en année. L'analyse coûts-avantages indique que, selon les hypothèses de base, les avantages cumulés dépasseront les coûts en 2009. Sur la durée de vie du projet, qui s'étend sur 10 ans de 2005 à 2014, la valeur actualisée nette du projet est de 76 millions d'euros et son taux de rendement interne (IRR) de 40 %.

Les coûts du FRA ne sont pas à charge égale pour toutes les parties prenantes. Les exploitants d'aéronefs de la circulation aérienne générale (pour la plupart des compagnies aériennes civiles) en seront les bénéficiaires financiers presque exclusifs. Les principaux coûts seront assumés par les fournisseurs de services de la circulation aérienne (ATSP) civils et militaires et les organes de la défense aérienne qui devront modifier leurs systèmes sol. Les coûts qu'ils devront assumer varieront selon l'ampleur des travaux à réaliser pour mettre en œuvre les changements requis par le FRA. Les coûts pour les fournisseurs de services de la circulation aérienne vont de moins d'un million d'euros (Danemark) à 10 millions d'euros (Allemagne).

Les coûts et les avantages approximatifs pour chaque État ont été évalués. L'analyse indique que pour la plupart des États, les coûts totaux de la défense aérienne et du contrôle de la circulation aérienne requis par le FRA seront bien inférieurs aux avantages pour le trafic civil dans ces États. Par exemple, la valeur actualisée nette du FRA pour l'Allemagne s'établit à 53 millions d'euros si l'on compare tous les coûts ATC de la Deutsche Flugsicherung GmbH (DFS) et ceux de la défense aérienne de l'Allemagne aux avantages que la DFS apportera au trafic civil. Pour la Norvège, en revanche, le FRA représente un léger coût net, étant donné que la Norvège doit assumer, pour le mettre en œuvre, des coûts de mise à niveau du système relativement importants. La Belgique et les Pays-Bas constituent un cas particulier. Dans ces États, l'UAC Maastricht apportera des avantages au trafic civil dans le FRA, mais les organismes militaires chargés du contrôle de la circulation aérienne et de la défense aérienne devront quand même supporter des coûts de mise en œuvre du FRA. En particulier, les forces aériennes belges et néerlandaises devront y consacrer plus de 9 millions d'euros, sans en tirer d'avantage financier significatif.

7.2 Activités prévues ou en cours

- **SESAR** : Essais sur des routes privilégiées par l'utilisateur à l'intérieur de blocs d'espace aérien fonctionnels dans une zone et une période de temps prédéterminées en 2012.

Essais d'opérations sur des routes privilégiées par l'utilisateur de la sortie à l'entrée de la TMA en 2014-2015.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Éléments indicatifs

- Doc 9426, *Manuel de planification des services de la circulation aérienne*
- Doc 9554, *Manuel concernant les mesures de sécurité relatives aux activités militaires pouvant présenter un danger pour les vols des aéronefs civils*
- Doc 9613, *Manuel de la navigation fondée sur les performances (PBN)*
- Doc 9689, *Manuel sur la méthode de planification de l'espace aérien pour l'établissement de minimums de séparation*
- Cir 330, *Coopération civilo-militaire dans la gestion du trafic aérien*

8.2 Documents d'approbation

- ICAO Doc 9426, *Manuel de planification des services de la circulation aérienne*
 - ICAO Doc 9689, *Manuel sur la méthode de planification de l'espace aérien pour l'établissement de minimums de séparation*
 - ICAO Doc 9613, *Manuel de la navigation fondée sur les performances (PBN)*
 - ICAO Doc 9554, *Manuel concernant les mesures de sécurité relatives aux activités militaires pouvant présenter un danger pour les vols des aéronefs civils*
 - Mises à jour du Doc 4444 de l'OACI pour les nouvelles procédures ATS des PANS-ATM
-

MODULE N° B3-10 : GESTION DE LA COMPLEXITÉ DU TRAFIC

Résumé	Introduction de la gestion de la complexité pour faire face aux événements et aux phénomènes qui influent sur les courants de trafic en raison de limites physiques, d'impératifs économiques ou d'événements et de conditions particuliers, par l'exploitation de l'information plus précise et plus riche fournie par un ATM fondé sur la SWIM. Les avantages résident entre autres dans une utilisation et une efficacité améliorées de la capacité du système.	
Principale incidence sur la performance selon le Doc 9854	KPA-02 – Capacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-06 – Flexibilité, KPA-09 – Prévisibilité.	
Environnement opérationnel/Phases de vol	Avant et pendant le vol	
Application	Région ou sous-région. Les avantages ne sont significatifs que dans un espace géographique assez grand et que s'il est possible de connaître et de contrôler/optimiser les paramètres pertinents. Les avantages sont surtout sensibles dans l'espace aérien à forte densité.	
Éléments du concept mondial selon le Doc 9854	AOM – Organisation et gestion de l'espace aérien TS – Synchronisation du trafic DCB – Équilibre entre la demande et la capacité	
Initiatives du Plan mondial (GPI)	GPI-6 : Gestion des courants de trafic aérien GPI-8 : Conception et gestion de l'espace aérien en collaboration	
Interdépendance	Suit les modules B1-10, B2-35 Progresse en parallèle avec les modules B3-05, B3-15, B3-25, B3-85	
Liste de contrôle de l'état de préparation du système mondial		État (prêt, ou date prévue)
	Normes	2028 (approx.)
	Avionique	2028 (approx.)
	Systèmes sol	2028 (approx.)
	Procédures	2028 (approx.)
	Approbation des opérations	2028 (approx.)

1. EXPOSÉ**1.1 Généralités**

1.1.1 Avec les opérations basées sur trajectoire, on disposera, dans le bloc 3, de moyens permettant d'optimiser les trajectoires, les courants de trafic et l'utilisation des ressources limitées comme les pistes et la surface. Ce module met l'accent sur les moyens nécessaires pour résoudre les problèmes liés à la complexité accrue de certaines situations de trafic.

1.1.2 Si la gestion des trajectoires individuelles évolue à long terme vers les opérations basées sur trajectoire, un certain nombre d'événements et de phénomènes influent sur les courants de trafic en raison de limites physiques, d'impératifs économiques ou d'événements et de conditions particuliers. L'évolution à long terme de leur gestion est traitée dans ce module par rapport à des densités de trafic

supérieures aux densités actuelles et/ou dans le but d'améliorer les solutions appliquées jusqu'à présent et de fournir des services optimaux tout en se rapprochant des limites du système. C'est ce que l'on appelle « gérer la complexité ».

1.1.3 Le module intègre différents éléments de l'ATM pour produire des avantages supplémentaires en matière de performances et prévoit le perfectionnement des processus DCB, TS et AOM (et peut-être SDM, AUO et AO) pour tirer parti de l'information plus précise et plus riche attendue des opérations basées sur trajectoire (TBO), de la gestion de l'information à l'échelle du système (SWIM) et d'autres progrès à long terme.

1.1.4 Ce domaine fait l'objet de recherches actives, où la recherche de solutions novatrices est sans doute aussi importante que la compréhension des incertitudes inhérentes à l'ATM et des mécanismes et comportements du transport aérien auxquels sont sensibles les performances de l'ATM.

1.2 Base de référence

1.2.1 Avant ce module, la plupart des ingrédients du concept opérationnel mondial ATM auront été progressivement mis en place, encore qu'ils ne l'aient pas été entièrement, à défaut d'une complète diffusion d'un certain nombre de moyens et de facteurs, et en tout cas n'auront pas été entièrement intégrés. Des gains de performance demeurent possibles en résolvant les problèmes soulevés par l'absence d'une intégration optimale.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Le module permet d'optimiser les courants de trafic et l'utilisation des ressources de navigation aérienne. Il vise à faire face à la complexité de l'ATM résultant de la combinaison de plusieurs facteurs : densité accrue, information plus précise sur les trajectoires et leur environnement, processus et systèmes en interaction étroite et recherche de niveaux de performance plus élevés.

2. AMÉLIORATION DE LA PERFORMANCE OPÉRATIONNELLE ATTENDUE

2.1 Des critères permettant de mesurer le succès du module sont proposés dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Capacité</i>	Accroître et optimiser l'utilisation de la capacité du système.
<i>Efficacité</i>	Optimiser l'efficacité globale du réseau.
<i>Flexibilité</i>	Prendre en compte les demandes de changement.
<i>Prévisibilité</i>	Réduire au minimum l'incidence des incertitudes et des événements non prévus sur le bon fonctionnement du système ATM.
<i>Rapport coût-efficacité</i>	À déterminer dans le cadre de la recherche sur le module.

3. PROCÉDURES REQUISES (AIR ET SOL)

3.1 À définir.

4. MOYENS REQUIS DU SYSTÈME

4.1 Le module exploitera la technologie disponible, en particulier la SWIM et la TBO, qui fourniront de l'information précise sur les vols et sur leur environnement. Il reposera probablement aussi sur des moyens automatisés.

4.2 Avionique

4.2.1 Aucune, à part celle requise pour participer à la SWIM et/ou à la TBO.

4.3 Systèmes sol

4.3.1 Utilisation intensive de fonctions automatisées et d'algorithmes avancés pour exploiter l'information.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives au facteur humain

5.1.1 L'intégration poussée de l'information sur le trafic et l'optimisation des processus exigeront sans doute une automatisation très avancée et la création d'interfaces spécifiques pour les opérateurs humains.

5.1.2 Le module est encore à l'étape de la recherche et du développement et les considérations relatives au facteur humain sont en cours d'identification au moyen de modélisations et de tests bêta. Les versions futures du présent document contiendront des renseignements plus précis sur les processus et procédures nécessaires pour prendre en compte les aspects liés au facteur humain. L'accent sera mis en particulier sur les problèmes présentés, le cas échéant, par l'interface homme-machine et sur les stratégies permettant d'atténuer les risques élevés qui y seraient associés.

5.2 Formation et qualification

5.2.1 Les exigences en matière de formation seront élevées, non seulement avant l'entrée en service mais également pour maintenir régulièrement le niveau de compétence.

5.2.2 Le module contiendra, à terme, des exigences relatives à la formation du personnel. Lorsque ces exigences auront été élaborées, elles seront incluses dans la documentation du module et leur importance précisée. De même, les exigences relatives aux qualifications qui pourraient être recommandées feront partie de la réglementation à adopter avant la mise en œuvre de cette amélioration des performances.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : à déterminer
- Plans d'approbation : à déterminer

7. ACTIVITÉS DE MISE EN OEUVRE ET DE DÉMONSTRATION (À LA DATE DE RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

7.1.1 Aucune à ce stade.

7.2 Activités prévues ou en cours

- **Europe :** Un réseau de recherche sur la « complexité », de même que des projets de recherche portant sur certaines des questions pertinentes, ont été créés au sein du programme SESAR.
 - **États-Unis :** Des recherches sont en cours à la NASA et dans les universités.
 - Aucun essai réel n'est prévu dans l'avenir proche.
-

Domaine d'amélioration des performances 3 : Optimisation de la capacité et flexibilité des vols — *par une ATM mondiale collaborative*

Continuum : Exploitation en réseau

PROJET

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE N° B0-35 : AMÉLIORATION DE L'ÉCOULEMENT DU TRAFIC GRÂCE À
UNE PLANIFICATION BASÉE SUR UNE VUE D'ENSEMBLE DU RÉSEAU**

Résumé	La gestion des courants de trafic aérien (ATFM) sert à gérer l'écoulement du trafic de manière à réduire au minimum les retards et à accroître le plus possible l'utilisation de l'ensemble de l'espace aérien. L'ATFM permet de réguler l'écoulement du trafic notamment par l'attribution de créneaux de départ, l'étalement du trafic, la gestion de la vitesse d'entrée dans l'espace aérien le long d'axes de trafic, la gestion des heures d'arrivée aux points de cheminement ou aux limites des régions d'information de vol (FIR)/secteurs et le réacheminement du trafic pour éviter les zones saturées. L'ATFM peut également aider à régler les perturbations du système, notamment les crises causées par des phénomènes humains ou naturels.	
Principale incidence sur la performance selon le Doc 9854	KPA-01 – Accès et équité, KPA-02 – Capacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-05 – Impact environnemental, KPA-08 – Participation de la communauté ATM; KPA-09 – Prévisibilité.	
Environnement opérationnel/Phases de vol	Avant le vol, en partie pendant le vol.	
Application	Région ou sous-région	
Éléments du concept mondial selon le Doc 9854	DCB – Équilibre entre la demande et la capacité TS – Synchronisation du trafic AOM – Organisation et gestion de l'espace aérien	
Initiatives du Plan mondial (GPI)	GPI-1 : Utilisation flexible de l'espace aérien GPI-6 : Gestion des courants de trafic aérien GPI-8 : Conception et gestion de l'espace aérien en collaboration	
Interdépendance	Aucune	
Liste de contrôle de l'état de préparation du système mondial		État de préparation (prêt, ou date prévue)
	Normes	2013
	Avionique	s/o
	Systèmes sol	✓
	Procédures	2013
	Approbation des opérations	2013

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Les techniques et procédures comprises dans ce module prennent en compte l'expérience et l'état le plus récent des systèmes ATFM en place dans certaines régions, qui se sont développés face aux déséquilibres entre la demande et la capacité. Des séminaires sur l'ATFM tenus dans le monde entier et des contacts bilatéraux ont permis de diffuser les bonnes pratiques.

1.1.2 L'expérience indique clairement les avantages que présente une gestion cohérente et collaborative des courants de trafic dans une zone géographique suffisamment grande pour bien tenir

compte des effets de réseau. Le concept d'ATFM et d'équilibre entre la demande et la capacité (DCB) doit être mis davantage à profit chaque fois que cela est possible. L'ensemble du système peut profiter d'améliorations des procédures dans ces domaines et de la création d'outils de collaboration entre les acteurs.

1.1.3 De façon générale, pour atteindre les objectifs visés, à savoir équilibrer la demande et la capacité, réduire les retards au minimum et éviter l'encombrement, les goulots d'étranglement et la surcharge, l'approche ATFM consiste à gérer les courants de trafic en trois phases principales. Chaque vol passe habituellement par ces trois phases avant d'être traité par les services ATC.

1.1.4 La phase ATFM stratégique a lieu entre les quelques mois et les quelques jours qui précèdent le vol. Au cours de cette phase, la demande de trafic aérien prévue et la capacité ATC potentielle sont comparées. Des objectifs sont établis pour chaque organe ATC pour qu'il puisse assurer la capacité requise. Ces objectifs sont révisés tous les mois afin de réduire au minimum l'impact du manque de capacité sur les usagers de l'espace aérien. Parallèlement, on évalue le nombre de vols et les itinéraires prévus par les exploitants afin d'élaborer un schéma d'acheminement du trafic, en équilibrant les courants de trafic, pour garantir l'utilisation maximale de l'espace aérien et réduire les retards au minimum.

1.1.5 L'ATFM pré-tactique désigne les mesures prises dans les derniers jours avant le jour des opérations. En se fondant sur les prévisions de trafic, sur l'information reçue de chaque centre ATC relié au service ATFM et sur les données statistiques et historiques, on établit pour le lendemain un message de notification ATFM (message ANM), qui est approuvé par un processus de collaboration. Le message ANM définit le plan tactique pour la journée suivante (d'opérations) et informe les exploitants d'aéronefs et les organes ATC des mesures ATFM qui seront en vigueur le lendemain. Le but de ces mesures n'est pas de restreindre mais de gérer l'écoulement du trafic de manière à réduire les retards et à utiliser au maximum l'ensemble de l'espace aérien.

1.1.6 L'ATFM tactique désigne les mesures prises le jour des opérations. Les vols effectués pendant cette journée bénéficient des mesures ATFM, c'est-à-dire de l'attribution d'heures de départ individuelles, de réacheminements pour éviter les goulots d'étranglement et de profils de vol de rechange visant un maximum d'efficacité.

1.1.7 Avec le temps, l'ATFM a été utilisé pour résoudre les perturbations du système et évolue maintenant vers la notion de gestion de la performance du réseau, notamment la gestion des crises découlant de phénomènes humains ou naturels.

1.2 Base de référence

1.2.1 Il est difficile de décrire un niveau de base précis. La nécessité de l'ATFM s'est faite jour à mesure qu'augmentait la densité du trafic et elle a pris forme progressivement. Ce besoin s'étend graduellement à tous les continents et même lorsqu'il n'existe pas de problème de capacité globale, il est utile de gérer l'écoulement du trafic dans un volume d'espace aérien d'une échelle supérieure à celle du secteur ou de l'ACC, si l'on veut mieux planifier les ressources, prévoir les problèmes et prévenir les situations non désirées.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 L'ATFM s'est développée progressivement au cours des trente dernières années. L'expérience européenne montre que des étapes clés ont été nécessaires pour pouvoir prédire la charge de trafic du lendemain avec précision, pour s'écarter de mesures définies comme une vitesse d'entrée dans une partie d'espace aérien donnée (et non comme un créneau de départ) pour s'orienter vers des mesures mises en œuvre avant le décollage prenant en considération les courants et la capacité d'une zone élargie. Plus récemment, l'on a reconnu l'importance de proposer des itinéraires de rechange plutôt qu'un simple diagnostic de retard, ce qui empêche la surréservation de capacité. Les services ATFM offrent un éventail de services Internet ou d'entreprise aux organes ATC, aux aéroports et aux exploitants d'aéronefs, ce qui revient à mettre effectivement en œuvre plusieurs applications CDM.

1.3.2 La régulation de l'écoulement du trafic par l'ATFM consiste notamment à adopter les mesures suivantes :

- a) créneaux horaires de départ garantissant qu'un vol sera en mesure de traverser les secteurs qui se trouvent le long de sa trajectoire sans engendrer de courant excédentaire ;
- b) vitesse d'entrée dans une partie donnée d'espace aérien pour le trafic évoluant dans un certain axe ;
- c) heure demandée d'arrivée à un point de cheminement ou à une limite de FIR/secteur le long de la trajectoire ;
- d) distance dans le sillage (MIT) pour étaler le trafic le long d'un axe de trafic ;
- e) réacheminement du trafic pour éviter les zones saturées ;
- f) séquençement des vols au sol par l'application d'intervalles entre les heures de départ (MDI) ;
- g) établissement de niveaux maximaux ;
- h) maintien de certains avions au sol pendant quelques minutes (« ne pas décoller avant »).

1.3.3 Ces mesures ne sont pas mutuellement exclusives. La première a permis de régler le problème que posait en Europe, avant la création du CFMU, l'adoption indépendante par plusieurs organes ATFM de multiples mesures de régulation de l'écoulement du trafic ayant une incidence les unes sur les autres ; cette mesure s'est révélée plus efficace que la deuxième, qui est antérieure au CFMU.

2. AMÉLIORATION DE PERFORMANCE OPÉRATIONNELLE ATTENDUE

2.1 Des critères permettant de mesurer le succès du module sont proposés dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Accès et équité</i>	Amélioration de l'accès en évitant la perturbation du trafic lorsque la demande excède la capacité. Les processus ATFM assurent une distribution équitable des retards.
<i>Capacité</i>	Meilleure utilisation de la capacité disponible dans tout le réseau ; en particulier, les services ATC ont l'assurance de ne pas être surpris par un espace saturé et peuvent déclarer/utiliser des niveaux de capacité accrue ; possibilité de prévoir les situations difficiles et de les atténuer à l'avance.
<i>Efficacité</i>	Réduction de la consommation de carburant grâce à une meilleure anticipation des problèmes d'écoulement ; effet positif qui réduit l'incidence des inefficacités du système ATM ou évite de lui donner une ampleur qui ne justifierait pas toujours ses coûts (équilibre entre le coût des retards et le coût de la capacité non utilisée). Réduction du temps dans les cales et moteurs en fonctionnement.
<i>Impact environnemental</i>	Réduction de la consommation de carburant étant donné que les retards sont absorbés au sol, avec les moteurs à l'arrêt; bien que les réacheminements allongent généralement la distance parcourue en vol, ce fait est généralement compensé par d'autres avantages opérationnels pour les compagnies aériennes.
<i>Participation de la communauté ATM</i>	Compréhension commune des contraintes, des moyens et des besoins opérationnels.
<i>Prévisibilité</i>	Prévisibilité accrue des horaires étant donné que les algorithmes ATFM ont tendance à limiter le nombre de retards importants.
<i>Sécurité</i>	Moins de surcharges de secteur non souhaitées.
<i>Rapport coût-efficacité</i>	Il est démontré que le bilan de rentabilité est positif en raison des avantages que comporte la réduction des retards.

3. **PROCÉDURES REQUISES (AIR ET SOL)**

3.1 Des éléments indicatifs sur l'ATFM sont en cours d'élaboration à l'OACI et restent à achever et à approuver. L'expérience américaine et européenne suffit pour commencer à appliquer le concept dans d'autres régions.

3.2 De nouvelles procédures sont nécessaires pour lier de façon beaucoup plus étroite l'ATFM aux services ATS pour l'utilisation de la distance en sillage ou de la gestion des arrivées ou des départs (voir Module B0-15).

4. **MOYENS REQUIS DU SYSTÈME**

4.1 **Avionique**

4.1.1 Aucune avionique nécessaire.

4.2 Systèmes sol

4.2.1 Lorsqu'ils desservent plusieurs FIR, les systèmes ATFM sont généralement déployés sous forme d'organes, de systèmes et de logiciels spécifiques connectés aux organes ATS et aux usagers de l'espace aérien auxquels ils fournissent des services. Des organes régionaux ATFM ont été mis au point dans des cas précis. Les principales fonctions des systèmes ATFM sont : mise en équilibre de la demande et de la capacité, mesure et surveillance des performances, gestion du Plan d'opérations réseau et gestion de la demande de trafic.

4.2.2 Certains fournisseurs proposent des systèmes ATFM allégés.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives au facteur humain

5.1.1 Les contrôleurs sont protégés contre la surcharge et peuvent mieux prévoir leur charge de travail. L'ATFM n'intervient pas en temps réel dans leurs tâches ATC. Cependant, le facteur humain a été pris en considération lors de l'élaboration des processus et des procédures associées au module. Lorsque l'automatisation est prévue, l'interface homme-machine a été prise en compte du point de vue tant fonctionnel qu'ergonomique. (Pour des exemples, voir la Section 6). La possibilité de pannes latentes continue cependant d'exister et la vigilance est de mise dans toutes les mesures de mise en œuvre. Il est également demandé de signaler les problèmes de facteur humain identifiés au cours de la mise en œuvre à la communauté internationale, par l'intermédiaire de l'OACI, dans le cadre de toute initiative de compte rendu sur la sécurité.

5.2 Formation et qualification

5.2.1 Les gestionnaires de l'écoulement du trafic des unités de gestion des courants de trafic et les contrôleurs des centres de contrôle régional (ACC) qui utilisent l'information ou les applications de gestion des courants de trafic à distance ont besoin d'une formation spécifique, de même que les agents techniques d'exploitation des compagnies aériennes qui utilisent ces informations ou ces applications.

5.2.2 Ce module exige une formation en matière de normes et de procédures opérationnelles, sur laquelle on trouvera de l'information dans les documents dont les liens sont fournis à la section 8 du présent module. De même, les exigences relatives aux qualifications sont incluses dans les exigences réglementaires figurant à la section 6, qui font partie intégrante de la mise en œuvre du module.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : de nouvelles normes et de nouveaux besoins doivent être définis pour les messages ATFM normalisés.
- Plans d'approbation : à déterminer.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN OEUVRE ET DE DÉMONSTRATION (À LA DATE DE RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

- **Europe** : Exemple détaillé – Plan d’opérations réseau (NOP) (CFMU)

Le portail du Plan d’opérations réseau (NOP), qui a été inauguré en février 2009, est reconnu aujourd’hui comme une étape importante dans la simplification de l’accès des partenaires ATM à l’information ATM. En une seule application, le portail permet à tous les usagers de saisir d’un coup d’œil une série d’informations ATM pertinentes : une carte présentant l’information sur l’écoulement du trafic aérien, notamment l’état des zones encombrées en Europe et des prévisions correspondantes pour les trois prochaines heures ; des scénarios et des événements associés à un contexte et à des renvois ; le processus de collaboration permettant d’établir le plan d’opérations saisonnier est maintenant officialisé ; le sommaire de la journée précédente est immédiatement disponible et s’accompagne d’un accès aux comptes rendus archivés.

- **États-Unis** : Exemple détaillé – *National Playbook* (ATCSCC)

Le « National Playbook » est un outil de gestion du trafic dont l’objet est d’offrir à toutes les parties prenantes un produit commun présentant différents scénarios de routes dans l’ensemble du système. Il vise à accélérer la coordination des trajectoires lorsque la capacité du système ATM est réduite, soit en route soit à l’aéroport de destination. Le « playbook » contient les scénarios les plus fréquents observés pendant les saisons de phénomènes météorologiques violents (comme la saison des ouragans ou des tornades). Le « jeu » inclut les ressources ou les courants de trafic touchés, les installations concernées et les routes correspondant à chacune de ces installations.

7.2 Activités prévues ou en cours

- **Europe** : Les améliorations ci-après sont en cours de validation ou de mise en œuvre en Europe pour 2013 ou avant :
 - a) Facilitation accrue du dépôt des plans de vol ;
 - b) Libre choix des routes dans des volumes spéciaux d’espace aérien ;
 - c) Partage des intentions de vol ;
 - d) Utilisation de données en provenance des aéronefs pour améliorer la performance des systèmes ATM sol ;
 - e) Soutien automatisé de la gestion de la charge de trafic ;
 - f) Soutien automatisé de l’évaluation de la complexité du trafic ;
 - g) Évaluation de la performance du réseau ;

- h) Intégration de la gestion de l'espace aérien dans la journée d'exploitation ;
 - i) Amélioration de la coordination civilo-militaire en temps réel de l'utilisation de l'espace aérien ;
 - j) Gestion flexible de la sectorisation ;
 - k) Adaptation de la sectorisation modulaire aux variations de l'écoulement du trafic ;
 - l) Amélioration du processus de coordination ASM/ATFCM ;
 - m) Mesures ATFCM à court terme ;
 - n) Planification interactive de la capacité du réseau ;
 - o) Plan d'opérations réseau (NOP) assisté de la SWIM ;
 - p) Gestion des événements critiques ;
 - q) Gestion en collaboration de l'actualisation des vols ;
 - r) Échange de créneaux ATFM ;
 - s) Processus manuel de priorisation par l'utilisateur.
- **États-Unis :** Il est actuellement prévu de mettre à l'essai la faisabilité opérationnelle d'une planification stratégique utilisant les prévisions de phénomènes météorologiques violents et les prévisions de trafic dans un délai de 24 à 48 heures.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

8.1.1 À déterminer.

8.2 Procédures

8.2.1 À déterminer.

8.3 Éléments indicatifs

- Manuel CDM et ATFM de l'OACI (en cours d'élaboration)

8.4 Documents d'approbation

- Manuel CDM et ATFM de l'OACI (en cours d'élaboration)

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE N° B1-35 : AMÉLIORATION DE L'ÉCOULEMENT DU TRAFIC
GRÂCE À LA PLANIFICATION OPÉRATIONNELLE DU RÉSEAU**

Résumé	Introduire des processus renforcés de gestion des courants de trafic ou des groupes de vols afin d'améliorer l'écoulement général. La collaboration accrue en temps réel entre les parties prenantes en ce qui concerne les préférences des usagers et les capacités du système qui en résultera entraînera une meilleure utilisation de l'espace aérien et des effets positifs sur le coût global de l'ATM.	
Principale incidence sur la performance selon le Doc 9854	KPA-02 – Capacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-05 – Impact environnemental, KPA-09 – Prévisibilité, KPA-10 – Sécurité	
Environnement opérationnel/phases de vol	Surtout applicable aux phases précédant le vol et, dans une moindre mesure, en vol.	
Application	Région ou sous-région pour la plupart des applications ; certains aéroports dans le cas du processus initial d'établissement de priorités par l'utilisateur (UDPP). Ce module est particulièrement nécessaire dans les régions à forte densité de trafic, mais les techniques qu'il comporte seraient également utiles dans les régions à trafic moins dense, en fonction de la rentabilité.	
Éléments du concept mondial selon le Doc 9854	DCB – Équilibre entre la demande et la capacité TS – Synchronisation du trafic AOM – Organisation et gestion de l'espace aérien	
Initiatives du Plan mondial (GPI)	GPI-1 : Utilisation flexible de l'espace aérien GPI-6 : Gestion des courants de trafic aérien GPI-8 : Conception et gestion de l'espace aérien en collaboration	
Interdépendance	Postérieur à : B0-35, B0-10 (aspects FUA en particulier)	
Liste de contrôle de l'état de préparation du système mondial		État (prêt, ou date prévue)
	Normes	2018 (approx.)
	Avionique	s/o
	Système sol	2018 (approx.)
	Procédures	2018 (approx.)
	Approbation des opérations	2018 (approx.)

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Ce module introduit des processus renforcés de gestion des courants ou des groupes de vols pour améliorer la fluidité globale du trafic. Il accroît également la collaboration entre les parties prenantes en temps réel pour mieux connaître les préférences des usagers, les informer sur les capacités du système et appliquer plus avant la CDM en cas de problèmes ou de circonstances particuliers, pour tenir compte notamment des priorités des compagnies aériennes à l'égard des vols prévus dans leur horaire. Le module élargit en outre la notion d'utilisation flexible de l'espace aérien pour y inclure des considérations liées à l'efficacité du réseau.

1.2 Base de référence

1.2.1 Le module B0-35 qui précède a établi une fondation solide pour la régulation des courants de trafic et le module B0-10 a introduit l'utilisation flexible de l'espace aérien (FUA). L'expérience montre que d'autres améliorations sont possibles : la gestion de l'espace aérien et des courants de trafic doit être mieux intégrée à la notion d'opérations de réseau, et les techniques et algorithmes ATFM peuvent être améliorés, en particulier pour mieux intégrer les préférences des usagers.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Ce module introduit des processus renforcés de gestion des courants ou des groupes de vols pour améliorer la fluidité globale du trafic. Il prévoit des techniques ATFM plus fines et intègre la gestion de l'espace aérien et des courants de trafic en vue de les gérer plus efficacement. Il permet en outre d'accroître la collaboration entre les parties prenantes en temps réel afin de mieux connaître les préférences des usagers, de les informer des capacités du système et d'appliquer plus avant la CDM en cas de problèmes ou de circonstances particuliers, notamment pour tenir compte des priorités d'une compagnie aérienne parmi les vols figurant à son horaire.

1.4 Élément 1 : Intégration améliorée de l'ATFM et de l'ATFM-AOM

1.4.1 Des études montrent que les algorithmes et les techniques ATFM peuvent être améliorés. Dans le présent module, les algorithmes et les techniques ATFM qui auront été validés pendant la période de référence seront mis en œuvre.

1.4.2 L'application du choix libre des routes prévu dans le module B1-10 exige une adaptation.

1.4.3 En outre, compte tenu de l'introduction de la notion de réacheminement dans l'ATFM, en raison des contraintes de capacité ATC ou pour éviter d'autres phénomènes comme les conditions météorologiques dangereuses, tout indique qu'une meilleure intégration de l'ATFM et de l'organisation et de la gestion de l'espace aérien apporterait des avantages importants pour le trafic civil, certes, mais aussi militaire, en permettant une définition plus dynamique des zones qui peuvent être utilisées à des fins militaires.

1.5 Élément 2 : Synchronisation

1.5.1 Lorsque les limites de capacité sont tout près d'être atteintes, les petites variations d'heure de décollage permises par les créneaux ATFM peuvent tout de même créer à certains moments de petites concentrations de trafic locales qui sont extrêmement délicates à quelques points d'étranglement du réseau. Il serait donc utile de prévoir ces situations après que l'avion a décollé et que les incertitudes de sa trajectoire sont réduites par comparaison avec la période précédant le décollage, en utilisant des prédictions de trajectoire et en atténuant les irrégularités, non seulement le long d'un courant (distance dans le sillage) mais pour plusieurs courants convergents, aux quelques points d'étranglement critiques d'un espace aérien donné.

1.6 Élément 3 : Processus initial d'établissement des priorités par l'utilisateur (UDPP)

1.6.1 Le processus d'établissement de priorités par l'utilisateur (UDPP) permet aux usagers de l'espace aérien d'intervenir plus directement dans la régulation des courants de trafic, en particulier lorsqu'une dégradation non prévue de la capacité entrave considérablement le respect de l'horaire de vol. Le module propose un mécanisme simple de collaboration entre les compagnies aériennes touchées et

entre ces compagnies et l'ATFM pour trouver une solution qui tient compte des priorités commerciales et opérationnelles des usagers qui ne sont pas connues de l'ATM. Comme l'entremêlement de plusieurs processus d'établissement de priorités et d'allocation peut se révéler complexe, ce module ne prévoit la mise en œuvre de l'UDPP que dans certaines situations, par exemple lorsque la perturbation touche un seul aéroport.

1.7 **Élément 4 : Utilisation entièrement flexible de l'espace aérien (FUA)**

1.7.1 Élaboration par l'OACI de documents sur la FUA dans le cadre de la coopération civilo-militaire : la mise en œuvre intégrale de la FUA introduit des mécanismes, combinés aux routes ATFM plus dynamiques (module B1-10), visant à faire de l'espace aérien et de son utilisation un environnement continu flexible qui peut être utilisé de manière optimale par les usagers tant civils que militaires.

1.8 **Élément 5 : Gestion de la complexité**

1.8.1 L'emploi d'outils améliorés pour évaluer la complexité et la charge de travail permet d'identifier et d'atténuer avec plus de précision et de fiabilité les contraintes de capacité, aussi bien dans la phase ATFM tactique que pendant le vol. Cet élément exploite l'information relative au trafic d'arrivée prévu.

2. **AMÉLIORATION DE PERFORMANCE OPÉRATIONNELLE ATTENDUE**

2.1 Des critères permettant de mesurer le succès du module sont proposés dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Capacité</i>	Meilleure utilisation de l'espace aérien et du réseau ATM, ayant des effets positifs sur le rapport coût-efficacité global de l'ATM. Optimisation des mesures DCB grâce à l'évaluation de la charge de travail/complexité comme complément à la capacité.
<i>Efficacité</i>	Réduction des inconvénients liés aux vols pour les usagers de l'espace aérien.
<i>Impact environnemental</i>	Amélioration mineure prévue par comparaison avec le niveau de base du module.
<i>Prévisibilité</i>	Les usagers de l'espace aérien ont une meilleure visibilité et la possibilité de participer aux décisions permettant de respecter les horaires de vol et peuvent faire de meilleurs choix en fonction de leurs priorités.
<i>Sécurité</i>	Le module devrait réduire encore le nombre de situations où la capacité ou la charge de travail acceptable serait dépassée.
<i>Rapport coût-efficacité</i>	Le bilan de rentabilité sera établi à l'issue des travaux de validation.

3. **PROCÉDURES REQUISES (AIR ET SOL)**

3.1 Il faudra élaborer :

- a) de nouvelles procédures pour exploiter les nouvelles techniques : communication par l'ATC des mesures en vol aux équipages ; transmission d'information aux exploitants avant le départ ;

- b) des règles sur l'échange d'information et la prise de décision par tous les acteurs ;
- c) des règles et des spécifications d'application pour le processus UDPP.

4. MOYENS REQUIS DU SYSTÈME

4.1 Avionique

4.1.1 Aucune incidence sur l'avionique.

4.2 Systèmes sol

4.2.1 Pour tirer parti des systèmes mis en œuvre dans le module B0-35, de nouvelles fonctions sol devront être créées sous forme d'algorithmes améliorés, de services interactifs avec les ANSP et les exploitants d'aéronefs grâce à des applications interentreprises, et de connexions avec les systèmes de gestion de l'espace aérien, soit pour les intégrer soit pour recevoir en temps réel de l'information sur la gestion de l'espace aérien dans le cadre du module B1-10.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives au facteur humain

5.1.1 Les rôles et les responsabilités des contrôleurs et des pilotes ne devraient pas être modifiés de façon importante sur le plan tactique (à l'exception des réacheminements ou du séquençement tactiques), mais les contrôleurs et les pilotes devront comprendre que les décisions concernant les vols ont pour objet le bien commun.

5.1.2 L'identification des considérations relatives au facteur humain contribue de façon importante à identifier les processus et procédures de ce module. Plus particulièrement, il faudra prendre en considération l'interface homme-machine liée à l'automatisation de cette amélioration des performances et, au besoin, adopter des stratégies d'atténuation du risque, comme la formation, l'éducation et la redondance.

5.2 Formation et qualification

5.2.1 Les nouvelles procédures exigeront une formation adaptée à l'aspect collaboratif des interactions, en particulier entre les organes ATFM et le personnel d'exploitation des compagnies aériennes.

5.2.2 La formation sur les normes et les procédures opérationnelles sera déterminée en même temps que les normes et les pratiques recommandées nécessaires pour la mise en œuvre de ce module. De même, les exigences en matière de qualification seront déterminées et incluses dans les aspects liés à la préparation de la réglementation pour ce module, à mesure de leur disponibilité

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normatisation : mise à jour du Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne - Gestion du trafic aérien*, pour les opérations améliorées.
- Plans d'approbation : à déterminer.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

Europe : Certains ACC européens exploitent déjà des outils de gestion de la complexité pour mieux prévoir les charges de travail de secteur et prendre des mesures comme le dégroupement pour absorber les effets de concentration du trafic.

7.2 Activités prévues ou en cours

Europe : SESAR validera les spécifications et procédures UDPP initiales, ainsi que les opérations de gestion de l'espace aérien et de réseau liées au module.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Éléments indicatifs

Concept d'utilisation flexible de l'espace aérien avancée (AFUA) d'EUROCONTROL

8.2 Documents d'approbation

Doc 4444, *Procédures pour les services de navigation aérienne - Gestion du trafic aérien*.

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE N° B2-35 : PARTICIPATION ACCRUE DES USAGERS
À L'UTILISATION DYNAMIQUE DU RÉSEAU**

Résumé	Applications CDM prises en charge par la SWIM qui permettent aux usagers de l'espace aérien de gérer la concurrence et la priorisation de solutions ATFM complexes lorsque le réseau ou ses nœuds (aéroports, secteurs) ne fournissent plus une capacité suffisante pour répondre à la demande des usagers. Ce module développe les applications CDM qui permettront à l'ATM d'offrir ou de déléguer aux usagers la recherche de solutions optimales aux problèmes d'écoulement. Les avantages de ce module sont notamment d'améliorer l'utilisation de la capacité disponible et de favoriser des opérations aériennes optimales dans les situations défavorables.	
Principale incidence sur la performance selon le Doc 9854	KPA-02 – Capacité, KPA-09 – Prévisibilité	
Environnement opérationnel/Phases de vol	Phase précédant le vol	
Application	Région ou sous-région	
Éléments du concept mondial selon le Doc 9854	DCB – Équilibre entre la demande et la capacité TS – Synchronisation du trafic AOM – Organisation et gestion de l'espace aérien AUO – Opérations des usagers de l'espace aérien	
Initiatives du Plan mondial (GPI)	GPI-6 : Gestion des courants de trafic aérien GPI-8 : Conception et gestion de l'espace aérien en collaboration	
Interdépendance	B1-35, B1-30 et probablement B2-25	
Liste de contrôle de l'état de préparation du système mondial		État (prêt, ou date prévue)
	Normes	2023 (approx.)
	Avionique	2023 (approx.)
	Systèmes sol	2023 (approx.)
	Procédures	2023 (approx.)
	Approbation des opérations	2023 (approx.)

1. EXPOSÉ

1.1 Base de référence

1.1.1 Le module B1-35 précédent a introduit une version initiale de l'UDPP, portant principalement sur les problèmes à un aéroport.

1.2 Changements apportés par le module

1.2.1 Ce module développe les applications CDM qui permettront à l'ATM d'offrir ou de déléguer aux usagers la recherche de solutions optimales aux problèmes d'écoulement, afin de permettre à la communauté des usagers de régler les problèmes de concurrence et de tenir compte de leurs propres priorités lorsque le réseau ou ses nœuds (aéroports, secteurs) ne fournissent plus la capacité correspondant aux besoins des horaires. Ce module utilise également la SWIM pour les situations plus complexes.

2. AMÉLIORATION DE PERFORMANCE OPÉRATIONNELLE ATTENDUE

2.1 Des critères permettant de mesurer le succès du module sont proposés dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883)

<i>Capacité</i>	Utilisation améliorée de la capacité disponible dans les situations de contraintes.
<i>Prévisibilité</i>	Le module permet aux compagnies aériennes de faire valoir leurs priorités et de réaliser des opérations optimales dans les situations défavorables.
<i>Rapport coût-efficacité</i>	À déterminer lorsque la recherche sur le module sera plus avancée.

3. PROCÉDURES REQUISES (AIR ET SOL)

3.1 Des procédures doivent être élaborées pour préciser les conditions (en particulier les règles de participation, les droits et devoirs, les principes d'équité, etc.) et les avis d'applicabilité de l'UDPP. Le processus ne doit pas entrer en conflit avec l'optimisation du réseau permise par l'ATFM ni la dégrader.

4. MOYENS REQUIS DU SYSTÈME

4.1 Avionique

4.1.1 Aucune, à part l'avionique requise pour participer à la SWIM, le cas échéant.

4.2 Systèmes sol

4.2.1 Le module s'appuiera sur la technologie de gestion de l'information à l'échelle du système (SWIM) et sur l'intégration sol-sol avec tous les participants, en particulier les services ATS et les compagnies aériennes. Des fonctions automatiques permettront la négociation entre les usagers et la connexion avec les systèmes ATFM.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives au facteur humain

5.1.1 Aucun problème important n'a été identifié. Le module introduira néanmoins dans la prise de décision liée à la préparation et à la planification des vols des facteurs supplémentaires qui devront être compris par le personnel des compagnies aériennes.

5.1.2 Le module est encore à l'étape de la recherche et du développement et les considérations relatives au facteur humain sont en cours d'identification au moyen de modélisations et de tests bêta. Les versions futures du présent document contiendront des renseignements plus précis sur les processus et procédures nécessaires pour prendre en compte les aspects liés au facteur humain. L'accent sera mis en particulier sur les problèmes éventuels présentés par l'interface homme-machine et sur les stratégies permettant d'atténuer les risques élevés qui y seraient associés.

5.2 Formation et qualification

5.2.1 Les nouvelles procédures exigeront une formation adaptée à l'aspect collaboratif des interactions, en particulier entre les organes ATFM et le personnel d'exploitation des compagnies aériennes.

5.2.2 Le module contiendra, à terme, un certain nombre d'exigences relatives à la formation du personnel. Lorsque ces exigences auront été élaborées, elles seront incluses dans la documentation du module et leur importance précisée. De même, les exigences relatives aux qualifications qui pourraient être recommandées feront partie de la réglementation à adopter avant la mise en œuvre de cette amélioration des performances.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : nouvelles normes et nouveaux éléments pour permettre aux usagers de trouver les solutions CDM optimales.
- Plans d'approbation : à déterminer.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (À LA DATE DE RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

7.1.1 Aucune à ce stade.

7.2 Activités prévues ou en cours

Europe : La formulation du concept UDPP vient de commencer dans le cadre du programme de travail SESAR et ce module devra être développé avant que des essais puissent être définis.

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

Domaine d'amélioration des performances 3 : Optimisation de la capacité et flexibilité des vols — *par une ATM mondiale collaborative*

Continuum : Surveillance initiale

PROJET

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

MODULE N° B0-84 : CAPACITÉ INITIALE DE SURVEILLANCE AU SOL

Résumé	Ce module porte sur la capacité initiale de surveillance économique au sol faisant usage de nouvelles technologies, telles que l'ADS-B OUT et la multilatération à couverture étendue (MLAT). Cette capacité sera intégrée dans divers systèmes ATM, comme l'information de trafic, la recherche et le sauvetage, et le maintien des séparations.	
Principale incidence sur la performance, conformément au Doc 9854	KPA-02 – Capacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-10 – Sécurité	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Toutes les phases de vol dans les espaces aériens continentaux et certains sous-espaces océaniques, ainsi que sur les surfaces d'aérodromes.	
Considérations relatives à l'application	Cette capacité est caractérisée par le fait qu'elle est dépendante et coopérative (ADS-B OUT) ou indépendante et coopérative (MLAT). La performance globale de l'ADS-B dépend des performances de l'avionique et du taux d'équipement conforme des aéronefs. La performance globale du système MLAT dépend de la géométrie des stations au sol, de l'altitude de l'aéronef, de la capacité d'interrogation au sol et des performances de la liaison de communication.	
Composant(s) du concept mondial, d'après le Doc 9854	CM – Gestion des conflits	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-9 : Connaissance de la situation GPI-16 : Systèmes d'appui aux décisions et systèmes d'alerte	
Principales interdépendances	Sans objet	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt maintenant ou vers [date])
	État de préparation des normes	Prêt maintenant
	Disponibilité de l'avionique	Prêt maintenant
	Disponibilité des systèmes au sol	Prêt maintenant
	Disponibilité des procédures	Prêt maintenant
	Approbations d'exploitation	Prêt maintenant

1. EXPOSÉ**1.1 Généralités**

1.1.1 Les services de surveillance offerts aux usagers peuvent être basés sur une combinaison de trois types principaux de surveillance définis dans le *Manuel de surveillance aéronautique* de l'OACI (Doc 9924) :

- a) la surveillance autonome non coopérative : la position de l'aéronef est déterminée par des mesures n'impliquant aucune participation de l'aéronef distant ;
- b) la surveillance autonome coopérative : la position est déterminée à partir de mesures effectuées par un sous-système de surveillance local utilisant des émissions de

l'aéronef. L'information propre à l'aéronef (altitude-pression, identité, etc.) peut être obtenue à partir de ces émissions ;

- c) la surveillance dépendante coopérative : la position est déterminée à bord de l'aéronef et transmise au sous-système de surveillance local, éventuellement accompagnée de certaines données supplémentaires (identité de l'aéronef, altitude-pression, etc.).

1.1.2 Ce module décrit les services de surveillance dépendants/coopératifs et indépendants/coopératifs.

1.2 Base de référence

1.2.1 Actuellement les services air-sol de détermination de la position des aéronefs et de surveillance sont assurés par l'emploi de radars primaires et secondaires de surveillance, à partir des comptes rendus de position vocaux, par les systèmes ADS-C et CPDLC, etc. Le radar primaire détermine la position de l'aéronef d'après les échos des ondes radar. Le radar secondaire est utilisé pour émettre et recevoir des données de l'aéronef relatives à son altitude barométrique et à son code d'identification. Cependant, les radars primaires et secondaires actuels ne peuvent pas être implantés dans les espaces océaniques ou dans les terrains accidentés, en particulier dans les régions montagneuses ; de plus, ils comportent des éléments mécaniques essentiels qui exigent beaucoup de maintenance.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Le présent module vise à étendre un service équivalent au radar ATC par deux nouvelles techniques de surveillance qui peuvent être utilisées ensemble ou séparément : ADS-B et MLAT. Ces techniques pourront se substituer à la technologie radar classique avec des frais d'infrastructure et de maintenance réduits, ce qui permettra d'offrir des services de surveillance dans des régions qui ne sont pas actuellement couvertes, pour des raisons géographiques ou économiques. Ces techniques permettront également, dans certaines conditions, de réduire les minimums de séparation et d'accroître les volumes de trafic.

1.4 Élément 1 : ADS-B

1.4.1 La surveillance dépendante basée sur des sources de position précises, comme le système ADS-B, ouvre des perspectives importantes pour plusieurs composantes du concept opérationnel ATM, notamment la synchronisation de la circulation et la gestion des conflits (Recommandation 1/7, AN-Conf/11, 2003). La transmission des informations ADS-B (ADS-B OUT) est déjà utilisée pour la surveillance dans certaines régions non couvertes par les radars (Bloc 0).

1.4.2 La surveillance dépendante est une technologie évoluée permettant à l'avionique de bord de diffuser des informations telles que l'identification de l'aéronef, sa position, son altitude, sa vitesse et autres. La position diffusée par l'aéronef est plus précise que celle fournie par un radar secondaire de surveillance (SSR), car elle est normalement fondée sur le système mondial de navigation par satellite (GNSS) et mise à jour au moins une fois par seconde. La précision inhérente de la position déterminée par GPS et sa haute fréquence d'actualisation sont des facteurs d'amélioration de la sécurité, de la capacité et de l'efficacité, tant pour les fournisseurs de service que pour les usagers.

Note. – Le système ADS-B fait usage d'une source de position offrant toute la précision nécessaire (comme le système mondial de navigation par satellite (GNSS) à l'heure actuelle).

1.4.3 D'un point de vue opérationnel, l'infrastructure au sol nécessaire à la surveillance dépendante est moins coûteuse que le recours à des radars classiques pour élargir le volume des services et assurer dans des zones éloignées ou non couvertes, une séparation équivalente à celle permise par le radar. En plus de cet avantage économique, la nature non mécanique de l'infrastructure ADS-B au sol permet de l'implanter dans des zones où il serait difficile d'installer des radars. À titre d'exemple, dans le Golfe du Mexique, des stations réceptrices ADS-B sont installées sur des plateformes pétrolières pour assurer des services de surveillance analogues à ceux d'une couverture radar. Comparé aux autres services qui ne font pas appel au radar, le système ADS-B permet aux aéronefs d'adopter des routes plus directes et aux fournisseurs de service de gérer un trafic plus intense dans chaque secteur.

1.4.4 L'utilisation de la surveillance dépendante améliore également la capacité de soutien des services de recherche et de sauvetage (SAR) offerts par le réseau de surveillance. Dans les régions non couvertes par le radar, la précision et la fréquence d'actualisation de la position ADS-B permettent d'améliorer le suivi des trajectoires de vol et de détecter plus tôt une perte de contact, ce qui assure une localisation plus précise du point initial pour les équipes SAR.

1.4.5 De plus, l'information de surveillance dépendante peut servir à favoriser le partage des données de surveillance aux limites des FIR et rehausse sensiblement les performances des outils de prédiction basés sur le vecteur vitesse de l'aéronef et les données de vitesse verticale. Cet aspect est particulièrement utile pour l'établissement d'outils constituant un « filet de sécurité ». Enfin, des données utiles sont transmises de l'aéronef à l'ATC d'une manière similaire au DAPS en mode S.

1.4.6 Les normes et pratiques recommandées (SARP) ADS-B OUT [Annexe 10 de l'OACI — *Télécommunications aéronautiques*, Volume IV — *Systèmes de surveillance et anticollision* et le *Manuel sur les dispositions techniques relatives aux services et au squitter long mode S* (Doc 9871)] et les MOPS (RTCA-DO260-B/Eurocae ED102-A) sont disponibles. La 11^e Conférence de navigation aérienne a recommandé que l'ADS-B à 1 090 MHz soit déployée à l'échelle internationale et cette implantation est en cours. Le taux d'équipement ADS-B des aéronefs est en croissance avec l'expansion du mode S, du système anticollision embarqué (ACAS) et de l'ADS-B OUT. Ainsi, l'ADS-B OUT Version 2 permet de retransmettre l'information ACAS RA DOWNLINK à des fins de surveillance des activités, ce qui n'est possible, pour le moment, que dans les zones de couverture des radars secondaires de surveillance (SSR) avec la capacité mode S.

1.5 Éléments 2 : Multilatération (MLAT)

1.5.1 La multilatération à couverture étendue, ou MLAT, est une nouvelle technique de surveillance indépendante coopérative. Sa mise en œuvre est facilitée par l'utilisation d'un équipement de bord mode S ayant la capacité de transmission spontanée de messages (squitter). Dans ce contexte, le signal émis par l'aéronef est reçu par un réseau de récepteurs implantés en différents endroits. À partir de la différence des temps de réception par les divers récepteurs on peut localiser la source des signaux. En théorie, cette technique peut être soit purement passive, en faisant usage des émissions actuelles des aéronefs, soit active par réponses déclenchées, à l'instar des interrogations SSR mode S. Les transpondeurs classiques mode A/C ont la capacité de répondre lorsqu'ils sont interrogés.

1.5.2 Les systèmes MLAT ont été initialement implantés sur les grands aéroports pour assurer la surveillance des aéronefs en surface. Cette technique est maintenant utilisée pour la surveillance en couverture étendue (système MLAT – WAM). La MLAT requiert un plus grand nombre de stations au sol que le système ADS-B, plus un réseau de liaison fiable, et impose des exigences géométriques plus contraignantes que l'ADS-B, mais sa mise en œuvre initiale sera favorisée par le fait que les aéronefs disposent déjà de l'équipement pour le mode A/C.

2. AMÉLIORATIONS OPÉRATIONNELLES PRÉVUES/MÉTRIQUES D'ÉVALUATION DU SUCCÈS

<i>Sécurité</i>	Réduction du nombre d'incidents majeurs. Appui à la recherche et au sauvetage.
<i>Capacité</i>	Minimums de séparation typiques de 3 NM ou 5 NM permettant d'améliorer sensiblement la densité du trafic par comparaison avec les minimums hors couverture radar. L'amélioration de la couverture, des performances et de la précision du vecteur vitesse se traduira par une meilleure performance ATC dans les environnements radar et non-radar. Ces améliorations de la performance de surveillance en zone terminale seront obtenues par une amélioration de la précision de la position, un vecteur vitesse plus précis et une couverture plus fiable.
<i>Efficacité</i>	Disponibilité de niveaux de vol optimisés avec priorité pour les aéronefs équipés et leurs exploitants. Réduction des retards des vols et outil de gestion du trafic aux limites des FIR. Allègement de la charge de travail des contrôleurs de la circulation aérienne.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	La comparaison entre les minimums hors couverture radar et les minimums de séparation de 5 NM fait ressortir une amélioration de la densité du trafic dans un espace aérien donné. De plus, la comparaison entre les coûts d'installation ou de mise à niveau des stations SSR mode S pour l'utilisation de transpondeurs mode S, et coûts d'installation ADS-B OUT (ou MLAT) fait ressortir un avantage économique.

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 Les dispositions pertinentes des *Procédures pour les services de la navigation aérienne — Gestion du trafic aérien* (PANS-ATM, Doc 4444) sont disponibles.

4. CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME

4.1 Avionique

4.1.1 Pour pouvoir bénéficier des services de surveillance ADS-B, les aéronefs doivent avoir des équipements ADS-B OUT homologués pour l'espace aérien spécifié. La position avec paramètres de précision et d'intégrité est transmise à partir de l'avionique. Les usagers des données reçues décident de la précision et de l'intégrité nécessaires pour leur application.

4.1.2 Pour la fonction MLAT, il est souhaitable que les aéronefs soient équipés de transpondeurs radar mode S.

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 Les unités offrant les services de surveillance doivent être équipées d'un système informatique de surveillance basé au sol, capable de traiter et d'afficher les positions des aéronefs. La liaison avec un système informatique de traitement des données de vol se fera de préférence au niveau du centre ATM pour permettre une identification positive des aéronefs par corrélation entre les données reçues et les données de plan de vol.

4.2.2 Les unités peuvent fournir la surveillance ADS-B dans des environnements d'équipement avionique complet ou partiel selon les capacités et les procédures du système de contrôle de la circulation aérienne (ATC).

4.2.3 Les systèmes ATM doivent également être conçus pour assurer les services de séparation entre des cibles ADS-B-à-ADS-B et ADS-B-à-cibles radar et fusionnées.

4.2.4 Il faudra également prévoir des stations au sol et des liaisons associées capables de recevoir, de traiter et de transmettre les données nécessaires aux systèmes ATM.

5. **PERFORMANCES HUMAINES**

5.1 **Considérations relatives aux facteurs humains**

5.1.1 Le contrôleur de la circulation aérienne disposera d'une représentation directe de la situation de trafic et les tâches de collationnement des rapports de position seront allégées pour les contrôleurs ou les opérateurs radio.

5.2 **Exigences en matière de formation et de qualifications**

5.2.1 Les contrôleurs pourront avoir besoin d'une formation particulière sur les modalités de séparation, les services d'information et les services de recherche et de sauvetage basés sur les systèmes ADS-B et WAM.

5.2.2 Ce module nécessitera une formation aux normes et aux procédures opérationnelles, selon les documents référencés dans la Section 8. De même, les exigences de qualification figurant dans les aspects réglementaires de la Section 6 font partie intégrante de la mise en œuvre du module.

6. **BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)**

- Pour la surveillance au sol basée sur l'ADS-B, les autorités devront émettre des approbations des capacités nécessaires et, selon les besoins, établir un devis d'équipement conforme pour l'espace aérien spécifié.

7. **ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)**

7.1 **Utilisation actuelle**

7.1.1 Les systèmes évolués de guidage et de contrôle des mouvements de surface (A-SMGCS), basés sur la technologie MLAT, sont opérationnels dans de nombreuses régions du monde.

- **Australie** : l'ADS-B est opérationnel sur l'ensemble du continent australien pour des services de séparation 5 NM dans les zones couvertes et non couvertes par le radar, autant dans les espaces aériens continentaux qu'océaniques. Le partage des données ADS-B entre l'Indonésie et l'Australie est pleinement opérationnel pour créer des

filets de sécurité et une connaissance adéquate de la situation lors du franchissement de la démarcation. La WAM est opérationnelle à Sydney, en Australie, avec une séparation de 3 NM dans la TMA et des opérations PRM. La WAM est également déployée en Tasmanie, Australie, pour la séparation en route.

- Un certain nombre d'États de la région Asie-Pacifique sont en train de mettre en œuvre l'ADS-B afin d'améliorer leur couverture de surveillance.
- **États-Unis :** la couverture ADS-B des États-Unis continentaux sera complète en 2013.

7.2 Activités prévues ou en cours

7.2.1 Actuellement en service.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

- Annexe 10 de l'OACI — *Télécommunications aéronautiques*, Volume IV — *Systèmes de surveillance et anticollision*
- Doc 9828 de l'OACI, *Rapport de la onzième Conférence sur la navigation aérienne (2003)*
- Doc 9871 de l'OACI, *Dispositions techniques relatives aux services et au quitter long mode S*
- MOPS RTCA DO260 et DO260A EUROCAE ED102 et ED102A.

8.2 Procédures

- Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de la navigation aérienne — Gestion du trafic aérien*

8.3 Éléments indicatifs

- Doc 9924 de l'OACI, *Manuel de surveillance aéronautique*
- Évaluation par l'OACI des systèmes de surveillance ADS-B et par multilatération à l'appui des services de la circulation aérienne et directives de mise en œuvre (Circulaire 326)
- OACI Asie-Pacifique : document de mise en œuvre et d'orientation des opérations ADS-B (AIGD) et autres documents d'orientation propres à la région

Domaine d'amélioration des performances 3 : Optimisation de la capacité et flexibilité des vols — *par une ATM mondiale collaborative*

Continuum : Autoséparation

PROJET

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

MODULE N° B0-85 : CONNAISSANCE DE LA SITUATION DU TRAFIC AÉRIEN (ATSA)

Résumé	Deux applications destinées à renforcer la connaissance de la situation du trafic aérien (ATSA) afin d'assurer une meilleure sécurité et une plus grande efficacité en donnant aux pilotes un moyen de prendre conscience de la situation sur le plan de la circulation et d'acquérir plus rapidement les cibles en visuel : t) AIRB (connaissance améliorée de la situation du trafic au cours du vol) ; et u) VSA (séparation visuelle améliorée à l'approche).	
Principale incidence sur la performance, conformément au Doc 9854	KPA-04 – Efficacité ; KPA-10 – Sécurité	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	En route, zone terminale, approche.	
Considérations relatives à l'application	Ces applications au niveau du poste de pilotage ne nécessitent aucun soutien au sol car elles peuvent être utilisées à bord de tout aéronef équipé. Elles font usage de l'équipement ADS-B OUT. La disponibilité éventuelle d'une avionique économique pour l'aviation générale reste à déterminer.	
Composant(s) du concept mondial, d'après le Doc 9854	CM – Gestion des conflits TS – Synchronisation de la circulation	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-9 : Connaissance de la situation GPI-15 : Correspondance entre les capacités d'exploitation IMC et VMC	
Principales interdépendances	Sans objet	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt maintenant ou vers [date]).
	État de préparation des normes	√
	Disponibilité de l'avionique	√
	Disponibilité de l'infrastructure	√
	Disponibilité de l'automatisation au sol	Sans objet
	Disponibilité des procédures	√
	Approbations d'exploitation	2012

1. EXPOSÉ**1.1 Généralités**

1.1.1 La connaissance améliorée de la situation du trafic en cours de vol (AIRB) vise à assurer une meilleure sécurité et à fluidifier les opérations de vol en permettant aux équipages de conduite de se faire une meilleure idée du trafic environnant par des affichages appropriés dans toutes les phases du vol.

Ces dispositions devraient promouvoir une meilleure efficacité dans l'exécution des tâches de l'équipage, aussi bien en termes de prise de décision que de réactivité, ce qui sera favorable sur les plans de la sécurité et des opérations en vol. Dans la pratique, les gains réalisés dépendront de la nature de l'espace aérien et des règles applicables aux opérations de vol.

1.1.2 Des approches dans lesquelles l'équipage de conduite assure sa propre séparation par rapport à l'aéronef qui le précède sont susceptibles d'améliorer le débit des atterrissages et d'accroître le nombre de mouvements possibles sur de nombreux aéroports, par rapport aux limitations qu'imposent les normes traditionnelles de séparation ATC. L'utilisation d'un dispositif d'affichage du trafic environnant permet une meilleure séparation à vue lors de l'approche (VSA), pour assurer des opérations plus fluides en permettant aux pilotes d'acquies visuellement l'aéronef précédent et en élargissant l'utilisation d'autorisation de séparations individuelles à l'approche.

1.2 Base de référence

1.2.1 Les applications AIRB et VSA sont actuellement en service, ce qui constitue la base de référence.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Ce module apporte des gains d'efficacité dans toutes les phases du vol. L'AIRB concerne l'ensemble des phases du vol, alors que la séparation visuelle VSA ne s'applique qu'à l'approche. À noter que chaque application apporte des gains de capacité et d'efficacité, mais par des mécanismes différents.

1.3.2 Les équipages de conduite utilisent l'application AIRB, qui est la forme la plus élémentaire de surveillance de la circulation aérienne. L'AIRB est la base de toutes les autres applications décrites dans ce document. L'application ajoute dans le poste de pilotage des affichages de trafic permettant à l'équipage de se faire une image visuelle du trafic environnant présenté en coordonnées polaires (distance relative et gisement), avec en plus des informations telles que l'altitude, l'identification des aéronefs, etc. Cet affichage permet au pilote de localiser visuellement le trafic proche et facilite la connaissance de la situation en ce qui concerne les aéronefs hors de portée visuelle.

1.3.3 Grâce à l'affichage AIRB, l'équipage de conduite est en mesure de localiser et d'identifier les aéronefs environnants d'après les indications de l'ATC. L'information présentée sur l'afficheur devrait également éviter aux contrôleurs d'avoir à répéter périodiquement des avis ou des avertissements de trafic, ce qui se traduira par une meilleure efficacité opérationnelle.

1.3.4 En ce qui concerne l'application ATSA-VSA, l'objectif est de simplifier la procédure d'approche avec autoséparation (séparation autogérée) et de faciliter l'acquisition visuelle de l'aéronef précédent, de manière que l'équipage soit en mesure de gérer lui-même la distance qui le sépare de l'aéronef précédent. Cette application vise à améliorer l'efficacité, la sécurité et la régularité des arrivées aux aéroports. En plus de compléter les informations de trafic données par le contrôleur, l'affichage permettra à l'équipage de conduite de localiser plus rapidement l'aéronef qui le précède, s'il est équipé de l'ADS-B OUT. L'afficheur de trafic fournit également des indications à jour permettant à l'équipage de maintenir à vue une distance de sécurité adéquate et de détecter immédiatement une réduction de vitesse inattendue de l'aéronef précédent. Le pilote pourra ainsi manœuvrer en ajustant sa propre vitesse avec précision tout en gardant l'espacement à vue avec l'aéronef qui le précède. L'objectif n'est pas de réduire la distance entre les deux aéronefs par rapport à ce que permettent les opérations actuelles, mais d'éviter que cette distance diminue exagérément par suite du retard à détecter une situation de rapprochement

inattendue. En consultant l’afficheur de trafic, l’équipage peut facilement localiser à vue l’aéronef qui le précède et gérer lui-même la séparation tout au long de l’approche.

1.3.5 Cette application devrait réduire les communications vocales relatives aux informations de trafic. La sécurité des opérations en sera améliorée car la procédure permet également de réduire les risques de rencontre d’une turbulence de sillage. On peut aussi escompter des gains d’efficacité lorsque les aéronefs atterrissent à la queue leu leu sur la même piste, par la réduction de la fréquence des approches interrompues.

1.4 Élément 1 : ATSA-AIRB

1.4.1 L’application AIRB peut être utilisée avec tous les types d’aéronefs disposant de l’équipement certifié (système ADS-B IN avec affichage de trafic). Les détails sont donnés ci-après.

1.4.2 L’application AIRB s’applique à tous les espaces aériens, de la classe A à la classe G. Son utilisation est indépendante du mode de surveillance ATC (ou de son absence) et des types de services à la circulation aérienne offerts dans l’espace où le vol se déroule.

1.5 Élément 2 : ATSA-VSA

1.5.1 Cette application est principalement destinée aux appareils de transport aérien, mais rien n’empêcherait de l’utiliser avec d’autres catégories d’aéronefs disposant de l’équipement approprié, pour les approches sur les aéroports autorisant l’autoséparation.

2. AMÉLIORATIONS OPÉRATIONNELLES PRÉVUES

2.1 Les métriques d’évaluation du succès de ce module sont proposées dans le *Manuel sur les besoins du système de gestion du trafic aérien* (Doc 9883).

<i>Efficacité</i>	Meilleure connaissance de la situation permettant d’identifier des possibilités de changement de niveau avec les minimums de séparation actuels (AIRB) et d’améliorer l’acquisition visuelle et de réduire les approches interrompues (VSA).
<i>Sécurité</i>	Meilleure connaissance de la situation (AIRB) et réduction des risques de rencontre de turbulence de sillage (VSA).
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	Les avantages escomptés découlent principalement de l’optimisation de l’altitude de vol qui se traduit par une diminution des réserves de route nécessaires. L’analyse des avantages apportés par le projet EUROCONTROL CRISTAL ITP, dans le cadre du programme CASCADE, ainsi que par ses mises à jour ultérieures, fait ressortir le fait que les programmes d’amélioration de la connaissance de la situation AIRB et ITP combinés entraînaient les gains suivants sur les routes de l’Atlantique Nord : a) des économies annuelles de 36 millions d’euros (50 K euros par aéronef) ; b) une réduction de 160 000 tonnes des émissions annuelles de CO₂.

	La majorité de ces avantages sont attribuables à l’AIRB. Des conclusions plus précises seront disponibles après l’analyse des opérations pilotes lancées en décembre 2011.
--	--

3. **PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)**

3.1 Il est proposé que la procédure d’utilisation de l’affichage de trafic ADS-B soit incluse dans les *Procédures pour les services de la navigation aérienne — Exploitation technique des aéronefs* (PANS OPS, Doc 8168) en vue d’une application en novembre 2013.

4. **CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME**

4.1 **Avionique**

4.1.1 Équipement embarqué ADS-B OUT conforme aux normes AMC2024/DO-260A/DO-260B/ED102 A pour la majorité des aéronefs. Il existe un besoin potentiel de certification des données ADS-B OUT.

4.1.2 Équipement embarqué ADS-B IN conforme aux normes DO-314/ED160 ou DO-317A/ED194 pour la VSA.

4.1.3 Équipement embarqué ADS-B IN conforme aux normes DO-319/ED164 ou DO-317A/ED194 pour l’AIRB.

4.2 **Systèmes au sol**

4.2.1 Dans certains environnements (comme aux États-Unis), il est prévu de modifier l’infrastructure au sol pour offrir les services ADS-R et l’information de trafic en diffusion (TIS-B).

5. **PERFORMANCES HUMAINES**

5.1 **Considérations relatives aux facteurs humains**

5.1.1 Les applications AIRB et VSA ne changent pas les rôles et les responsabilités des contrôleurs et des pilotes.

5.1.2 Les contrôleurs restent responsables d’assurer la séparation entre les aéronefs en conformité avec la définition des services de la circulation aérienne.

5.1.3 Les pilotes restent responsables de la sécurité et de l’efficacité de la conduite de leur appareil et de la navigation dans tous les espaces aériens. En espace aérien contrôlé, les pilotes sont toujours tenus de respecter les autorisations et les instructions des contrôleurs. La seule différence par rapport aux opérations actuelles réside dans les procédures pour le pilote qui pourra utiliser l’afficheur de trafic pour se faire une meilleure image du trafic environnant. L’application AIRB ou VSA est utilisable à la discrétion de l’équipage de conduite.

5.1.4 L'équipage de conduite doit être conscient du fait que des aéronefs proches peuvent ne pas figurer sur l'afficheur de trafic pour diverses raisons (appareils non équipés de la fonction ADS-B OUT, émission de données non qualifiées, points hors du volume d'affichage, effets de la fonction d'élimination des cibles non pertinentes pour le trafic au sol).

5.2 Exigences en matière de formation et de qualifications

5.2.1 Les équipages de conduite doivent être formés à l'utilisation des applications AIRB et VSA. Certains aspects de cette formation devraient viser à éviter que les équipages accordent une confiance excessive à l'afficheur de trafic au détriment des autres sources d'informations, consacrent un temps excessif à la lecture des instruments au détriment de l'observation extérieure, et soient conscients des risques de latence de l'information et d'un environnement d'équipement ADS-B partiel.

- Il est important que l'entraînement des équipages de conduite porte sur l'utilisation et la compréhension de l'afficheur de trafic et sur la nature de l'information qu'il présente.
- La formation sur l'utilisation des applications AIRB et VSA devrait insister sur le fait que l'afficheur de trafic n'est destiné qu'à compléter les sources d'informations existantes, pour éviter que le pilote n'accorde qu'une trop grande importance aux applications AIRB et VSA au détriment des autres sources ou des procédures existantes.
- Les équipages de conduite, particulièrement en régime de vol à vue (VFR), devraient être formés pour ne pas consacrer un temps excessif à l'observation des instruments, au détriment de la surveillance visuelle de l'environnement.
- La formation devrait également porter sur l'évolution de la situation de trafic du fait que l'information affichée est constamment mise à jour et peut différer de celle communiquée par le contrôleur, qui reflète une situation passée.
- La formation devrait également insister sur le fait que l'image du trafic affichée peut être incomplète, notamment si des aéronefs non équipés sont à proximité ou en raison du filtrage de données de mauvaise qualité.
- L'utilisation des applications AIRB et VSA devrait faire l'objet de cours de recyclage périodiques de façon à ne pas induire une baisse de vigilance de l'équipage de conduite à l'égard des sources d'information autres que l'afficheur de trafic.

5.2.2 D'autres considérations devraient être prises en compte dans la formation :

- la formation doit insister sur le risque d'une interprétation erronée de l'afficheur de trafic et de manœuvres inappropriées du fait qu'il ne s'agit que d'une information partielle et basée sur une référence mobile.
- la formation doit insister sur la nécessité de consulter aussi l'afficheur du système d'avertissement de trafic et d'évitement de collisions (TCAS) pour faciliter l'acquisition visuelle du trafic si les TA produits par le TCAS sont présentés sur un afficheur distinct.

5.3 Autres aspects

5.3.1 La formation des pilotes de l'aviation générale doit les sensibiliser aux utilisations correctes des applications AIRB et VSA. Cette information et les règles et limitations de l'utilisation de l'afficheur de trafic AIRB peuvent être communiquées à la communauté de l'aviation générale par leur incorporation dans le manuel de vol de l'aéronef (AFM) et dans ses suppléments (AFMS), dans les cours de formation organisés par le constructeur de l'avionique, par une formation spécifique au cours des épreuves de vol bisannuelles, ou encore par instruction directe dans le cadre des procédures de contrôle de compétence des opérateurs qui louent des aéronefs.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/standardisation : les critères actuellement publiés contiennent l'information donnée dans la Section 8.4.
- Plans d'approbation : des lignes directrices et des critères pour l'approbation opérationnelle pourront être nécessaires, selon l'application régionale des fonctions ATSA.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

- **États-Unis** : les services ADS-B/TIS-B/FIS-B seront disponibles dès 2013 pour les États-Unis continentaux.
- **Europe** : la fonction AIRB est utilisée de manière facultative depuis février 2012 (par Swiss International Airlines) dans le cadre du projet pilote ATSAW du programme CASCADE d'EUROCONTROL. D'autres expérimentations en ligne sont prévues (British Airways, Delta Airlines, US Airways et Virgin Atlantic).

7.2 Activités prévues ou en cours

7.2.1 Actuellement en service.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

- EUROCAE ED-160/RTCA DO-314, Safety, Performance and Interoperability Requirements Document for Enhanced Visual Separation on Approach (ATSA-VSA)
- EUROCAE ED-164/RTCA DO-319, Safety, Performance and Interoperability Requirements Document for Enhanced Traffic Situational Awareness During Flight Operations (ATSA-AIRB)

- RTCA Document DO-317A/EUROCAE Document ED-194, Minimum Operational Performance Standards (MOPS) for Aircraft Surveillance Applications (ASA) System

8.2 Procédures

8.2.1 Il est proposé que la procédure d'utilisation de l'affichage de trafic ADS-B soit incluse dans les *Procédures pour les services de la navigation aérienne — Exploitation technique des aéronefs* (PANS-OPS, Doc 8168) en vue de sa mise en œuvre en novembre 2013.

8.3 Éléments indicatifs

- EUROCONTROL Flight Crew Guidance on Enhanced Traffic Situational Awareness during Flight Operations ;
- EUROCONTROL Flight Crew Guidance on Enhanced Visual Separation on Approach ;
- EUROCONTROL ATSAW Deployment Plan (ébauche) ; et
- Projet de manuel de l'OACI sur les applications de surveillance embarquée (Doc xxxx) (disponible en 2012).

8.4 Documents d'approbation

- RTCA/EUROCAE ASA MOPS, DO-317A/ED-194 ;
 - AC 20-172 ;
 - TSO C195.
-

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE NO B1-85 : CAPACITÉ ET SOUPLESSE ACCRUES
PAR LA GESTION DES INTERVALLES**

Résumé	La gestion des intervalles (IM) est une technique permettant d'améliorer la gestion des flux de trafic et le maintien de l'espacement des aéronefs. Elle vise à produire des gains opérationnels par une gestion précise de la séparation entre des aéronefs suivant des trajectoires communes ou fusionnées, de façon à maximiser la capacité de l'espace aérien tout en réduisant la charge de travail de l'ATC et en diminuant la consommation de carburant des aéronefs avec des effets positifs pour l'environnement.	
Principale incidence sur la performance, conformément au Doc 9854	KPA-03 – Rapport coût-efficacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-05 – Environnement, KPA-10 – Sécurité.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	En route, arrivée, approche, départ.	
Considérations relatives à l'application	En route et dans les zones terminales.	
Composant(s) du concept mondial, d'après le Doc 9854	CM – gestion des conflits DCB – équilibre entre la capacité et la demande TS – synchronisation de la circulation	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-7 : Gestion dynamique et souple des routes ATS GPI-9 : Connaissance de la situation GPI-17 : Applications des liaisons de données.	
Principales interdépendances	B0-85	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt maintenant ou vers [date]).
	État de préparation des normes	Est. 2014
	Disponibilité de l'avionique	Est. 2016
	Disponibilité des systèmes au sol	Est.2014
	Disponibilité des procédures	Est.2014
	Approbations d'exploitation	Est.2016

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 La gestion des intervalles est définie comme un système global permettant de mieux gérer les flux de trafic et la séparation des aéronefs, notamment par l'emploi d'outils au sol facilitant la tâche du contrôleur pour lui permettre d'évaluer l'image du trafic et de déterminer les autorisations appropriées à donner pour la fusion des trajectoires et l'espacement des aéronefs de manière sûre et efficace. L'équipage de conduite dispose d'outils embarqués lui permettant de se conformer aux autorisations IM. L'objectif est de permettre aux aéronefs concernés d'atteindre et de maintenir entre eux un espacement minimum prescrit. Cet espacement peut être défini en temps ou en distance.

1.1.2 Dans une première étape, les opérations IM seront limitées à la phase d'arrivée des vols (du sommet de la descente au repère initial ou final d'approche) dans un espace surveillé pour lequel il

existe des communications directes entre le contrôleur et le pilote (voix ou liaison de données CPDLC). Par la suite, ces principes seront étendus à d'autres phases du vol.

1.1.3 La gestion des intervalles combine des moyens au sol nécessaires pour que le contrôleur puisse délivrer une autorisation IM, et des moyens embarqués permettant à l'équipage de conduite d'appliquer cette autorisation.

1.1.4 L'application IM peut également être considérée comme un complément des opérations en descente continue (CDO) permettant d'adopter des profils de descente sur lesquels les moteurs tournent presque au ralenti pour économiser le carburant. La conjugaison des opérations CDO et IM devrait également permettre une amélioration de la densité de trafic par rapport aux opérations actuelles.

1.2 Base de référence

1.2.1 Comme ces applications sont en cours d'élaboration, il n'existe pas de base de référence.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 La gestion des intervalles regroupe un ensemble de fonctions pouvant être combinées en des applications opérationnelles permettant d'établir et de maintenir un intervalle de temps ou de distance par rapport à un aéronef désigné (appelé de référence). L'ATC disposera d'une nouvelle série d'autorisations (par liaison vocale ou par liaison de données) précisant par exemple que l'équipage de conduite doit établir et maintenir un certain intervalle de temps par rapport à l'aéronef de référence. Ces nouvelles autorisations serviront à réduire les interventions de l'ATC pour le guidage et le contrôle de la vitesse, c'est-à-dire le nombre global d'échanges avec les pilotes. Il en résultera un allègement de la charge de travail du contrôleur par aéronef géré.

1.3.2 L'équipage de conduite accomplira ces nouvelles tâches grâce à des fonctions avioniques de surveillance et d'affichage du trafic, et à des fonctions délivrant des avis d'espacement. On peut citer quelques exemples de gestion des intervalles dans les différentes phases d'un vol : en croisière, annonce des espacements en distance ou en temps par rapport à l'aéronef précédent, jusqu'au sommet de la descente ; à l'arrivée, gestion des intervalles sur les profils de descente optimisés ; à l'approche, établissement et maintien d'un intervalle approprié jusqu'au point d'approche stabilisée ; au départ, maintien d'un intervalle minimum par rapport à l'aéronef précédent. Ces exemples font ressortir une utilisation plus efficace des trajectoires de vol, une meilleure gestion des performances dans les CDO, le tout se traduisant par des économies de carburant et une diminution des émissions. On peut toutefois envisager d'autres gains d'efficacité :

- a) réduction des échanges avec l'ATC et de la charge de travail des contrôleurs ;
- b) augmentation raisonnable de la charge de travail de l'équipage de conduite.

2. AMÉLIORATIONS OPÉRATIONNELLES PRÉVUES

2.1 Des métriques d'évaluation du succès de ce module sont proposées dans le *Manuel sur les besoins du système de gestion du trafic aérien* (Doc 9883).

<i>Rapport coût-efficacité</i>	Espacement régulier des aéronefs qui se suivent (par exemple à l'entrée d'une procédure d'arrivée vers l'approche finale (ce qui se traduit par une diminution de la consommation de carburant).
<i>Efficacité</i>	Instructions de gestion de vitesse précoce évitant d'avoir à rallonger les trajectoires ultérieurement. Descentes en continu avec profil optimisé (OPD) dans les environnements de moyenne densité de trafic permettant d'autoriser les OPD jusqu'à une densité de trafic de l'ordre de 70 %. Réduction des temps d'attente et de la durée des vols.
<i>Environnement</i>	Tous les gains d'efficacité auront un effet bénéfique pour l'environnement par la diminution des émissions.
<i>Sécurité</i>	Réduction du nombre d'instructions ATC et de la charge de travail des contrôleurs. La charge de travail reportée sur l'équipage de conduite est raisonnable.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	À déterminer

3. **PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)**

3.1 Les procédures air et sol de gestion des intervalles ne sont pas encore élaborées. Elles comporteront des conditions d'application et une phraséologie particulière pour l'échange des messages.

4. **CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME**

4.1 **Avionique**

4.1.1 Les technologies nécessaires pour les opérations IM comprennent à bord de l'aéronef : fonctionnalité ADS-B IN, avionique complémentaire (équipement FIM et fonctions d'espacement avec avis) requise pour les capacités IM (c'est-à-dire instructions de vitesse et instructions de virage IM), ainsi qu'une présentation en cockpit d'informations de trafic (CDTI).

4.1.2 À bord de l'aéronef de référence : fonctionnalité ADS-B OUT, conforme aux exigences ITP.

4.1.3 Si les communications CPDLC sont utilisées, elles devront respecter le jeu de messages développés par le SC-214.

4.2 **Systèmes au sol**

4.2.1 L'application de gestion des intervalles nécessitera éventuellement une certaine automatisation au sol. En opérations, cette automatisation sera très probablement adaptée aux procédures IM permises dans une zone terminale donnée. Cela peut inclure la mise en œuvre d'autres messages CPDLC. Pour les opérations d'arrivée, il est recommandé de prévoir un outil de gestion des arrivées (AMAN).

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 La responsabilité de la séparation n'est pas modifiée, le contrôleur est toujours responsable d'assurer l'espacement des aéronefs.

5.2 Exigences en matière de formation et de qualifications

5.2.1 Le pilote doit être formé et qualifié pour l'exécution des nouvelles tâches qui lui incombent et pour l'utilisation appropriée des nouvelles procédures et de la nouvelle avionique.

5.2.2 Le contrôleur doit être formé et qualifié pour l'exécution des tâches qui lui incombent et pour assurer une application diligente des nouvelles procédures et pour l'utilisation des outils d'appui au sol.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/standardisation : des critères modifiés ou nouveaux devront être publiés et comprendront le matériel décrit dans les Sections 8.1 et 8.4.
- Plans d'approbation : à déterminer.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

7.1.1 Aux États-Unis, des expériences opérationnelles de gestion des intervalles ont été effectuées à Louisville (Kentucky) en 2009 et 2010.

7.2 Activités prévues ou en cours

- **SESAR** : validation dans un environnement TMA avec une structure PRNAV des deux manœuvres de base de séquençement et de fusion ASAS, au cours de la période 2012-2013.
- **Projet SESAR 05.06.06 ASPA-S&M** : l'objectif du projet P5.6.6 – « ASAS Sequencing and Merging » est de contribuer à la consolidation du concept opérationnel et à la validation de l'application de séquençement et de fusion pour l'espacement des aéronefs (ASPA S&M).
- **États-Unis** : des plans sont en cours d'élaboration à la NASA pour démontrer la fonctionnalité de gestion des intervalles en vol en 2013. La FAA travaille à établir les exigences des systèmes au sol pour la gestion de l'espacement (GIM-S) par deux programmes d'automatisation FAA : la gestion temporelle des flux de trafic (TBFM) et la modernisation de l'automatisation des services en route (ERAM). La FAA collabore avec plusieurs compagnies aériennes partenaires qui participeront à la collecte des données opérationnelles et à l'évaluation des gains d'efficacité pour les fonctionnalités initiales de gestion des

intervalles de vol et d'espacement (FIM-S). La FAA a appuyé les efforts d'un groupe de travail conjoint RTCA/EUROCAE chargé d'élaborer un document sur les aspects de sécurité, de performance et d'interopérabilité (SP&R) du projet FIM-S (également appelé ASPA-IM), qui est devenu le RTCA DO-328. Le SC-186 du RTCA et le WG-51 de l'Eurocae ont entrepris des travaux initiaux sur les MOPS couvrant l'avionique FIM-S. Cet effort devrait aboutir à la fin de 2013.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

- EUROCAE ED-195/RTCA DO-328, Safety, Performance and Interoperability Requirements Document for Airborne Spacing – Flight Deck Interval Management (ASPA-FIM) ;
- RTCA DO-xxxx (en préparation), Enhanced CPDLC Message set per SC214/WG/78 ;
- Le document MOPS ASA, DO-317A/ED-194 sera mis à jour à la fin de 2013 pour y incorporer les normes d'équipement FIM ;
- Les normes FIM seront élaborées pour l'Annexe 10, Volume IV.

8.2 Procédures

8.2.1 À déterminer.

8.3 Éléments indicatifs

- EUROCONTROL, Flight Crew Guidance on Enhanced Traffic Situational Awareness during Flight Operations ;
- EUROCONTROL, Flight Crew Guidance on Enhanced Situational Awareness on the Airport Surface ;
- EUROCONTROL, Flight Crew Guidance on Enhanced Visual Separation on Approach.

8.4 Documents d'approbation

- RTCA DO-xxxx (en préparation) couvre le jeu de messages CPDLC évolué, sur la base des travaux du SC214/WG78.

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE N° B2-85 : SÉPARATION AUTONOME
GÉRÉE PAR L'ÉQUIPAGE DE CONDUITE (ASEP)**

Résumé	Des avantages opérationnels découlent de la délégation temporaire à l'équipage de conduite de la responsabilité du maintien de la séparation par rapport à un aéronef désigné adéquatement équipé. Le but de cette délégation est de réduire le nombre d'autorisations de résolution des conflits, de façon à alléger la charge de travail de l'ATC tout en permettant des profils de vol plus efficaces. L'équipage de conduite assure la séparation par rapport à un aéronef adéquatement équipé, désigné dans une nouvelle autorisation, ce qui libère le contrôleur de la responsabilité de la séparation entre ces aéronefs. Toutefois, le contrôleur conserve la responsabilité de la séparation pour tous les autres aéronefs non visés par ces autorisations.	
Principale incidence sur la performance, conformément au Doc 9854	KPA-02 – Capacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-05 – Environnement, KPA-06 – Flexibilité, KPA-09 – Prédicibilité.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Phase en route, survols océaniques, approche, départ et arrivée.	
Considérations relatives à l'application	Les aspects sécurité devront être soigneusement étudiés et les impacts de la délégation de la séparation sont en cours d'évaluation pour une situation particulière créée par une nouvelle réglementation sur l'équipement de bord et les rôles et responsabilités de l'équipage (ainsi que les nouvelles procédures et les formations correspondantes). Les premières applications envisagées pour la fonctionnalité ASEP sont les routes océaniques et les approches sur des pistes parallèles proches.	
Composant(s) du concept mondial, d'après le Doc 9854	CM – gestion des conflits	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-16 : Systèmes d'aide à la décision et systèmes d'avertissement.	
Principales interdépendances	B1-85	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt ou date de disponibilité)
	État de préparation des normes	Est. 2023
	Disponibilité de l'avionique	Est. 2023
	Disponibilité des systèmes au sol	Est. 2023
	Disponibilité des procédures	Est. 2023
	Approbations d'exploitation	Est. 2023

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 La notion de séparation autonome ASEP est décrite dans le document OACI 9854, *Concept opérationnel d'ATM mondiale*.

1.2 Séparation coopérative

1.2.1 Il y a séparation coopérative quand le rôle d'agent de séparation est délégué. Cette délégation est considérée comme temporaire et la condition y mettant fin doit être fixée au préalable. La délégation peut s'appliquer à l'ensemble des types de dangers ou seulement à certains dangers spécifiés. L'agent qui accepte cette délégation devient responsable du respect des modalités de délégation par l'utilisation des modes de séparation prescrits.

1.3 Base de référence

1.3.1 La base de référence est constituée par la première application de surveillance en vol incluse dans les modules B0-86 et B1-85. Les opérations ASAS-ASEP constituent la prochaine étape.

1.4 Changements apportés par le module

1.4.1 Le présent module introduit de nouveaux modes de séparation fondés sur les capacités de l'aéronef, et notamment la surveillance du trafic aérien basée sur l'ADS-B, et la délégation de la responsabilité de la séparation du contrôleur au pilote. Cette délégation repose sur la définition des nouveaux minimums de séparation à respecter par l'équipage de conduite.

1.4.2 Avec l'élément ASEP, l'équipage de conduite doit assurer la séparation par rapport à un aéronef désigné, selon les modalités d'une nouvelle autorisation qui libère le contrôleur de la responsabilité de la séparation entre les deux aéronefs. Cependant, le contrôleur reste responsable de la séparation par rapport aux aéronefs qui ne sont pas couverts par ces autorisations et entre les aéronefs participant à l'ASEP et le trafic environnant.

1.4.3 Séparation autonome : l'équipage de conduite assure la séparation par rapport à un aéronef désigné selon les nouvelles autorisations qui lui sont communiquées, ce qui libère le contrôleur de la responsabilité de la séparation pour ces aéronefs. Cependant, le contrôleur reste responsable de la séparation par rapport aux aéronefs qui ne sont pas couverts par ces autorisations et entre les aéronefs participant à l'ASEP et le trafic environnant.

1.4.4 Les applications de séparation autonome gérée par l'équipage de conduite comprennent :

- a) la gestion des intervalles avec délégation de la séparation : les équipages de conduite sont chargés de maintenir un intervalle de temps minimum derrière l'aéronef désigné ;
- b) le franchissement et le dépassement latéraux : les équipages de conduite doivent ajuster leur trajectoire latérale pour s'assurer que la séparation horizontale par rapport à l'aéronef désigné reste supérieure au minimum applicable ;

- c) le franchissement vertical : les équipages de conduite doivent ajuster leur trajectoire verticale pour s'assurer que la séparation verticale par rapport à l'aéronef désigné reste supérieure au minimum applicable ;
- d) les approches par paires : les équipages de conduite doivent maintenir une séparation prescrite en approche finale sur des pistes parallèles ; et
- e) de nombreuses procédures ASEP sont envisagées pour les espaces océaniques en vue d'améliorer la procédure ITP par de nouveaux minimums de séparation :
 - 1) procédures de changement de niveau sur route ASEP-ITF (In-trail follow) ;
 - 2) procédures de changement de niveau sur route ASEP-ITP (In-trail procedure) ;
 - 3) procédure d'évolution latérale sur route ASEP-ITM (In-trail merge).

2. AMÉLIORATIONS OPÉRATIONNELLES PRÉVUES

2.1 Les métriques d'évaluation du succès de ce module sont proposées dans le *Manuel sur les besoins du système de gestion du trafic aérien* (Doc 9883).

<i>Capacité</i>	Augmentée par une réduction des minimums de séparation et un allègement potentiel de la charge de travail des contrôleurs.
<i>Efficacité</i>	Optimisation des trajectoires de vol.
<i>Environnement</i>	Réduction de la consommation et des émissions par l'optimisation des trajectoires de vol.
<i>Flexibilité</i>	Améliorée pour prendre en compte diverses contraintes, comme les conditions météorologiques.
<i>Prédictibilité</i>	La résolution des conflits est optimisée et, dans une certaine mesure, standardisée par l'application de normes de performances de l'équipement embarqué.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	À déterminer en fonction du coût des équipements nécessaires, de la formation et des pénalités réduites

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 Les procédures ASAS-ASEP devront faire l'objet de définitions dans les PANS-ATM et les PANS-OPS, avec clarification des rôles et des responsabilités.

4. CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME (AIR ET SOL)

4.1 Avionique

4.1.1 Les technologies nécessaires pour les aéronefs capables d'évoluer en ASEP sont : fonctionnalité ADS-B IN, composante avionique (équipement ASEP, fonctions de résolution des conflits avec avis), et équipement d'affichage CDTI.

4.1.2 Pour l'aéronef de référence : fonctionnalité ADS-B OUT conforme à [à déterminer].

4.1.3 Si la liaison CPDLC est utilisée, elle doit être conforme au jeu de messages élaboré par le SC-214.

4.2 **Systèmes au sol**

4.2.1 Pour l'équipement au sol, il faudra prévoir des outils spécifiques permettant d'évaluer les capacités des aéronefs et d'appuyer la fonction de délégation de séparation. Cela implique un partage de toutes les informations de trajectoire entre l'ensemble des intervenants. Il sera peut-être nécessaire d'ajuster le STCA pour un mode propre à cette procédure (limité à l'évitement des collisions).

5. **PERFORMANCES HUMAINES**

5.1 **Considérations relatives aux facteurs humains**

5.1.1 Le changement de rôle des contrôleurs et des pilotes doit être évalué avec le plus grand soin et bien compris par les parties ; cet aspect en est encore au stade de la recherche et du développement et les considérations relatives aux facteurs humains sont encore en voie d'être identifiées par la modélisation et les essais préliminaires. Les versions ultérieures de ce document contiendront des processus et des procédures plus spécifiques pour la prise en compte des facteurs humains. L'accent sera mis particulièrement sur l'identification des problèmes d'interface humain-machine, s'il y a lieu, et sur l'élaboration de stratégies de limitation des risques majeurs qui en découlent.

5.2 **Exigences en matière de formation et de qualifications**

5.2.1 Les pilotes doivent être formés et qualifiés pour assumer ce nouveau rôle et les responsabilités correspondantes, de façon à garantir une application efficace des nouvelles procédures et un bon usage de l'avionique.

5.2.2 Les contrôleurs doivent être formés et qualifiés pour assurer une bonne application des nouvelles procédures et une utilisation efficace des outils d'appui au sol (notamment pour bien identifier les aéronefs et les installations capables d'utiliser les services).

5.3 **Autres aspects**

5.3.1 Les aspects de responsabilités juridiques doivent être étudiés.

6. **BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)**

- Réglementation/standardisation : les minimums de séparation publiés devront faire l'objet d'une mise à jour portant notamment sur le matériel de la Section 8.4.
- Plans d'approbation : à déterminer.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

7.1.1 Aucune pour le moment.

7.2 Activités prévues ou en cours

Projets européens

- ASSTAR (2005-2007) a amorcé des travaux sur les applications ASEP et SSEP en Europe, qui ont été suivis de projets dans le cadre de SESAR :
 - Projet SESAR 04.07.04.b ASAS-ASEP, applications océaniques

7.2.1 Les applications de séparation autonome « in-trail follow » (ASEP-ITF) et « in-trail merge » (ASEP-ITM) sont conçues pour être utilisées sur les routes océaniques et dans les autres espaces non couverts par le radar.

7.2.2 L'ASEP-ITF transfère du contrôleur à l'équipage de conduite la responsabilité de la séparation entre l'aéronef ITF et un aéronef de référence, pour la durée de la manœuvre. Ce transfert de responsabilité exigera une avionique de haute précision et une solide intégrité (pour les positions de l'aéronef équipé ITF et de l'aéronef de référence, pour la surveillance en vol et pour la logique ASAS dans le cadre de l'ASEP-ITF). L'ASEP-ITF vise à améliorer la flexibilité verticale, de façon à autoriser des changements de niveau par rapport à un aéronef de référence volant à un niveau différent le long de la même route océanique.

7.2.3 L'ASEP-ITM transfère du contrôleur à l'équipage de conduite la responsabilité de la séparation entre l'aéronef équipé ITM et un aéronef de référence, pendant la durée de la manœuvre. Ce transfert de responsabilité exigera une avionique de haute précision et une solide intégrité (pour les positions de l'aéronef l'ITM et de l'aéronef de référence, pour la surveillance en vol et pour la logique ASAS dans le cadre de l'ASEP-ITF). L'ASEP-ITM vise à améliorer la flexibilité de suivi de route en autorisant une manœuvre latérale par rapport à un aéronef de référence qui vole au même niveau sur la même route, avec des minimums longitudinaux et latéraux, moindres que les minimums de séparation prescrits par les procédures actuelles.

7.2.4 Les deux applications sont basées sur de l'information de surveillance en vol fournie à l'équipage pour identifier les possibilités d'entreprendre de telles manœuvres en maintenant une séparation réduite par rapport à l'aéronef de référence.

Projet SESAR 04.07.06 En Route Trajectory and Separation Management – ASAS Separation (Cooperative Separation)

7.2.5 Le principal objectif de ce projet est d'évaluer les possibilités d'introduire l'ASAS dans le contexte SESAR (en prenant en compte de toutes les plateformes, y compris les aéronefs militaires et les aéronefs sans pilote).

7.2.6 Ce projet visera essentiellement à évaluer la possibilité de déléguer, dans des conditions précises et bien définies, la responsabilité de la séparation des trafics à l'équipage de conduite d'un aéronef adéquatement.

7.2.7 Les États-Unis envisagent de poursuivre l'étude d'applications « d'intervalle défini » sur la base du rapport de l'ARC (Comité de réglementation de l'aviation) sur l'ADS-B IN, daté du 30 septembre 2011. Le concept américain maintient la pleine responsabilité du contrôleur pour la séparation, mais permet à ce dernier d'assigner à l'équipage de conduite une ou plusieurs tâches avec des normes de séparation assouplies pendant la durée de la manœuvre. Les États-Unis étudient des applications de « gestion des intervalles » pour l'application du concept d'« intervalle défini » dans les opérations en zone terminale (arrivée et départ), ainsi que pour les opérations océaniques dans l'espace non couvert par le radar.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Éléments indicatifs

- OACI AN-Conf/11-IP/5 projet de circulaire sur l'ASAS (2003)
 - FAA/EUROCONTROL ACTION PLAN 23 – D3 – The Operational Role of Airborne Surveillance in Separating Traffic (novembre 2008)
 - FAA/EUROCONTROL ACTION PLAN 23 – D4 – ASAS application elements and avionics supporting functions (2010)
-

MODULE NO B3-85 : AUTOSÉPARATION (SSEP)

Résumé	Des gains d'efficacité opérationnelle sont obtenus par la délégation de l'ensemble de la séparation à l'équipage de conduite d'un aéronef convenablement équipé pour l'espace aérien désigné, ce qui réduit la nécessité de résoudre des conflits. Ces gains se traduisent par une réduction des minimums de séparation, une diminution de la charge de travail des contrôleurs, une optimisation des trajectoires de vol et une moindre consommation de carburant.	
Principale incidence sur la performance, conformément au Doc 9854	KPA-02 – Capacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-05 – Environnement ; KPA-06 – Flexibilité, KPA-08 – Participation de la communauté ATM, KPA-10 – Sécurité.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Phase en route, survol océanique.	
Considérations relatives à l'application	Les questions de sécurité doivent être soigneusement évaluées et l'impact sur la capacité reste à déterminer, ce qui exigera une nouvelle réglementation pour l'équipement embarqué et les rôles et responsabilités de l'équipage (procédure et formation). Le principal domaine d'application de l'autoséparation est dans les zones à faible densité de trafic.	
Composant(s) du concept mondial, d'après le Doc 9854	CM – gestion des conflits	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-16 : Systèmes d'aide à la décision et systèmes d'avertissement	
Principales interdépendances	B0-86, B2-85 et B2-101	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt ou date de disponibilité)
	État de préparation des normes	Est. 2028
	Disponibilité de l'avionique	Est. 2028
	Disponibilité des systèmes au sol	Est. 2028
	Disponibilité des procédures	Est. 2028
	Approbatons d'exploitation	Est. 2028

1. EXPOSÉ**1.1 Généralités**

1.1.1 L'autoséparation est décrite dans le document *Concept opérationnel de gestion du trafic aérien mondiale* (Doc 9854).

Autoséparation

1.1.2 L'autoséparation est une situation dans laquelle l'utilisateur de l'espace aérien est l'agent de séparation pour ses activités, à l'égard d'un ou de plusieurs dangers.

1.1.3 L'autoséparation complète est une situation dans laquelle l'utilisateur de l'espace aérien est l'agent de séparation pour ses activités à l'égard de l'ensemble des dangers. Dans ce cas, aucun service de séparation n'est fourni, mais les autres services ATM, y compris la gestion stratégique des conflits, peuvent être utilisés.

1.2 Base de référence

1.2.1 La base de référence est représentée par la première application de surveillance autonome décrite dans les modules B0-86 ITP, B1-85 ASAS-ASPA gestion des intervalles, et B2-85, séparation autonome par délégation temporaire. Les opérations ASAS-SSEP constitueront la prochaine étape.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Le présent module introduit la notion l'autoséparation reposant sur des capacités de l'aéronef, en particulier la surveillance en vol basée sur l'ADS-B, et l'équipage de conduite est alors responsable de la séparation dans l'espace aérien désigné.

1.3.2 L'autoséparation par l'équipage de conduite vise à assurer la séparation de l'aéronef par rapport au trafic environnant. Le contrôleur n'a plus aucune responsabilité dans cette séparation. Les premières applications concernent les espaces aériens océaniques et les espaces à faible densité de trafic.

1.3.3 Applications types de l'autoséparation :

- a) autoséparation dans l'espace contrôlé par l'ATC ;
- b) autoséparation dans un espace en route isolé ;
- c) autoséparation dans un espace en route pour des aéronefs à équipement mixte ;
- d) navigation autogérée SSEP – FFT sur une route océanique.

2. AMÉLIORATIONS OPÉRATIONNELLES PRÉVUES

2.1 Les métriques d'évaluation du succès de ce module sont proposées dans le *Manuel sur les besoins du système de gestion du trafic aérien* (Doc 9883).

<i>Capacité</i>	Augmentée par la réduction des minimums de séparation et la diminution potentielle de la charge de travail des contrôleurs, pouvant aller jusqu'à l'élimination du rôle tactique de l'ATS dans les espaces à faible densité de trafic.
<i>Efficacité</i>	Optimisation des trajectoires de vol.
<i>Environnement</i>	Réduction de la consommation permise par une meilleure optimisation des trajectoires de vol.
<i>Flexibilité</i>	Flexibilité accrue à l'égard des variations des contraintes et de la situation météorologique.
<i>Participation de la communauté ATM</i>	Rôle accru du pilote.

<i>Sécurité</i>	À démontrer.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	À déterminer en comparant les coûts de l'équipement et de la formation à la réduction des pénalités.

3. **PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)**

3.1 Les procédures ASAS – SSEP devront être définies dans les PANS-ATM et les PANS-OPS en vue de préciser les minimums de séparation applicables. Les procédures opérationnelles d'entrée et de sortie des espaces aériens désignés devront également être définies.

4. **CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME (AIR ET SOL)**

4.1 **Avionique**

4.1.1 Pour l'autoséparation, la principale capacité nécessaire est la fonctionnalité SSEP. La SSEP regroupe trois fonctions principales : surveillance autonome, détection des conflits et la résolution des conflits.

4.2 **Systèmes au sol**

4.2.1 Dans un espace aérien mixte, où coexistent des aéronefs équipés et non équipés, l'autoséparation nécessitera des équipements au sol disposant des outils spécifiques pour évaluer les capacités des aéronefs, pour appuyer et pour observer le déroulement de la séparation par les aéronefs autonomes (équipés SSEP), tout en gérant la séparation des autres aéronefs. Cela implique un partage entre tous les acteurs de l'ensemble de l'information sur les trajectoires.

4.2.2 En espace aérien restreint (zone de ségrégation), l'autoséparation nécessitera une surveillance prédictive de la densité de trafic pour autoriser ce mode de séparation et l'entrée des aéronefs dans l'espace en question. Des outils spécifiques pourront être nécessaires pour gérer le transfert de l'autoséparation à la séparation classique dans l'espace en question.

5. **PERFORMANCES HUMAINES**

5.1 **Considérations relatives aux facteurs humains**

5.1.1 Les modifications des rôles respectifs des contrôleurs et des pilotes devront faire l'objet d'une étude attentive. Des formations et des qualifications spécifiques seront nécessaires.

5.2 **Exigences en matière de formation et de qualifications**

5.2.1 Le pilote doit être formé et qualifié pour être capable de remplir son nouveau rôle et d'assumer les responsabilités correspondantes, ainsi que pour utiliser les nouvelles procédures et l'avionique nécessaire. Un soutien d'automatisation sera nécessaire pour le pilote et le contrôleur, ce qui nécessitera une formation aux nouveaux environnements et à l'identification des aéronefs et des installations susceptibles d'utiliser les services en environnement mixte.

5.3 Autres aspects

5.3.1 Les aspects de responsabilités juridiques doivent être étudiés.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

Réglementation/standardisation : il faudra prévoir un meilleur échange des informations de vol pour les domaines suivants :

- Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de la navigation aérienne — Gestion du trafic aérien*
- Doc 8168 de l'OACI, *Exploitation technique des aéronefs*
- FAA AC, à déterminer ; AESA AMD, à déterminer
- Il est prévu que l'Annexe 2 — *Règles de l'air*, l'Annexe 6 — *Exploitation technique des aéronefs*, l'Annexe 10 — *Télécommunications aéronautiques* et l'Annexe 11 — *Services de la circulation aérienne* devront être mises à jour

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

7.1.1 Aucune pour le moment.

7.2 Activités prévues ou en cours

- ASSTAR
- Projet SESAR 04.07.04.b
- ASAS-ASEP applications océaniques

7.2.1 Les applications de séparation autonome « in-trail follow » (ASEP-ITF) et « in-trail merge » (ASEP-ITM) sont conçues pour être utilisées sur les routes océaniques et dans les autres espaces non couverts par le radar.

7.2.2 L'ASEP-ITF transfère du contrôleur à l'équipage de conduite la responsabilité de la séparation entre l'aéronef ITF et un aéronef de référence, pour la durée de la manœuvre. Ce transfert de responsabilité exigera une avionique de haute précision et une solide intégrité (pour les positions de l'aéronef équipé ITF et de l'aéronef de référence, pour la surveillance autonome et pour la procédure ASEP-ITF). L'ASEP-ITF vise à améliorer la flexibilité verticale, de façon à autoriser des changements de niveau par rapport à un aéronef de référence volant à un niveau différent le long de la même route océanique.

7.2.3 L'ASEP-ITM transfère du contrôleur à l'équipage de conduite la responsabilité de la séparation entre l'aéronef équipé ITM et un aéronef de référence, pendant la durée de la manœuvre. Ce transfert de responsabilité exigera une avionique de haute précision et une solide intégrité (pour les positions de l'aéronef l'ITM et de l'aéronef de référence, pour la surveillance autonome et pour la procédure ASEP-ITM). L'ASEP-ITM vise à améliorer la flexibilité de suivi de route en autorisant une

manœuvre latérale par rapport à un aéronef de référence qui vole au même niveau sur la même route, avec des minimums longitudinaux et latéraux, moindres que les minimums de séparation prescrits par les procédures actuelles.

7.2.4 Les deux applications nécessitent que l'équipage dispose dans le poste de pilotage de l'information de surveillance nécessaire pour identifier les opportunités d'utilisation de ces fonctionnalités et pour maintenir une séparation réduite par rapport à l'aéronef de référence, tout au long des manœuvres.

Projet SESAR 04.07.05 Self Separation in Mixed Mode Environment

7.2.5 L'un des buts du développement de la fonctionnalité ASAS est de permettre l'autoséparation (SSEP) en espace aérien mixte. Les intentions sont de permettre à des aéronefs pratiquant l'autoséparation et à des aéronefs contrôlés par un fournisseur de services de navigation aérienne de partager un même espace. Les deux phases du projet correspondent aux objectifs suivants :

- première phase : évaluer la compatibilité entre les applications 4D à contrat et ASEP en vue d'établir des opérations autonomes ;
- deuxième phase : élaborer et valider le concept d'opération pour les applications SSEP en mode mixte, c'est-à-dire combinant les nouveaux modes ASEP-C et ASEP-P, et les nouveaux modes ANSP.

7.2.6 Le principal objectif est de valider l'intégration des trajectoires 4D, de la fonctionnalité ASAS et du trafic classique dans la tâche de gestion des séparations. L'accent sera mis sur l'interaction entre les modes classiques et les nouveaux modes de séparation, et sur les conséquences pour la capacité, l'efficacité, la sécurité et la prédictibilité. De plus, les relations entre la sécurité et la capacité seront étudiées dans l'optique de réduire le nombre d'incidents critiques dans un contexte de trafic croissant.

SESAR WP4.7.6 En Route Trajectory and Separation Management – ASAS Separation (Cooperative Separation)

7.2.7 Le principal objectif de ce projet est d'évaluer l'introduction de l'application de séparation ASAS dans le contexte SESAR (en prenant en compte toutes les plateformes, y compris les aéronefs militaires et les aéronefs sans pilote). Le projet mettra l'accent sur la possibilité de déléguer, dans des conditions précises et déterminées, la responsabilité des tâches de séparation à l'équipage de conduite d'un aéronef adéquatement équipé.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Éléments indicatifs

- OACI AN-Conf/11-IP/5 Projet de circulaire sur l'ASAS (2003)
- FAA/EUROCONTROL ACTION PLAN 23 – D3 - The Operational Role of Airborne Surveillance in Separating Traffic (novembre 2008)
- FAA/EUROCONTROL ACTION PLAN 23 – D4 – ASAS application elements and avionics supporting functions (2010)

8.2 Documents d'approbation

- Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de la navigation aérienne — Gestion du trafic aérien*
- Doc 8168 de l'OACI, *Exploitation technique des aéronefs*
- FAA AC, à déterminer ; AESA AMD, à déterminer

PROJET

Domaine d'amélioration des performances 3 : Optimisation de la capacité et flexibilité des vols — *par une ATM mondiale collaborative*

Continuum : Niveaux de vol optimaux

PROJET

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE N° B0-86 : ACCÈS À DES NIVEAUX DE VOL OPTIMISÉS GRÂCE
À DES PROCÉDURES DE MONTÉE/DESCENTE BASÉES SUR L'ADS-B**

Résumé	Ce module permet à un aéronef de voler à des niveaux plus intéressants du point de vue de la consommation ou de l'évitement des turbulences pour des raisons de sécurité. Le principal avantage de l'ITP réside dans les importantes économies de carburant et l'amélioration de la charge utile que permet cette fonctionnalité.	
Principale incidence sur la performance, conformément au Doc 9854	KPA-02 – Capacité, KPA-04 – Efficacité, KPA-05 – Environnement, KPA-10 – Sécurité.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	En route	
Considérations relatives à l'application	Applicable dans les espaces aériens non couverts par des radars	
Composant(s) du concept mondial, d'après le Doc 9854	CM – gestion des conflits AOM – organisation et gestion de l'espace aérien AUO – opérations des usagers de l'espace aérien	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-7 : Gestion dynamique et souple des routes ATS GPI-9 : Connaissance de la situation	
Principales interdépendances	Sans objet	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt maintenant ou vers [date]).
	État de préparation des normes	√
	Disponibilité de l'avionique	√
	Disponibilité de l'infrastructure	√
	Disponibilité de l'automatisation au sol	√
	Disponibilité des procédures	√
	Approbations d'exploitation	√

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 La procédure ITP facilite les changements de niveau par des manœuvres de montée et de descente en route pour atteindre des niveaux de vol plus favorables sur le plan de l'efficacité du vol ou de la sécurité, dans les régions non couvertes par la surveillance ATC ou lorsque des minimums de séparation élargis constituent un facteur limitatif. La procédure ITP permet à un aéronef de monter ou de descendre en franchissant l'altitude d'autres aéronefs dans des conditions où les exigences de séparation de procédure ne pourraient pas être respectées. Les avantages de l'ITP sont d'importantes économies de carburant et une réduction des risques de lésion pour les passagers et le personnel de cabine lorsque le niveau de vol assigné est turbulent. L'ITP constitue la première application de surveillance embarquée offrant des avantages opérationnels par des minimums de séparation réduits.

1.1.2 La possibilité pour l'aéronef de traverser l'altitude d'un autre aéronef lorsque les procédures normales de séparation ne sont pas respectées empêche de quitter une altitude assignée à

laquelle les conditions ne sont pas optimales pour un vol prolongé, tant sur le plan de la consommation de carburant que pour les risques de lésion du personnel de cabine et des passagers sous l'effet des turbulences. Le but visé est de réduire la consommation de carburant et les émissions. Lorsque la procédure aura été démontrée en exploitation réelle, elle permettra également une réduction des réserves de route, ce qui se traduira par une diminution supplémentaire de la consommation de carburant et des émissions.

1.2 Base de référence

1.2.1 La procédure de changement de niveau sur route (ITP) fondée sur la surveillance dépendante automatique en mode diffusion (ADS-B) est opérationnelle dans la FIR Oakland Oceanic depuis le mois d'août 2011 et cette application peut être considérée comme la base de référence.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 L'introduction de l'ITP et des minimums de séparation basés sur l'ADS-B permet à un aéronef de monter ou de descendre en franchissant l'altitude d'autres aéronefs dans des conditions où les exigences de séparation de procédure ne pourraient pas être respectées. La possibilité de choisir un niveau de sol supérieur ou inférieur permet à l'aéronef de s'affranchir des niveaux de vol assignés et de bénéficier d'altitudes plus favorables. L'ITP se traduit également par des gains sur le plan de la sécurité en permettant aux équipages de mieux gérer des conditions défavorables par une montée ou une descente destinée à éviter la turbulence et des conditions météorologiques potentiellement dangereuses. Lorsque la procédure aura été dûment expérimentée, elle permettra de diminuer les exigences de réserve de route, ce qui se traduira par une réduction de la consommation et des émissions, et par un gain de charge utile.

2. AMÉLIORATIONS OPÉRATIONNELLES PRÉVUES

2.1 Les métriques d'évaluation du succès de ce module sont proposées dans le *Manuel sur les besoins du système de gestion du trafic aérien* (Doc 9883).

<i>Capacité</i>	Amélioration de la capacité d'emport sur une route aérienne donnée.
<i>Efficacité</i>	Amélioration d'efficacité sur les routes océaniques et, éventuellement, les routes continentales.
<i>Environnement</i>	Émissions réduites.
<i>Sécurité</i>	Diminution des risques de lésion de l'équipage commercial et des passagers, sous l'effet des turbulences.

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 Les procédures ITP basées sur l'ADS-B ont été élaborées et sont en vigueur dans la région d'information de vol (FIR) Oakland Oceanic. Une révision des *Procédures pour les services de la navigation aérienne — Gestion du trafic aérien* (PANS-ATM, Doc 4444) est en cours. D'autres informations sont disponibles dans la circulaire OACI – Safety Assessment for the development of Separation Minima and Procedures for ITP using Automatic Dependant Surveillance – Broadcast (ADS-B) Version 1.5.4.

3.2 L'ITP repose sur les communications contrôleur-pilote par liaison de données (CPDLC) décrites dans l'amendement du document PANS-ATM, en vue d'une application à compter de novembre 2013.

4. CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME

4.1 Avionique

4.1.1 L'aéronef effectuant la procédure ITP doit disposer de la capacité ADS-B IN, conformément à DO-312/ED-159 ou DO-317A/ED-194. Les autres aéronefs impliqués dans la procédure doivent être équipés de la fonctionnalité ADS-B OUT, conformément à AMC 20-24/DO-260A/DO-260B/ED-102A ou DO-317A/ED-194.

4.1.2 La liaison CPDLC selon DO-306 chg 1/ED-122 chg 1 est obligatoire pour l'ITP.

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 Il est recommandé que les logiques de gestion de conflits soient adaptées en fonction des minimums de séparation ITP.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 La responsabilité de la séparation n'est pas modifiée, le contrôleur est toujours responsable d'assurer l'espacement des aéronefs.

5.1.2 Les facteurs humains ont été pris en considération dans l'élaboration des processus et des procédures associés à ce module. L'interface humain-machine pour les aspects de l'automatisation de ce module a également été étudiée sur le plan de l'ergonomie, ainsi que pour l'application pratique (voir les exemples à la Section 6). La possibilité d'une défaillance latente n'est toutefois pas exclue et la vigilance est recommandée dans toutes les activités de mise en œuvre. Les aspects liés aux facteurs humains qui ressortiront de ces activités doivent être signalés à la communauté internationale par l'entremise de l'OACI, dans le cadre de toute activité donnant lieu à un compte rendu de sécurité.

5.2 Exigences en matière de formation et de qualifications

5.2.1 L'équipage de conduite doit être formé et qualifié sur le plan de la compréhension des limitations de l'équipement et de l'utilisation correcte de la procédure ITP et de l'avionique correspondante. En particulier, les équipages de conduite doivent être sensibilisés à l'obligation critique de revalider les critères ITP avant d'amorcer une montée ou une descente ITP.

5.2.2 Les contrôleurs doivent être formés et qualifiés pour assumer leurs tâches et pour faire un usage approprié de la procédure ITP et des outils d'appui au sol.

5.3 Autres aspects

5.3.1 Dans les espaces aériens non couverts par des radars, pour lesquels un outil de prévision des conflits est mis à la disposition du contrôleur, il est fortement recommandé que les logiciels correspondants soient adaptés en fonction des minimums de séparation ITP.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/standardisation : utiliser les critères actuellement publiés, y compris les documents mentionnés à la Section 8.4.
- Plans d'approbation : à déterminer. Pour l'approbation opérationnelle, des éléments d'orientation et des critères devront sans doute être établis en fonction de l'application régionale de l'ATSA.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

7.1.1 Les expérimentations européennes (ISAVIA, NATS, EUROCONTROL, AIRBUS, SAS) dans le cadre du projet CRISTAL ITP, ont permis de valider les concepts de l'ITP.

7.1.2 Le projet pilote CASCADE d'EUROCONTROL est en cours d'évaluation opérationnelle sur l'Atlantique Nord dans les FIR de Reykjavik et de Shanwick, avec la participation de British Airways, Delta Airlines, Swiss, US Airways, Virgin Atlantic. Il porte sur vingt-cinq avions Airbus et Boeing. L'évaluation a débuté le 7 février 2012.

7.1.3 L'ITP fait partie des essais entrepris dans le cadre de l'initiative Asie-Pacifique Sud pour la réduction des émissions (programme ASPIRE). Il s'agit d'un programme conjoint d'AirServices Australie, d'Airways Corporation de Nouvelle Zélande, de l'Autorité de l'aviation civile de Singapour et du Bureau de l'aviation civile du Japon.

7.1.4 L'ITP est en cours d'évaluation opérationnelle (à titre expérimental) dans la FIR Oakland Oceanic avec douze B474-400 équipés et exploités par United Airlines. Ce programme d'évaluation opérationnelle a débuté le 15 août 2011 et devrait s'étendre sur environ deux ans.

7.2 Activités prévues ou en cours

États-Unis : des essais sont en cours pour démontrer l'application des procédures ITP utilisant l'ADS-B IN.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

- EUROCONTROL ATSAW Deployment Plan (ébauche)
- EUROCAE ED-159/RTCA DO-312 « Safety, Performance and Interoperability Requirements Document for the In-trail Procedure in Oceanic Airspace (ATSA-ITP) Application ».

8.2 Documents d'approbation

- FAA AC 20-172a
 - FAA TSO-C195a
 - Memorandum FAA « Interim Policy and Guidance Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) Aircraft Surveillance Systems Supporting Oceanic In-Trail Procedures (ITP) », daté du 10 mai 2010
 - DO-312/ED-159
 - DO-317A/ED-194
 - Circulaire OACI – « *Safety Assessment for the development of Separation Minima and Procedures for In-Trail Procedure (ITP) using automatic dependant surveillance – broadcast (ADS-B) Version 1.5.4* »
-

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

Domaine d'amélioration des performances 3 : Optimisation de la capacité et flexibilité des vols — *par une ATM mondiale collaborative*

Continuum : Systèmes anticollision embarqués

PROJET

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

MODULE N° B0-101 : AMÉLIORATIONS DE L'ACAS

Résumé	Apporter des améliorations à court terme aux systèmes anticollision embarqués actuels (ACAS) afin de réduire le nombre d'alertes injustifiées tout en maintenant les niveaux actuels de sécurité. Cela réduira les écarts par rapport aux trajectoires et augmentera la sécurité dans les cas où il y a une rupture de séparation.	
Principale incidence sur la performance conformément au Doc 9854	KPA-04 – Efficacité, KPA-10 – Sécurité.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Les phases de vol en route et les phases de vol en approche.	
Considérations relatives à l'application	Les avantages en termes de sécurité et les avantages opérationnels augmenteront en fonction du nombre d'aéronefs équipés.	
Composant(s) du concept mondial d'après le Doc 9854	CM – Gestion des conflits	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-2 : Minima réduits de séparation verticale GPI-9 : Conscience de la situation du trafic GPI-16 : Systèmes d'aide à la décision et systèmes d'alerte	
Principales interdépendances	S/O	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt maintenant ou vers [date])
	État de préparation des normes	√
	Disponibilité de l'avionique	√
	Disponibilité des systèmes au sol	S/O
	Procédures disponibles	√
	Approbations d'exploitation	√

1. EXPOSÉ**1.1 Généralités**

1.1.1 Le présent module traite des améliorations à court terme des performances du système anticollision embarqué actuel (ACAS). L'ACAS est le filet de sauvetage de dernier ressort pour les pilotes. Bien que l'ACAS soit indépendant des moyens d'assurer la séparation, il fait partie du système ATM.

1.2 Base de référence

1.2.1 L'emport de l'ACAS est obligatoire à l'échelle mondiale pour les avions dont la masse maximale au décollage certifiée est supérieure à 5,7 tonnes. La version actuelle de l'ACAS II est 7.0.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Ce module incorpore plusieurs améliorations facultatives du système anticollision embarqué afin de réduire à un minimum les "alertes intempestives", tout en maintenant les niveaux actuels de sécurité.

1.3.2 La version 7.1 du système d'alerte de trafic et d'évitement de collision (TCAS) introduit des avantages en termes de sécurité et avantages opérationnels pour les opérations ACAS.

1.3.3 Des études de sécurité indiquent que l'ACAS II réduit le risque de collision en vol de 75 % – 95 % lors de rencontres avec des avions qui sont équipés soit d'un transpondeur (uniquement) ou de l'ACAS II respectivement. Les normes et pratiques recommandées (SARP) de l'ACAS II sont alignées sur les MOPS RTCA/EUROCAE. Les SARP et les MOPS ont été améliorées en 2009/2010 afin de résoudre des problèmes de sécurité et d'améliorer la performance opérationnelle. Le RTCA DO185B et l'EUROCAE ED143 comprennent ces améliorations connues sous l'appellation TCAS, v7.1.

1.3.4 La TCAS, v7.1 comprend de nouvelles caractéristiques, à savoir la surveillance de la vitesse verticale de son propre aéronef pendant un avis de résolution (RA) et une modification de l'annonce RA, qui passe de "Ajustez vitesse verticale, ajustez" à "stabilisez". Il a été confirmé que la nouvelle version de la logique CAS apporterait assurément d'importants avantages en termes de sécurité, bien que ce ne soit le cas que si la majorité des avions dans un espace aérien donné sont correctement équipés. L'OACI est convenue de rendre obligatoire l'ACAS amélioré (TCAS, v7.1), pour les nouvelles installations à compter du 01/01/2014 et pour toutes les installations au plus tard le 01/01/2017.

1.3.5 Lors d'une rencontre TCAS, une réponse prompte et exacte aux RA (avis de résolution) est le facteur clé pour obtenir le maximum d'avantages en termes de sécurité. La surveillance opérationnelle montre que les pilotes ne suivent pas toujours leur RA avec précision (ou ne le suivent pas du tout). Environ 20 % des RA en Europe ne sont pas suivis.

1.3.6 La performance du TCAS en termes de sécurité et la performance opérationnelle dépendent largement de l'espace aérien dans lequel on évolue. La surveillance opérationnelle du TCAS montre que des RA inutiles peuvent être générés lorsque des avions s'approchent de leur niveau de vol autorisé séparés par 1 000 pieds, avec une vitesse verticale élevée. Environ 50 % de tous les RA en Europe sont générés dans des géométries de 1 000 pieds en stabilisation. La onzième Conférence de navigation aérienne (AN-Conf/11) a reconnu ce problème et a demandé que soient étudiés des moyens automatiques d'améliorer la compatibilité de l'ATM.

1.3.7 En outre, deux fonctions optionnelles peuvent améliorer les performances de l'ACAS :

- a) le couplage du TCAS et du pilote automatique/directeur de vol afin de s'assurer que des réponses exactes sont données aux RA soit automatiquement, soit manuellement, grâce à la fonction pilote automatique/directeur de vol (APFD) ;
- b) l'application d'une nouvelle loi de capture d'altitude afin d'améliorer la compatibilité du TCAS avec l'ATM (fonction TCAP).

2. AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE VISÉE

2.1 Les paramètres pour déterminer le succès du module sont proposés dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Efficacité</i>	L'amélioration de l'ACAS réduira les avis de résolution (RA) inutiles et donc réduira les écarts par rapport à la trajectoire.
<i>Sécurité</i>	L'ACAS augmente la sécurité en cas de perte de séparation.

<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	À déterminer.
---	---------------

3. **PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)**

3.1 Les procédures ACAS sont définies dans les PANS-ATM, Doc 4444 et dans les PANS-OPS, Doc 8168. Cette évolution ne change pas les procédures.

4. **CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME**

4.1 **Avionique**

- Des MOPS RTCA DO185B / EUROCAE DO143 sont disponibles pour la mise en œuvre du TCAS.
- L'Annexe C de RTCA DO325 est en cours de modification pour tenir compte des deux fonctions (APFD et TCAP).

5. **PERFORMANCES HUMAINES**

5.1 **Considérations relatives aux facteurs humains**

5.1.1 Les performances de l'ACAS dépendent du comportement de l'humain. L'ACAS est une fonction de dernier ressort mise en œuvre sur des aéronefs avec un équipage de conduite de deux pilotes. Les procédures opérationnelles (PANS-OPS et PANS-ATM) ont été élaborées et améliorées pour des équipages de conduite qualifiés. Airbus a pu certifier la fonction APFD, qui inclut des considérations relatives aux facteurs humains, sur l'A380.

5.1.2 Les facteurs humains ont été pris en considération durant l'élaboration des processus et procédures liés à ce module. Pour les endroits où l'on aura recours à l'automatisation, l'interface humain-machine a été examinée à la fois du point de vue fonctionnel et du point de vue ergonomique (voir des exemples dans la Section 6). La possibilité de défaillances latentes demeure cependant, et il faut faire preuve de vigilance dans toutes les activités de mise en œuvre. Il est également demandé que les questions liées aux facteurs humains qui seront mises en évidence au cours de ces activités soient signalées à la communauté internationale par l'intermédiaire de l'OACI dans le cadre de toute activité de compte rendu de sécurité.

5.2 **Exigences en matière de formation et de qualifications**

5.2.1 Une formation aux normes et procédures opérationnelles est requise pour ce module; des liens concernant cette formation mènent vers les documents inclus dans la Section 8 du présent module. De même, les exigences en matière de qualifications sont définies dans les exigences réglementaires de la Section 6, qui font partie intégrante de la mise en œuvre du présent module. Des lignes directrices en matière de formation sont décrites dans le *Manuel du système anticollision embarqué (ACAS)* (Doc 9863). Une formation continue est recommandée.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : utilisation des exigences publiées actuelles qui incluent des éléments figurant Section 8.4.
- Plans d'approbation : doivent être conformes aux exigences en matière d'application, par exemple l'exigence du 2010-03 à savoir 01/03/2012 pour les nouvelles installations et 01/12/2015 pour toutes les installations dans le cas de l'EASA NPA, ou les dates mandatées par l'OACI du 01/01/2014 pour les nouvelles installations et du 01/01/2017 pour toutes les installations.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

7.1.1 Le TCAS v7.1 est déjà en cours d'installation sur de nouveaux avions, par exemple l'Airbus A380. La surveillance opérationnelle par les États et leurs organisations internationales qui sont en mesure de le faire est recommandée.

7.2 Essais prévus ou en cours

7.2.1 Airbus a déjà élaboré, évalué et certifié la fonction APFD sur l'A380. Airbus a élaboré et évalué la fonction TCAP sur l'A380. La certification est attendue d'ici la fin de 2012.

7.2.2 Le projet SESAR a apporté la preuve que les fonctions APFD et TCAP apporteraient dans l'environnement européen d'importants avantages opérationnels et en termes de sécurité.

7.2.3 TCAP : avec un équipage théorique de 100 % en Europe, la probabilité de réception d'un RA pendant une rencontre de mise en palier à 1 000 pieds est réduite de 97 % pour les RA dans une rencontre en mise en palier ; pour un équipage de 50 %, la probabilité est réduite de 50 %. Il est noté qu'en Europe, plus de la moitié des RA sont émis lors d'une rencontre en mise en palier, ce qui est une amélioration nette de la compatibilité de l'ATM.

7.2.4 L'évaluation des performances dans l'espace aérien états-unien devrait être réalisée en 2012.

7.2.5 APFD : les résultats sont exprimés en taux de risques, à savoir l'indicateur de sécurité clé pour l'équipage TCAS. Taux de risques = (risque de collision avec le TCAS)/(risque de collision sans le TCAS) : avec un équipage théorique de 100 %, le taux de risques est réduit de 33 % (situation actuelle) à 15,5 %. Avec un équipage de 50 %, le taux de risques est déjà réduit à 22 %.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

- Annexe 6 de l'OACI – *Exploitation technique des aéronefs*, 1^{re} partie – *Aviation de transport commercial international – Avions*
- Annexe 10 de l'OACI – *Télécommunications aéronautiques*, Volume IV – *Systèmes radar de surveillance et systèmes anticollision* (y compris l'amendement 85 – Juillet 2010)
- EUROCAE ED-143/RTCA DO-185B, Spécifications de performances opérationnelles minimales (MOPS) pour le système d'alertes de trafic et d'évitement de collision II (TCAS II)
- RTCA DO-325, Spécifications de performances opérationnelles minimales (MOPS) pour le guidage automatique des vols et les systèmes et équipements de contrôle. Appendice C, estimation 2013
- Les MOPS RTCA DO185B/EUROCAE DO143 pour la mise en œuvre du TCAS.

8.2 Procédures

- OACI Doc 4444, *Procédures pour les services de la navigation aérienne – Gestion du trafic aérien*
- OACI Doc 8168, *Procédures pour les services de navigation aérienne – Exploitation technique des aéronefs*, Volume I – *Procédures de vol*.

8.3 Éléments indicatifs

- OACI Doc 9863, *Manuel du système anticollision embarqué (ACAS)*

8.4 Documents d'approbation

- FAA TSO-C119c.
- EASA ETSO-C119c.
- FAA AC120-55C.
- FAA AC20-151a.
- MOPS pour le TCAS II RTCA DO-185B
- Appendice C, pour APFD et TCAP RTCA DO-325
- MOPS pour le TCAS II EUROCAE ED-143.

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

MODULE N° B2-101 : NOUVEAU SYSTÈME ANTICOLLISION EMBARQUÉ

Résumé	La mise en œuvre d'un système anticollision embarqué (ACAS) adaptée à des opérations basées sur trajectoire avec une fonction de surveillance améliorée appuyée par l'ADS-B et une logique adaptée d'évitement de collision visant à réduire les alertes intempestives et à réduire à un minimum les écarts par rapport à la trajectoire. La mise en œuvre d'un nouveau système embarqué d'avertissement de collision permettra des opérations plus efficaces et des procédures futures de vol plus efficaces tout en respectant les règlements de sécurité. Le nouveau système distinguera de manière précise les alertes nécessaires et les "alertes intempestives". Cette différenciation améliorée aboutira à une réduction de la charge du travail du contrôleur, car le personnel consacrera moins de temps à répondre aux "alertes intempestives". Il en résultera une réduction de la probabilité d'un quasi-abordage en vol.	
Principale incidence sur la performance conformément au Doc 9854	KPA-02 – Capacité, KPA-10 – Sécurité.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Tous les espaces aériens.	
Considérations relatives à l'application	Les avantages en termes de sécurité ou les avantages opérationnels augmenteront en proportion des aéronefs équipés. L'étude de sécurité devra être faite soigneusement.	
Composant(s) du concept mondial d'après le Doc 9854	CM – gestion des conflits	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-2 : minima réduits de séparation verticale GPI-9 : conscience de la situation du trafic GPI-16 : systèmes d'aide à la décision et systèmes d'alerte	
Principales interdépendances	B0-101, B1-102 et B1-85	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt maintenant ou vers [date])
	État de préparation des normes	Estimation 2023
	Disponibilité de l'avionique	Estimation 2023
	Disponibilité des systèmes au sol	S/O
	Procédures disponibles	✓
	Approbations d'exploitation	✓
	État de préparation des normes	✓

1. EXPOSÉ**1.1 Généralités**

1.1.1 Le système anticollision embarqué actuel – ACAS II – est très efficace pour atténuer le risque de collision en vol. Il ressort d'études de sécurité que l'ACAS II réduit le risque de collision en vol de 75 – 95 % dans les rencontres avec les avions qui sont équipés soit d'un transpondeur (uniquement) soit de l'ACAS II, respectivement. Afin d'obtenir ce haut niveau de sécurité, toutefois, les critères d'alertes utilisés par l'ACAS II chevauchent souvent la séparation horizontale et verticale associée à de nombreuses procédures de vol sûres et légales. Les données de surveillance de l'ACAS II en provenance

des États-Unis indiquent que jusqu'à 90 % des avis de résolution observés (RA) sont dus à l'interaction entre les critères d'alerte de l'ACAS II et les procédures normales de séparation de l'ATC (par exemple la séparation de 500 pieds IFR/VFR, les procédures d'approches parallèles visuelles sur piste parallèle, la mise en palier avec une vitesse verticale élevée à 1 000 pieds au-dessus/au-dessous du trafic IFR ou les procédures de circuit de circulation pour les vols VFR). Afin d'obtenir les efficacités prévues dans l'espace aérien futur, une réduction des seuils d'alerte d'évitement de collision pourra être nécessaire afin de réduire encore la séparation, tout en minimisant les "alertes intempestives". Il ressort d'un examen initial des procédures NextGen comme les opérations sur pistes parallèles rapprochées (CSPO) ou l'utilisation d'une séparation ATC de trois milles marins en route que les performances de l'ACAS existant ne seront vraisemblablement pas suffisantes pour appuyer ces futures procédures. Il faut donc une nouvelle approche de l'évitement de collision embarqué.

1.2 Base de référence

1.2.1 La référence pour ce module est le résultat des améliorations à court terme de l'ACAS mis en œuvre dans le module B0-101.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 La mise en œuvre d'un système anticollision embarqué amélioré doit réduire à un minimum les "alertes intempestives" tout en maintenant les niveaux existants de sécurité. En outre, ce nouveau système doit être capable de s'adapter plus rapidement aux changements des procédures de vol et à l'environnement.

1.3.2 Ce nouveau système devrait être capable de prendre en charge des minima de séparation réduits et de nouvelles procédures comme les opérations sur trajectoire 4D ou les applications ACAS, et de répondre aux défis que posent les nouveaux véhicules [notamment les aéronefs télépilotés (RPA)].

1.3.3 La mise en œuvre d'un nouveau système embarqué d'avertissement de collision permettra des opérations plus efficaces et des procédures futures de vol plus efficaces tout en respectant les règlements de sécurité. Le nouveau système discriminera avec précision les alarmes nécessaires et les "alertes intempestives", pour la séparation horizontale et verticale prévue dans les futures procédures de vol. Cette différenciation améliorée entraînera une réduction de la charge du travail du contrôleur car le personnel consacrera moins de temps à répondre aux "alertes intempestives".

1.3.4 Ces procédures de vol futures faciliteront l'utilisation optimale de l'espace aérien limité, tout en maintenant les normes de sécurité. La révision de la séparation horizontale et verticale permet aux zones où le trafic est bloqué de recevoir davantage d'avions dans toutes les dimensions de vol. L'ACAS augmenté facilitera les opérations sur pistes parallèles rapprochées, en augmentant le débit en région terminale et le débit de la circulation d'aérodrome. Le nouvel ACAS augmentera également la capacité en route grâce à la mise en œuvre de minima de séparation de 3 NM.

1.3.5 En outre, les critères et procédures d'alerte seront revus pour le nouveau système anticollision embarqué.

1.3.6 La mise en œuvre de ce module dépend de l'effort en cours visant à développer un successeur de la technologie TCAS actuelle.

1.4 Autres remarques

1.4.1 La Federal Aviation Administration (FAA) des États-Unis a financé des travaux de recherche-développement d'une nouvelle approche de l'évitement des collisions ces trois dernières années. Cette nouvelle approche profite des récents progrès de la programmation dynamique et d'autres techniques informatiques pour générer des alertes au moyen d'une optimisation hors ligne des avis de résolution. Cette approche utilise un grand nombre de données réelles d'aéronefs pour générer un modèle dynamique très précis du comportement de l'avion et des performances des capteurs. Sur la base d'une fonction de coût prédéterminée et grâce à des techniques informatiques d'avant-garde, cette approche génère un tableau optimisé d'actions optimales fondées sur des informations concernant les avions intrus. Cette approche réduit nettement le temps et les efforts de développement de la logique en concentrant les activités de développement sur l'élaboration du processus d'optimisation et non sur des changements itératifs d'un pseudo-code.

2. AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE VISÉE

2.1 Les paramètres pour déterminer le succès du module sont proposés dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

2.2 Les principaux paramètres de performances comprennent la probabilité d'un quasi-abordage en vol (P/NMAC) et le taux d'alertes avec RA.

<i>Capacité</i>	Utilisation réduite du spectre 1030/1090 MHz
<i>Sécurité</i>	a) Améliorer la précision des avis de résolution (RA) afin d'appuyer les procédures de vol futures, comme des nouveaux minima de séparation, avec des réductions : 1) du taux d'avis de résolution ; 2) du taux d'alertes intempestives ; et b) réduction de la probabilité d'un quasi-abordage en vol : 1) probabilité d'un quasi-abordage en vol – P(NMAC).

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 Les procédures opérationnelles nécessaires pour l'ACAS futur figurent dans les *Procédures pour les services de la navigation aérienne – Exploitation des aéronefs* (Doc 8168) et les *Procédures pour les services de la navigation aérienne – Gestion du trafic aérien* (Doc 4444). Les capacités du futur ACAS devraient appuyer la mise en œuvre de ces procédures.

4. CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME

4.1 Avionique

4.1.1 Il faudra une amélioration des algorithmes et des techniques de calcul ainsi que l'hybridation de l'ADS-B pour améliorer la précision des taux de RA et mieux faire la différence entre les alertes "intempestives" et les alertes légitimes. Les questions et spécifications techniques nécessaires figurent dans l'Annexe 6 – *Exploitation technique des aéronefs*, 1^{re} partie – *Aviation de transport commercial international – Avions* et le *Manuel de système anticollision embarqué (ACAS)* (Doc 9863).

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 Ce module en est encore à la phase de recherche-développement de sorte que les considérations relatives aux facteurs humains sont encore en cours d'identification par la modélisation et des tests bêta. Les éditions futures du présent document deviendront plus spécifiques quant aux processus et procédures nécessaires pour prendre en compte les aspects relatifs aux facteurs humains. On mettra particulièrement l'accent sur l'identification des problèmes éventuels d'interface humain-machine et sur la détermination de stratégies d'atténuation des hauts risques afin d'en tenir compte.

5.2 Exigences en matière de formation et de qualifications

5.2.1 Au stade final, ce module contiendra plusieurs exigences relatives à la formation du personnel. À mesure qu'elles seront élaborées, elles seront incluses dans la documentation d'appui du module et leur importance sera signifiée. De même, les exigences en matière de qualifications qui seront recommandées deviendront partie intégrante des exigences réglementaires avant la mise en œuvre de cette amélioration des performances.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLAN (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : les mises à jour nécessaires pour l'équipage et les procédures ACAS afin de permettre des seuils réduits d'évitement de collision dans les critères comprennent :
 - Annexe 6 de l'OACI – *Exploitation technique des aéronefs*, 1^{re} partie – *Aviation de transport commercial international – Avions* ;
 - Annexe 6 de l'OACI – *Exploitation technique des aéronefs*, 2^{ème} partie – *Aviation générale internationale – Avions*
 - Annexe 10 de l'OACI – *Télécommunications aéronautiques*, Volume IV – *Système radar de surveillance et systèmes anticollision* ;
 - OACI Doc 4444, *Procédures pour les services de la navigation aérienne – Gestion du trafic aérien*
- Plans d'approbation : à déterminer.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

7.1.1 L'Annexe 6 de l'OACI prescrit l'ACAS II pour certaines catégories d'avions, selon la masse maximale au décollage (MTOW) de l'avion. Actuellement, le TCAS II v7 est la spécification minimale d'équipement qui est conforme à la norme ACAS II. Certains espaces aériens exigeront l'équipement TCAS II v7.1 à compter de 2015.

7.2 Activités prévues ou en cours

7.2.1 Lorsque l'installation d'un nouvel ACAS est exigée des exploitants ou leur est recommandée, il faudrait tenir compte de l'incidence sur les exploitants en termes de coûts.

États-Unis : des essais ACAS sont actuellement prévus pour 2012 afin de valider la faisabilité opérationnelle dans un environnement PBN.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

RTCA DO-298 *Safety Analysis of Proposed Change to TCAS RA Reversal Logic (Analyse de sécurité de la modification proposée de la logique d'inversion de l'avis de résolution TCAS)*.

8.2 Éléments indicatifs

M. J. Kochenderfer et J. P. Chryssanthacopoulos, "Robust airborne collision avoidance through dynamic programming," (Évitement efficace d'abordage en vol par la programmation dynamique) Massachusetts Institute of Technology, Lincoln Laboratory, Project Report ATC-371, 2010.

8.3 Documents d'approbation

- Annexe 6 de l'OACI – *Exploitation technique des aéronefs*, 1^{re} partie – *Aviation de transport commercial international – Avions*
- Annexe 6 de l'OACI – *Exploitation technique des aéronefs*, 2^{ème} partie – *Aviation générale internationale – Avions*
- Annexe 10 de l'OACI – *Télécommunications aéronautiques*, Volume IV – *Système radar de surveillance et systèmes anticollision*
- OACI Doc 4444, *Procédures pour les services de la navigation aérienne – Gestion du trafic aérien*.

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

Domaine d'amélioration des performances 3 : Optimisation de la capacité et flexibilité des vols — *par une ATM mondiale collaborative*

Continuum : Filets de sauvegarde

PROJET

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

MODULE N° B0-102 : EFFICACITÉ ACCRUE DES FILETS DE SAUVEGARDE AU SOL

Résumé	Surveiller l'environnement opérationnel pendant les phases de vol afin de communiquer au sol des alertes opportunes concernant un risque accru pour la sécurité du vol. Dans ce cas, une alerte de conflit à court terme, des avertissements de proximité de zone protégée et des avertissements d'altitude minimale de sécurité sont proposés. Des filets de sauvegarde au sol apportent une contribution essentielle à la sécurité et restent requis tant que le concept opérationnel reste centré sur l'humain.	
Principale incidence sur la performance conformément au Doc 9854	KPA-10 – Sécurité.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Toutes les phases de vol.	
Considérations relatives à l'application	Les avantages augmentent à mesure qu'augmentent la densité et la complexité du trafic. Les filets de sauvegarde au sol ne sont pas tous pertinents pour chaque environnement. Le déploiement de ce module devrait être accéléré.	
Composant(s) du concept mondial d'après le Doc 9854	CM – Gestion des conflits	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-9 : Conscience de la situation du trafic GPI-16 : Systèmes d'aide à la décision et d'alerte	
Principales interdépendances	S/O	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt maintenant ou vers [date])
	État de préparation des normes	Sans objet
	Disponibilité de l'avionique	Prêt maintenant
	Disponibilité des systèmes au sol	Prêt maintenant
	Procédures disponibles	Prêt maintenant
	Approbations d'exploitation	Prêt maintenant

1. EXPOSÉ**1.1 Généralités**

1.1.1 Le présent module a pour objet de mettre en place un ensemble référence de filets de sauvegarde au sol. Les filets de sauvegarde au sol sont censés aider le contrôleur de la circulation aérienne à émettre, en temps opportun, des alertes d'un risque accru pour la sécurité des vols (collision, pénétration non autorisée dans un espace aérien donné et impact sans perte de contrôle), qui peuvent inclure des avis de résolution.

1.2 Changements apportés par le module

1.2.1 Les filets de sauvegarde au sol sont des fonctionnalités des systèmes ATM qui ont pour unique objet de surveiller l'environnement de l'exploitation, pendant les phases de vol, afin d'émettre à temps des alertes d'un risque accru pour la sécurité des vols. Les filets de sauvegarde au sol apportent une

contribution essentielle à la sécurité et restent requis tant que le concept opérationnel reste centré sur l'humain.

1.2.2 Les filets de sauvegarde au sol sont utilisés depuis les années 1980. Des dispositions concernant les filets de sauvegarde au sol ont été introduites dans les PANS-ATM, Doc 4444 au début des années 2000. Entre-temps, les fournisseurs de systèmes au sol ont inclus les filets de sauvegarde au sol dans leurs lignes de produits standard.

1.2.3 Le présent module correspond à une version de référence des filets de sauvegarde telle qu'elle est déjà mise en œuvre ou en cours de mise en œuvre dans de nombreuses régions.

1.3 **Élément 1 : avertissement de conflit à court terme (STCA)**

1.3.1 Cet élément aidera le contrôleur à prévenir une collision entre des avions en générant, de manière opportune, une alerte d'une violation potentielle ou réelle des minima de séparation. Le STCA doit alerter lorsque la couche d'établissement de la séparation a été compromise, mais il doit également donner un délai d'avertissement suffisant pour permettre que soient prises des mesures correctrices, c'est-à-dire en évitant l'émission d'un avis de résolution (RA) du système anticollision embarqué (ACAS). Dans certains environnements, il faut pour cela, dans le STCA, utiliser des minima de séparation qui sont nettement inférieurs aux minima de séparation utilisés dans la couche d'établissement de la séparation. Le STCA n'est efficace que quand chaque alerte amène le contrôleur à évaluer immédiatement la situation et, au besoin, à prendre des mesures appropriées.

1.3.2 Il n'y a actuellement pas de compatibilité système entre le STCA (qui n'informe que l'ATC de conflits potentiels) et l'ACAS (qui ne fournit qu'au pilote des avis de résolution et injonctions). Cependant, les deux systèmes peuvent se compléter et des procédures doivent être mises en place, qui tiennent compte des limites et des avantages de chaque système.

1.4 **Élément 2 : avertisseur de proximité de zone protégée (APW)**

1.4.1 Cet élément est destiné à avertir le contrôleur de la pénétration non autorisée dans un volume d'espace aérien en émettant, de manière opportune, une alerte d'une violation potentielle ou réelle de l'espacement requis dans ce volume d'espace aérien. L'APW peut être utilisé pour protéger des volumes d'espace aérien statiques, fixes (par exemple des zones de danger), mais de plus en plus, également, des volumes d'espace aérien dynamiques, modulaires, afin de permettre l'utilisation souple de l'espace aérien.

1.5 **Élément 3 : système d'avertissement d'altitude minimale de sécurité (MSAW)**

1.5.1 Cet élément est destiné à avertir le contrôleur d'un risque accru d'impact sans perte de contrôle en émettant, de manière opportune, une alerte de proximité de l'avion par rapport au relief ou à des obstacles. Le MSAW n'est efficace que quand chaque alerte amène le contrôleur à évaluer immédiatement la situation et, au besoin, à prendre des mesures appropriées.

2. AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE VISÉE ET PARAMÈTRES POUR DÉTERMINER LE SUCCÈS

<i>Sécurité</i>	Nette réduction du nombre d'incidents majeurs.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	L'analyse de rentabilité pour cet élément est entièrement articulée autour de la sécurité et de l'application de l'ALARP (aussi bas que raisonnablement possible) dans la gestion des risques.

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 Les dispositions pertinentes des PANS-ATM existent. En outre, elles doivent régulièrement analyser les données et les circonstances relatives à chaque alerte afin d'identifier et de rectifier toutes insuffisances des filets de sauvegarde au sol, de la conception de l'espace aérien et des procédures ATC.

4. CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME

4.1 Avionique

4.1.1 L'avion devrait disposer de moyens de surveillance coopérative utilisant des technologies comme le transpondeur mode C/S ou l'ADS-B en mode diffusion.

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 Les organes ATS qui assurent des services de surveillance doivent être équipés de filets de sauvegarde au sol qui sont appropriés et optimisés pour leur environnement.

4.2.2 Des outils hors ligne appropriés devraient être disponibles pour appuyer l'analyse de chaque alerte de sécurité.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 Les alertes générées devraient normalement être appropriées et opportunes et le contrôleur devrait comprendre dans quelles circonstances des interactions peuvent survenir avec les pratiques normales de contrôle ou les filets de sauvegarde embarqués. Les deux problèmes principaux en matière de performances humaines sont liés aux alertes intempestives, qui devraient être maintenues à un minimum, et au délai d'avertissement d'une alerte réelle, qui devrait être suffisamment long pour permettre l'achèvement de la procédure.

5.1.2 L'utilisation des filets de sauvegarde au sol dépendra de la confiance du contrôleur. La confiance est le résultat de nombreux facteurs, comme la fiabilité et la transparence. Ni la méfiance ni la complaisance ne sont souhaitables ; la formation et l'expérience sont nécessaires pour développer la confiance au niveau approprié.

5.2 Exigences en matière de formation et de qualifications

5.2.1 Les contrôleurs doivent recevoir une formation spécifique aux filets de sauvegarde au sol et ils doivent être évalués afin que soient déterminées leurs compétences à l'utilisation des filets de sauvegarde au sol pertinents et des techniques de rattrapage.

6. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

6.1 Utilisation actuelle

6.1.1 Dans le monde, la plupart des organes des services de la circulation aérienne qui assurent des services de surveillance et qui utilisent des systèmes récents de surveillance sont déjà équipés de filets de sauvegarde au sol qui sont en principe adaptés au but recherché. Toutefois, dans de nombreux cas, il y a un manque de compétences, un manque d'outils ou des priorités conflictuelles pour des ressources limitées qui rendent inefficaces ces filets de sauvegarde au sol.

6.2 Essais prévus ou en cours

6.2.1 Aucune validation générale n'est requise.

7. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

7.1 Normes

Spécifications d'EUROCONTROL relatives à STCA, APW, MSAW et APM, disponibles sur <http://www.EUROCONTROL.int/safety-nets>

7.2 Procédures

PANS-ATM (Doc 4444), sections 15.7.2 et 15.7.4

7.3 Éléments indicatifs

Éléments indicatifs d'EUROCONTROL concernant STCA, APW, MSAW et APM, disponibles sur <http://www.EUROCONTROL.int/safety-nets>

MODULE N° B1-102 : FILETS DE SAUVEGARDE AU SOL

Résumé	Renforcer la sécurité en réduisant le risque d'impact sans perte de contrôle lors de l'approche finale grâce à l'utilisation d'un système de surveillance de la trajectoire d'approche (APM). L'APM avertit le contrôleur de risques accrus d'impact sans perte de contrôle lors de l'approche finale. L'avantage principal est une nette réduction du nombre d'incidents majeurs.	
Principale incidence sur la performance conformément au Doc 9854	KPA-10 – Sécurité	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Approche	
Considérations relatives à l'application	Ce module augmentera les avantages en termes de sécurité pendant l'approche finale, en particulier là où le relief ou des obstacles représentent des dangers pour la sécurité. Les avantages augmentent en fonction de l'augmentation de la densité et de la complexité du trafic.	
Composant(s) du concept mondial d'après le Doc 9854	CM – Gestion des conflits.	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-9 : Conscience de la situation. GPI-16 : Systèmes d'aide à la décision et systèmes d'alerte.	
Principales interdépendances	B0-102	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt maintenant ou vers [date])
	État de préparation des normes	Sans objet
	Disponibilité de l'avionique	Prêt maintenant
	Disponibilité des systèmes au sol	Estimation 2014
	Procédures disponibles	Estimation 2014
	Approbations d'exploitation	Estimation 2014

1. EXPOSÉ**1.1 Généralités**

1.1.1 Ce module vise à augmenter de manière significative l'efficacité des filets de sauvegarde au sol.

1.2 Base de référence

1.2.1 La base de référence est le module B0-102. Toutefois, il se peut qu'on puisse mettre en œuvre, dans un seul ensemble, la base de référence et les améliorations qu'apporte ce module.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Ce module ajoute aux filets de sauvegarde prévus dans le module B0-102 un système de surveillance de la trajectoire d'approche (APM). L'APM avertit le contrôleur de risques accrus d'impact sans perte de contrôle lors de l'approche finale.

1.3.2 Ce module propose un APM optimisé qui maintient actuellement le nombre d'alertes intempestives et fausses à un minimum efficace, grâce à l'utilisation de modèles exacts de trajectoires d'approche.

2. AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE VISÉE ET PARAMÈTRES POUR DÉTERMINER LE SUCCÈS

<i>Sécurité</i>	Nette réduction du nombre d'incidents majeurs.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	L'analyse de rentabilité pour cet élément est entièrement articulée autour de la sécurité et de l'application de l'ALARP (aussi bas que raisonnablement possible) dans la gestion des risques.

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 Les dispositions pertinentes des PANS-ATM, Doc 4444 devront être revues et complétées.

4. CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME

4.1 Avionique

4.1.1 L'avion devrait disposer de moyens de surveillance coopérative utilisant des technologies comme le transpondeur mode C/S ou l'ADS-B en mode diffusion. Il faudrait envisager d'étendre ces dispositions à tous les véhicules aériens (avec ou sans pilote) qui seront exploitées à l'intérieur ou à proximité des limites de l'espace aérien contrôlé.

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 Selon le cas, une fonctionnalité permettant la surveillance de la trajectoire d'approche devrait être ajoutée au système de l'organe ATS. Les outils d'alertes de sécurité hors ligne devraient être améliorés pour tenir compte de ce nouveau type d'alertes.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 Les alertes générées devraient normalement être appropriées et opportunes et le contrôleur devrait comprendre dans quelles circonstances des interactions peuvent survenir avec les pratiques normales de contrôle ou les filets de sauvegarde embarqués.

5.1.2 Les deux problèmes principaux en matière de performances humaines sont posés par les alertes intempestives, qui devraient être maintenues à un minimum, et par le délai d'avertissement en cas d'alerte réelle, qui devrait être suffisamment long pour permettre l'achèvement de la procédure.

5.1.3 L'utilisation des filets de sauvegarde au sol dépendra de la confiance du contrôleur. La confiance est le résultat de nombreux facteurs, comme la fiabilité et la transparence. Ni la méfiance ni la complaisance ne sont souhaitables ; la formation et l'expérience sont nécessaires pour développer la confiance au niveau approprié.

5.2 Exigences en matière de formation et de qualifications

5.2.1 Les contrôleurs doivent recevoir une formation spécifique aux filets de sauvegarde au sol et ils doivent être évalués afin que soient déterminées leurs compétences à l'utilisation des filets de sauvegarde au sol pertinents et des techniques de rattrapage.

6. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

6.1 Essais prévus ou en cours

EUROPE : le programme SESAR développe des améliorations des filets de sauvegarde au sol comme des algorithmes à plusieurs hypothèses et l'utilisation de paramètres d'avion téléchargés. Les essais en cours de fonctionnalités améliorées ont commencé en 2011.

7. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

7.1 Normes

Spécifications d'EUROCONTROL relatives à STCA, APW, MSAW et APM, disponibles sur <http://www.EUROCONTROL.int/safety-nets> (à compléter)

7.2 Procédures

OACI Doc 4444, *Procédures pour les services de la navigation aérienne – Gestion du trafic aérien*, paragraphes 15.7.2 et 15.7.4 (à revoir et à compléter).

7.3 Éléments indicatifs

- Éléments indicatifs d'EUROCONTROL concernant STCA, APW, MSAW et APM, disponibles sur <http://www.EUROCONTROL.int/safety-nets> (à compléter)
- Manuel OACI des filets de sauvegarde au sol (à rédiger).

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

Domaine d'amélioration des performances 4 : Efficacité des trajectoires de vol — *grâce aux opérations basées sur trajectoire*

Continuum : Opérations en descente continue

PROJET

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE N° B0-05: AMÉLIORATION DE LA FLEXIBILITÉ ET DE L'EFFICACITÉ
DANS LES PROFILS DE DESCENTE (CDO)**

Sommaire	Pour utiliser des procédures d'espace aérien et d'arrivée basées sur performances, permettant aux aéronefs de voler sur leurs profils optimaux en utilisant des opérations de descente continue (CDO). Cela optimisera les flux de trafic, permettra des profils de descente efficaces en consommation de carburant, et augmentera la capacité dans les régions terminales.	
Principal impact sur les performances selon Doc 9854	KPA-04 — Efficacité, KPA-05 — Environnement, KPA-0 — Prédicibilité, KPA-10 — Sécurité.	
Environnement opérationnel/phases de vol	Approches/arrivées et en route.	
Considérations d'applicabilité	Régions, États ou emplacements individuels ayant le plus besoin de ces améliorations. Pour simplicité et succès de la mise en œuvre, la complexité peut se diviser en trois tranches : a) moindre complexité — régions/États/emplacements avec une certaine expérience opérationnelle en PBN, qui pourraient bénéficier d'améliorations dans le court terme, incluant l'intégration de procédures et l'optimisation des performances ; b) complexité plus grande — régions/États/emplacements qui ont ou n'ont pas une expérience PBN, mais qui bénéficieraient de l'introduction de procédures nouvelles ou renforcées. Toutefois, un grand nombre de ces emplacements pourraient connaître des défis environnementaux et opérationnels qui ajouteraient à la complexité de l'élaboration et de la mise en œuvre de procédures ; c) complexité la plus grande — régions/États/emplacements où il sera le plus difficile et complexe d'introduire des opérations PBN intégrées et optimisées. Le volume du trafic et les contraintes d'espace aérien sont des complexités supplémentaires qu'il faut affronter. Des changements opérationnels dans ces secteurs pourraient avoir un effet considérable sur la totalité de l'État, de la région ou de l'emplacement.	
Élément(s) du concept mondial selon Doc 9854	AOM — organisation et gestion de l'espace aérien AO — opérations d'aérodrome TS — synchronisation du trafic, AOM	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-10 : conception et gestion de région terminale GPI-11 : départs normalisés aux instruments (SID) et arrivées normalisées aux instruments (STAR) en RNP et RNAV	
Principales conditions	Néant	
Liste de vérification de préparation dans le monde		Situation (déjà prêt ou date estimative)
	Disponibilité de normes	√
	Disponibilité de l'avionique	√
	Disponibilité des systèmes au sol	√
	Procédures disponibles	√
	Approbations d'opérations	√

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Ce module est intégré avec d'autres espaces aériens et procédures (opérations en descente continue (CDO), navigation basée sur performances (PBN) et gestion de l'espace aérien) pour augmenter l'efficacité, la sécurité, l'accès et la prédictibilité.

1.1.2 Avec l'augmentation de la demande de trafic, les défis dans les régions terminales concernent le volume, les conditions météorologiques dangereuses (par exemple forte turbulence et faible visibilité), les aéroports adjacents et les espaces aériens à activités spéciales proches les uns des autres dont les procédures utilisent le même espace aérien, et des politiques qui limitent la capacité, les flux et l'efficacité.

1.1.3 L'écoulement du trafic et le volume (à travers les routes d'entrée et de sortie) ne sont pas toujours bien mesurés, équilibrés ou prédictibles. Les évitements d'obstacles et d'espace aérien (sous la forme de critères et minimums de séparation), les procédures d'atténuation du bruit, ainsi que l'atténuation du risque en sillage, ont tendance à créer des inefficacités opérationnelles (par exemple augmentation du temps ou de la distance parcourue, et donc de la consommation de carburant).

1.1.4 Des itinéraires inefficaces peuvent aussi causer une sous-utilisation des aéroports et espaces aériens disponibles. Enfin, les États rencontrent des problèmes en ayant de multiples clients (internationaux et intérieurs avec des capacités diverses) : le mélange de trafic commercial, d'affaires, d'aviation générale et souvent militaire, ayant pour destination des aéroports situés dans une région terminale, qui trouble et parfois gêne les opérations des uns et des autres.

1.2 Base de référence

1.2.1 La ligne de base pour ce module peut varier selon les États, les régions ou les emplacements. À noter que certains aspects du passage à la PBN ont déjà fait l'objet d'améliorations locales dans de nombreux secteurs, et que ces secteurs et des utilisateurs réalisent déjà des bénéfices.

1.2.2 Le manque de textes d'orientation OACI pour l'approbation opérationnelle de PBN ralentit la mise en œuvre et il est perçu comme un des principaux obstacles à l'harmonisation.

1.2.3 Il reste du travail à faire pour harmoniser la nomenclature PBN, surtout dans les cartes et les réglementations nationales/régionales (par exemple, la plupart des règlements européens mentionnent encore la navigation de surface du type B (B-RNAV) et la navigation de surface de précision (P-RNAV).

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Dans de nombreuses régions terminales, les opérations aériennes précipitent la majorité des retards dans l'espace aérien de nombreux États. Les opportunités d'optimiser les flux, d'améliorer la flexibilité, de permettre des profils de montée et de descente économiques en carburant, ainsi que d'augmenter la capacité dans les secteurs les plus encombrés, devraient être une initiative prioritaire dans le court terme.

1.3.2 Les capacités essentielles sur lesquelles il faudrait agir sont les suivantes : VNAV ; RNP lorsque nécessaire ; CDO ; lorsque c'est possible, de plus grandes efficacités dans les règles de séparation en région terminale ; conception et classification efficaces de l'espace aérien ; flux de contrôle de la

circulation aérienne (ATC) et surveillance ATC. Lorsque c'est possible, agir aussi sur les opportunités de réduire l'impact des émissions et du bruit des aéronefs.

1.4 **Élément 1 : Opérations en descente continue**

1.4.1 La descente continue est un des outils que les exploitants d'aéronefs et les ANSP peuvent utiliser pour tirer parti de fonctions embarquées existantes et pour réduire le bruit, la consommation de carburant et les émissions de gaz à effet de serre. Au fil des ans, différents modèles de routes ont été conçus pour faciliter les CDO et il y a eu plusieurs tentatives pour trouver un équilibre entre l'idéal de procédures environnementalement conviviales et les besoins d'un aéroport ou d'un espace aérien.

1.4.2 Les CDO peuvent procurer une réduction de la consommation de carburant et des émissions, tout en accroissant la stabilité de vol et la prédictibilité de la trajectoire tant pour les contrôleurs que pour les pilotes, sans compromettre le débit optimal d'arrivées à l'aéroport (AAR).

1.4.3 Les CDO sont rendues possibles par la conception de l'espace aérien, la conception des procédures et la facilitation par l'ATC, dans lesquelles un aéronef qui arrive descend de façon continue, dans toute la mesure du possible, en employant une poussée minimale des moteurs, idéalement dans une configuration de faible traînée, avant le repère d'approche finale/point d'approche finale (FAF/FAP). Une CDO optimale commence au début de la descente (TOD) et utilise des profils de descente qui réduisent les communications entre contrôleur et pilote ainsi que les segments de vol en palier.

1.4.4 De plus, elle aboutit à une réduction du bruit, de la consommation de carburant et des émissions, tout en augmentant la stabilité de vol et la prédictibilité de la trajectoire de vol tant pour les contrôleurs que pour les pilotes.

1.5 **Élément 2 : Navigation basée sur performances**

1.5.1 La PBN est une série mondiale de normes de navigation de surface, définies par l'OACI, sur la base des besoins de performances des aéronefs au départ, à l'arrivée, en approche ou en route.

1.5.2 Ces besoins de performances sont exprimés sous la forme de spécifications de navigation en termes de précision, intégrité, continuité, disponibilité et fonctionnalité requises pour tel ou tel espace aérien ou aéroport.

1.5.3 La PBN éliminera les différences régionales entre diverses spécifications qui existent aujourd'hui en matière de qualité de navigation requise (RNP) et navigation de surface (RNAV). Le concept de PBN recouvre deux types de spécifications de navigation :

- a) spécification RNAV : basée sur une navigation de surface qui n'inclut pas le besoin à bord de surveillance des performances et d'alerte, désignée le préfixe RNAV, par exemple RNAV 5, RNAV 1 ;
- b) spécification RNP : basée sur une navigation de surface qui inclut le besoin à bord de surveillance de performances et d'alerte, désignée par le préfixe RNP, par exemple RNP 4.

2. OBJECTIF D'AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE DES PERFORMANCES

2.1 Des métriques pour déterminer le succès du module sont proposées dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Efficacité</i>	• Réduction des coûts et bénéfices environnementaux grâce à une moindre consommation de carburant. • Autorisation d'opérations où des limitations acoustiques pourraient autrement aboutir à des réductions ou restrictions des opérations. • Réduction du nombre de transmissions radio requises. • Gestion optimale du début de la descente dans l'espace aérien en route.
<i>Environnement</i>	Comme pour efficacité.
<i>Prédictibilité</i>	• Trajectoires de vol plus cohérentes et trajectoires d'approche stabilisée. • Moindre nécessité de vecteurs.
<i>Sécurité</i>	• Trajectoires de vol plus cohérentes et trajectoires d'approches stabilisée. • Réduction des impacts sans perte de contrôle (CFIT). • Séparation avec le trafic environnant (particulièrement itinéraires libres). • Réduction du nombre de conflits.
<i>Analyse coûts-bénéfices</i>	Les économies ci-après sont des exemples d'économies potentielles par suite de la mise en œuvre de CDO. <i>Il importe de noter que les bénéfices de CDO dépendent beaucoup de chaque environnement ATM spécifique.</i> Néanmoins, si la mise en œuvre se fait dans le cadre du manuel CDO de l'OACI, il est prévu que le rapport bénéfices/coûts (BCR) sera positif. Exemples d'économies après la mise en œuvre de CDO à Los Angeles TMA (KLAX) : a) CDO RIIVR2/SEA VU2/OLDEE1 et 4 ILS : 1) mise en œuvre 25 septembre 2008, et en utilisation complète à KLAX ; b) environ 300 à 400 aéronefs par jour volent sur STAR RIIVR2/SEA VU2/OLDEE1, ce qui représente environ la moitié des arrivées d'avions à réaction à KLAX : 1) réduction de 50% des transmissions radio ; c) notables économies de carburant — en moyenne 125 livres par vol. 1) 300 livres par jour × 125 livres par vol × 365 jours = 13,7 millions de livres par an ; 2) plus de 2 millions de gallons économisés par an = plus de 41 millions de livres d'émission de CO² évitées. L'avantage de la PBN pour les ANSP est que la PBN permet d'éviter la nécessité d'acheter et de déployer des aides de navigation pour chaque nouvelle route ou procédure aux instruments. L'avantage pour tous est que la PBN clarifie la façon dont les systèmes de navigation de surface sont utilisés et facilite le processus d'approbation opérationnelle pour les exploitants, en

	fournissant une série limitée de spécifications de navigation destinées à une utilisation mondiale. Les bénéfices de sécurité de la PBN sont importants, car même les aéroports situés dans les régions les plus pauvres du monde peuvent avoir des approches alignées avec guidage horizontal et vertical vers toute extrémité de piste sans avoir à installer, étalonner et contrôler des aides coûteuses de navigation basées au sol. Ainsi, avec la PBN, tous les aéroports peuvent avoir une approche aux instruments stabilisée qui permettra aux aéronefs d'atterrir contre le vent plutôt que d'atterrir avec vent arrière.
--	---

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 Le *Manuel des opérations en descente continue (CDO)* (Doc 9931 de l'OACI) donne des indications sur la conception des espaces aériens, les procédures de vol aux instruments, la facilitation ATC et les techniques de vol nécessaires pour permettre des profils de descente continue.

3.2 Il donne des informations de base et des indications de mise en œuvre pour :

- a) fournisseurs de services de navigation aérienne (ANSP) ;
- b) exploitants d'aéronefs ;
- c) exploitants d'aéroports ;
- d) auteurs de règlements d'aviation.

3.3 Le *Manuel de la navigation fondée sur les performances (PBN)* (Doc 9613 de l'OACI) donne des indications générales sur la mise en œuvre de la PBN. Ce manuel explique la relation entre applications RNAV et RNP et les avantages et limitations du choix de l'une ou de l'autre comme prescription de navigation pour un concept d'espace aérien.

3.4 Il vise aussi à donner des indications pratiques aux États, aux ANSP et aux utilisateurs de l'espace aérien sur la façon de mettre en œuvre des applications RNAV et RNP, et de veiller à ce que les conditions de performances soient appropriées pour l'application prévue.

3.5 La gestion du début de la descente (TOD) avec les CDO dans un espace aérien en route (particulièrement dans le contexte des itinéraires libres) devra être analysée car les CDO entraîneront un TOD imposé.

4. FONCTIONS NÉCESSAIRES DU SYSTÈME

4.1 Avionique

4.1.1 Les CDO sont une technique d'exploitation d'aéronefs aidée par une conception appropriée de l'espace aérien et des procédures et autorisations ATC appropriées permettant l'exécution d'un profil de vol optimisé selon les capacités opérationnelles de l'aéronef, avec une faible poussée des

moteurs et, si possible, une configuration de faible traînée, ce qui réduit la consommation de carburant et les émissions au cours de la descente.

4.1.2 Le profil vertical optimal prend la forme d'une trajectoire de descente en continu, avec un minimum de segments de vol en palier, seulement dans la mesure nécessaire pour ralentir et configurer l'aéronef ou l'établir sur un système de guidage à l'atterrissage (par exemple ILS).

4.1.3 L'angle optimal de la trajectoire dans le plan vertical variera selon le type d'aéronef, son poids réel, le vent, la température atmosphérique, la pression atmosphérique, les conditions de givrage et autres considérations dynamiques.

4.1.4 Une CDO peut s'effectuer avec ou sans le soutien d'une trajectoire de vol générée par ordinateur dans le plan vertical (c'est-à-dire une fonction de navigation verticale (VNAV) du système de gestion de vol (FMS)) et avec ou sans une trajectoire latérale déterminée. Toutefois, on réalise le bénéfice maximal pour tel ou tel vol en maintenant l'aéronef aussi haut que possible jusqu'à ce qu'il atteigne le point de descente optimal. Cela est déterminé le plus aisément par le FMS embarqué.

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 À l'intérieur d'un concept d'espace aérien, les conditions de PBN seront influencées par les environnements de communications, de surveillance et d'ATM, l'infrastructure NAVAID et les moyens fonctionnels et opérationnels nécessaires pour l'application ATM.

4.2.2 Les conditions de performances PBN dépendent aussi des moyens de navigation réversibles, non RNAV, qui sont disponibles et du degré de redondance requis pour assurer une continuité adéquate des fonctions. L'automatisation au sol n'a pas besoin de beaucoup de changements à l'appui des CDO : potentiellement un avertisseur dans la visualisation. Pour une meilleure intégration, la fonction de calcul de trajectoire au sol devra être renforcée.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations de facteurs humains

5.1.1 La décision de planifier pour RNAV ou RNP doit être prise au cas par cas, en consultation avec l'utilisateur de l'espace aérien. Certains secteurs n'ont besoin que d'une RNAV simple pour maximiser les bénéfices, alors que d'autres tels qu'un relief abrupt à proximité ou un trafic aérien dense pourraient nécessiter une RNP plus rigoureuse.

5.1.2 Les facteurs humains ont été pris en compte au cours de l'élaboration des processus et procédures liés à ce module. Dans les cas où l'automatisation doit être utilisée, l'interface homme-machine a été prise en compte dans une perspective tant fonctionnelle qu'ergonomique (voir des exemples dans la Section 6). Il continue toutefois d'y avoir une possibilité de défaillances latentes, et il faut de la vigilance dans toutes les mesures de mise en œuvre. Il convient aussi que les problèmes de facteurs humains constatés au cours de la mise en œuvre soient signalés à la communauté internationale à travers l'OACI, dans le cadre de toute initiative de comptes rendus de sécurité.

5.2 Besoins en formation et compétences

5.2.1 Étant donné que l'autorisation de qualité de navigation requise (RNP AR) dans les approches nécessite aussi une formation assez intense, les ANSP devraient travailler avec les transporteurs aériens pour déterminer où l'approche RNP AR devrait être mise en œuvre. Dans tous les cas, la mise en œuvre de PBN nécessite un accord entre l'utilisateur de l'espace aérien, l'ANSP et les autorités de réglementation.

5.2.2 Une formation dans les procédures et normes opérationnelles est nécessaire pour ce module et peut être trouvée dans les liens avec les documents de la Section 8 du présent module. Également, les besoins en compétences sont identifiés dans les prescriptions de réglementation de la Section 6, qui font partie de la mise en œuvre de ce module.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : utilisation des prescriptions déjà publiées, incluant les textes indiqués dans la Section 8.4.
- Plans d'approbation : doivent être conformes aux prescriptions d'applications, par exemple conception de l'espace aérien, opérations de trafic aérien, conditions PBN pour les transitions à rayon fixe, parcours rayon-à-point fixe, heure d'arrivée requise (RTA), décalage en parallèle, etc.

6.1 Il importe de bien comprendre le contexte de politique pour promouvoir la mise en œuvre locale de CDO et assurer des niveaux élevés de participation. Les CDO peuvent être un objectif stratégique au niveau international, national ou local et peuvent ainsi déclencher une revue de la structure de l'espace aérien.

6.2 Par exemple, il se peut que la production de contours acoustiques présume déjà une approche finale en descente continue à trois degrés. Ainsi, même si la performance acoustique est améliorée dans certains secteurs autour de l'aéroport, il se peut qu'elle n'ait pas d'incidence sur les contours acoustiques existants. De plus, les CDO n'auront peut-être pas d'incidence sur les performances de vol à l'intérieur des contours acoustiques les plus significatifs, c'est-à-dire ceux qui représentent des niveaux de bruit sur lesquels les décisions sont fondées.

6.3 En plus d'une évaluation de la sécurité, il convient de procéder à une évaluation transparente de l'impact des CDO sur d'autres opérations aériennes et l'environnement, et de la mettre à la disposition de toutes les parties intéressées.

6.4 À mesure de la mise en œuvre de la PBN, des spécifications internationales normalisées devraient être fixées pour transitions de rayon fixe, parcours de rayon-à-point fixe, heure d'arrivée requise (RTA), décalage en parallèle, VNAV, contrôle 4D, ADS-B, liaison de données, etc.

6.5 Les SMS doivent faire partie de tout processus d'élaboration, et chacun d'eux se manifeste différemment pour chacun des processus de PBN. Aux fins de la production, les SMS devraient être traités dans le cadre d'un processus ISO conforme-9000, du flux de travail, des améliorations d'automatisation et de la gestion des données. Le processus de production est contrôlé pour la détection des défauts et le flux de travail. Dans le cas des procédures de trafic aérien, un document de gestion des

risques de sécurité (SRMD) pourrait être nécessaire pour chaque procédure nouvelle ou amendée. Cela prolongera le temps nécessaire pour mettre en œuvre de nouvelles procédures, particulièrement des procédures de vol basées sur PBN.

6.6. Le progrès devrait être mesuré en regard d'indicateurs clés de performances recommandés par le ou les groupes de travail, après approbation. La PBN :

- a) n'ajoute pas une nouvelle philosophie de navigation, mais elle est simplement un outil pragmatique de mise en œuvre de procédures de navigation pour des fonctions embarquées qui existent depuis plus de 30 ans ;
- b) n'oblige pas les États à réviser entièrement l'infrastructure de navigation ; une mise en œuvre étape par étape est possible ;
- c) n'oblige pas les États à mettre en œuvre les spécifications de navigation les plus avancées, il suffit qu'elle corresponde aux besoins d'exploitation ;

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Actuelles utilisations

7.1.1 Opérations de descente continue :

- **États-Unis :** les descentes à profil optimisé (OPD) sont déjà mises en œuvre aux aéroports internationaux suivants : Los Angeles (KLAX), Charlotte/Douglas (KCLT), Minneapolis-St. Paul (KMSP), Phoenix Sky Harbor (KPHX) et Las Vegas (KLAS).

7.1.2 Navigation basée sur performances :

- **États-Unis :** de nouvelles procédures sont en cours d'élaboration pour des Metroplex des États-Unis afin d'inclure des éléments de navigation basée sur performances tels que trajectoires courbes. L'élaboration de procédures pour les Metroplex North Texas et Washington D.C. sera achevée en 2013. La mise en œuvre pour ces deux sites s'effectuera en 2014-2015.

7.2 Activités prévues ou en cours

7.2.1 Opérations de descente continue :

- **États-Unis :** de nouvelles procédures sont en cours d'élaboration pour l'aéroport international de Denver (KDEN), l'aéroport international de Seattle-Tacoma (KSEA) et l'espace aérien de Chicago ; elles incluront des OPD. L'achèvement est prévu pour 2014.

7.2.2 Navigation basée sur performance :

- **États-Unis :** des essais sont prévus en 2014-2015 pour valider la faisabilité des procédures établies de RNP. La RNP établie utilisera la technologie RNP pour diriger en sécurité les aéronefs simultanément vers des trajectoires d'approche parallèle

indépendantes et dépendantes, sans séparation verticale requise par rapport aux aéronefs sur des approches adjacentes.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

8.1.1 Pour les spécifications de plans de vol dans l'Amendement n° 1, *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien* (PANS-ATM, Doc 4444 de l'OACI).

8.2 Textes d'orientation

- Doc 9613 de l'OACI, *Manuel de la navigation fondée sur les performances (PBN)*.
- Doc 9931 de l'OACI, *Manuel des opérations en descente continue (CDO)*.
- FAA Advisory Circular AC90-105, Approval Guidance for RNP operations and barometric vertical navigation in the United States National Airspace System, qui donne des indications sur le système et l'approbation opérationnelle pour les exploitants (seulement pour la situation aux États-Unis)

8.3 Documents d'approbation

- Doc 9931 de l'OACI, *Manuel des opérations en descente continue (CDO)*.
 - Doc 9613 de l'OACI, *Manuel de la navigation fondée sur les performances (PBN)*.
 - FAA AC120-108, CDFA
-

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE N° B1-05 : AMÉLIORATION DE LA FLEXIBILITÉ ET DE
L'EFFICACITÉ DANS LES PROFILS DE DESCENTE (CDO) AVEC VNAV**

Sommaire	Pour améliorer la précision de trajectoires de vol dans le plan vertical en descente et arrivée, et permettre aux aéronefs d'accomplir une procédure d'arrivée ne reposant pas sur des équipements basés au sol pour le guidage vertical. Principaux avantages : plus grande utilisation des aéroports, meilleure efficacité du carburant, sécurité améliorée par meilleure prédictibilité des vols et réduction des transmissions radio, meilleure utilisation de l'espace aérien.	
Principal impact sur les performances selon Doc 9854	KPA-02 — Capacité, KPA-04 — Efficacité, KPA-06 — Prédictibilité, KPA-10 — Sécurité	
Environnement opérationnel/phases de vol	Descente, arrivée, vol en région terminale	
Considérations d'applicabilité		
Élément(s) du concept mondial selon Doc 9854	AO — opérations d'aérodrome AOM — organisation et gestion de l'espace aérien AUO — opérations des usagers de l'espace aérien CM — gestion des conflits DCB — équilibrage de la demande et de la capacité TS — synchronisation du trafic	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-2 : minimums de séparation verticale réduits GPI-5 : navigation de surface (RNAV) et qualité de navigation requise (RNP) (navigation basée sur performances) GPI-9 : conscience de la situation GPI-10 : conception et gestion de région terminale GPI-11 : départs normalisés aux instruments (SID) et arrivées normalisées aux instruments (STAR) en RNP et RNAV	
Principales conditions	B0-05	
Liste de vérification de préparation dans le monde		Situation (déjà prêt ou date estimative)
	Disponibilité de normes	2018
	Disponibilité de l'avionique	√
	Disponibilité des systèmes au sol	2018
	Procédures disponibles	√
	Approbations d'opérations	2018

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 La PBN avec navigation verticale (VNAV) est une fonction basée sur altimétrie qui permet à un aéronef équipé de descendre précisément sur une trajectoire verticale calculée par l'ordinateur de gestion de vol (FMC), avec une tolérance fixée en pieds, tout en procurant à l'équipage de conduite des informations de performance de navigation grâce à la surveillance et l'alerte d'avionique. Le système se rétablit à une tolérance initiale fixée par l'opérateur individuel, mais l'équipage peut sélectionner une nouvelle tolérance (par exemple 75 ft dans la région terminale).

1.2 Base de référence

1.2.1 La ligne de base pour ce bloc est un profil de descente amélioré rendu possible par le Bloc B0-5. Ce bloc est un composant d'opérations basées sur trajectoire (TBO).

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 La VNAV contribue à la conception et l'efficacité de l'espace aérien terminal à cause de l'aptitude de l'aéronef à maintenir une trajectoire verticale au cours de la descente, permettant ainsi des corridors verticaux pour le trafic qui entre et qui sort. Autres bénéfices : moins de mises en palier, précision verticale améliorée dans l'espace aérien terminal, moins de conflits de procédures d'arrivée et de départ et de courants de trafic aéroportuaire adjacents, et aptitude de l'aéronef à exécuter une procédure d'approche sans compter sur un équipement basé au sol pour la navigation verticale. Cela conduit à une plus haute utilisation des aéroports.

2. OBJECTIF D'AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE DES PERFORMANCES

2.1 Des métriques pour déterminer le succès du module sont proposées dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Capacité</i>	La PBN avec VNAV augmente la précision dans les opérations en descente continue (CDO). Cette aptitude permet d'augmenter les applications de procédures normalisées d'arrivée et de départ pour améliorer la capacité et les flux de trafic, et améliorer la mise en œuvre d'approches de précision.
<i>Efficacité</i>	Permettre à un aéronef de maintenir une trajectoire verticale en descente rend possible le développement de corridors verticaux pour le trafic à l'arrivée et au départ, ce qui augmente l'efficacité de l'espace aérien. De plus, la VNAV permet d'utiliser plus efficacement l'espace aérien grâce à l'aptitude des aéronefs à suivre un profil de descente plus précisément, avec un potentiel de réduire la séparation et d'augmenter la capacité.
<i>Prédictibilité</i>	La VNAV augmente la prédictibilité des trajectoires de vol, ce qui conduit à une meilleure planification des vols et des courants de trafic.
<i>Sécurité</i>	Une trajectoire précise en altitude dans la descente procure des améliorations dans la sécurité globale du système.
<i>Analyse coûts-bénéfices</i>	Amélioration de la sécurité : profils de vol plus précis dans le plan vertical. Efficacité : La VNAV contribue à l'efficacité de l'espace aérien terminal en permettant à l'aéronef de maintenir une trajectoire verticale en descente. Cela rend possible des corridors verticaux pour le trafic à l'arrivée et au départ, rendant ainsi l'espace aérien plus efficace. La RNP verticale établit aussi les bases d'une utilisation élargie de profils de descente optimisés et continus. Économie : La VNAV permet de réduire les mises en palier, ce qui procure des économies de carburant et de temps.

3. **PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)**

3.1 Il faut former les équipages de conduite à l'utilisation des fonctions VNAV du FMC. Des procédures normalisées guident les équipages au sujet des tolérances d'altitude qui peuvent être choisies pour telle ou telle phase du vol.

3.2 De nouvelles procédures d'arrivée et instructions à utiliser au sol sont requises pour un usage maximal de cette fonction.

4. **FONCTIONS NÉCESSAIRES DU SYSTÈME**

4.1 **Avionique**

4.1.1 Une fonction de navigation verticale barométrique (Baro-VNAV) est incorporée à l'ordinateur de gestion de vol.

4.2 **Systèmes au sol**

4.2.1 Les contrôleurs bénéficieraient d'un certain soutien d'automatisation pour afficher les aptitudes des aéronefs afin de savoir quels aéronefs peuvent accomplir des CDO.

5. **PERFORMANCES HUMAINES**

5.1 **Considérations de facteurs humains**

5.1.1 L'identification des considérations de facteurs humains est importante afin de déterminer les processus et procédures pour ce module. En particulier, l'interface homme-machine pour les aspects d'automatisation de cette amélioration des performances devra être examinée et au besoin être accompagnée de stratégies d'atténuation du risque, par exemple formation, éducation et redondance.

5.2 **Besoins en formation et compétences**

5.2.1 Une formation en normes opérationnelles et procédures sera identifiée avec les normes et pratiques recommandées nécessaires pour appliquer ce module. De plus, les besoins en compétences seront identifiés et inclus dans les aspects de préparation réglementaire de ce module lorsqu'ils seront disponibles.

6. **BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)**

- Réglementation/normalisation : utilisation des critères déjà publiés, incluant les textes indiqués dans la Section 8.4 ;
- Plans d'approbation : doivent être conformes aux prescriptions d'applications, par exemple opérations et procédures qui nécessitent performances et guidage verticaux.

- Discussion : la disponibilité de RNP verticale est supérieurs à 99,9 %/heure pour une seule installation FMC. Du point de vue de la certification des équipements, la perte de fonction est probable. Une installation d'équipement redondant surmontera, au besoin, une improbable perte de fonction.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Actuelles utilisations

7.1.1 Opérations en descente continue

États-Unis : des descentes à profil optimisé (OPD) s'effectuent actuellement aux aéroports internationaux suivants : Los Angeles (KLAX), Charlotte/Douglas (KCLT), Minneapolis-St. Paul (KMSP), Phoenix Sky Harbor (KPHX) et Las Vegas (KLAS).

7.1.2 Navigation basée sur performances

États-Unis : de nouvelles procédures sont en cours d'élaboration pour des Metroplex aux États-Unis afin d'incorporer des éléments de PBN tels que des trajectoires courbes. L'élaboration de procédures pour les Metroplex North Texas et Washington, D.C. sera achevée en 2013. La mise en œuvre dans ces deux sites s'effectuera en 2014-2015.

7.2 Activités prévues ou en cours

- **États-Unis :** la VNAV a été démontrée dans le cadre des essais 4D FMS en 2011.
- **SESAR :** des essais de CDO et d'intégration de 4D initiale avec procédures de descente continue et gestion des arrivées, en 2012-2013.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

- EUROCAE ED-75B, MASPS Required Navigation Performance for Area Navigation
- RTCA D0236B, Minimum Aviation System Performance Standards : Required Navigation Performance for Area Navigation
- Boeing Document D6-39067-3, RNP Capability of FMC Equipped 737, Generation 3
- Boeing Document D243W018-13 Rev D, 777 RNP Navigation Capabilities, Generation 1

8.2 Textes d'orientation

- Doc 9931 de l'OACI, *Manuel des opérations en descente continue (CDO)*

8.3 Documents d'approbation

- FAA AC20-138
- EASA AMC20-27

**MODULE N° B2-05 : AMÉLIORATION DE LA FLEXIBILITÉ ET DE
L'EFFICACITÉ EN PROFILS DE DESCENTE (CDO) AVEC VNAV,
VITESSE REQUISE ET HEURE À L'ARRIVÉE**

Sommaire	Il s'agit surtout d'utiliser des procédures d'arrivée qui permettent aux aéronefs d'utiliser peu ou pas la manette des gaz dans des régions où autrement les niveaux de trafic interdiraient cette opération. Ce bloc traitera de la complexité de l'espace aérien, de la charge de travail pour trafic aérien et de la conception de procédures pour permettre des arrivées optimisées dans un espace aérien dense.	
Principal impact sur les performances selon Doc 9854	KPA-02 — Capacité, KPA-04 — Efficacité, KPA-05 — Environnement, KPA-06 — Flexibilité, KPA-10 — Sécurité	
Environnement opérationnel/phases de vol	En route, région terminale, descente	
Considérations d'applicabilité	Monde, espaces aériens à forte densité (selon procédures FAA des États-Unis)	
Élément(s) du concept mondial selon Doc 9854	AOM — organisation et gestion de l'espace aérien AUO — opérations des usagers de l'espace aérien TS — synchronisation du trafic	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-5 : navigation de surface (RNAV) et qualité de navigation requise (RNP) (navigation basée sur performances) GPI-9 : conscience de la situation GPI-11 : départs normalisés aux instruments (SID) et arrivées normalisées aux instruments (STAR) en RNP et RNAV	
Principales conditions	B0-05, B0-20, B1-40	
Liste de vérification de préparation dans le monde		Situation (déjà prêt ou date estimative)
	Disponibilité de normes	√
	Disponibilité de l'avionique	2023
	Disponibilité des systèmes au sol	2023
	Procédures disponibles	2023
	Approbations d'opérations	2023

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Des arrivées optimisées dans un espace aérien dense comportent des aptitudes qui amélioreront les arrivées en descente continue dans des espaces aériens très encombrés. Les aspects clés des profils optimisés en espace aérien dense sont les suivants :

- a) procédures d'arrivée qui permettront aux aéronefs de suivre une trajectoire verticale efficace depuis l'espace aérien en route jusqu'à l'approche finale ;
- b) peu ou pas d'utilisation de la manette des gaz durant la descente, avec paliers momentanés pour ralentir l'aéronef si cela est requis par des restrictions d'espace aérien ;

- c) automatisation de la gestion des courants de trafic, permettant au contrôle de la circulation aérienne de gérer des aéronefs exécutant des arrivées optimisées avec trafic en convergence, au départ ou à l'arrivée ;
- d) automatisation de cockpit permettant aux aéronefs de choisir librement un profil de descente et de début de descente basé sur l'état de l'aéronef et les conditions météorologiques ;
- e) les contrôleurs en route et en terminale comptent sur l'automatisation pour identifier les conflits et proposer des résolutions ;
- f) les opérations RNAV éliminent la nécessité de définir des routes par l'emplacement d'aides de navigation, ce qui permet la flexibilité dans les vols de point à point ;
- g) les opérations RNP introduisent la nécessité de surveillance des performances et d'alerte à bord. Une caractéristique essentielle des opérations RNP est l'aptitude du système de navigation embarqué de contrôler la qualité de navigation dans une opération spécifique et d'indiquer à l'équipage de conduite si la prescription opérationnelle est atteinte ;
- h) la base de l'opération est une trajectoire précise en trois dimensions qui est partagée entre les utilisateurs du système aéronautique. Cela procure aux utilisateurs de l'espace aérien des informations précises de latitude, longitude et altitude ;
- i) des informations cohérentes et à jour décrivant les vols et les courants de trafic aérien sont disponibles dans tout le système, à l'appui des opérations tant des utilisateurs que des fournisseurs de services.

1.2 Base de référence

1.2.1 La ligne de base pour ce module est l'amélioration des profils de descente et de la gestion de la complexité, rendue possible par les modules B1-05, B1-35 et B1-10. Les arrivées optimisées sont un composant des initiatives d'opérations basées sur trajectoire (TBO). Il y a des moyens de soutien des décisions, qui sont intégrés pour aider les navigants et les fournisseurs de la séparation de trafic aérien à prendre de meilleures décisions et optimiser le profil d'arrivée. Des informations cohérentes de trajectoire 3D sont à la disposition des utilisateurs pour informer les décideurs de la gestion du trafic aérien (ATM).

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Ce module fournit des extensions de la ligne de base, avec l'accent sur des descentes économiques en espace aérien à forte densité de trafic. Les bénéfices de ces opérations basées sur trajectoire incluent des économies de carburant et la réduction de bruit et des émissions, en maintenant les aéronefs à plus haute altitude et à des niveaux de poussée plus faibles que dans les approches traditionnelles par degrés. La simplification des routes par arrivées optimisées pourrait aussi réduire les transmissions radio entre navigants et contrôleurs.

1.3.2 Les bénéfices de ces opérations en espace aérien dense consistent à réaliser les niveaux ciblés de trafic et de flux de trafic, tout en permettant aussi des économies de carburant et la réduction du bruit. Une hypothèse traditionnelle est que l'emploi d'arrivées optimisées réduira les flux de trafic en

espace aérien à forte densité, ou pourra être irréalisable à cause de complexités créées dans les séquences entre arrivées optimisées et arrivées, départs et trafic convergent non optimisés.

1.3.3 L'aptitude de l'aéronef à exécuter précisément une arrivée optimisée, couplée à des informations de situation et d'intention transmises par l'aéronef à l'automatisation ATC, augmentera la précision de modélisation de trajectoire et de prédiction de problèmes.

1.4 Divers

1.4.1 Ce module continue l'évolution de la conception de procédures RNAV et RNP en espace aérien dense, et l'évolution de l'automatisation utilisée à l'appui des décisions des navigants et du contrôle de la circulation aérienne.

1.5 Élément 1 : Modélisation de trajectoire précise

1.5.1 Cet élément vise à obtenir le modèle de trajectoire le plus précis à l'usage de tous les systèmes automatisés. Cela inclut des informations de position précises, des informations d'autorisations et l'utilisation de résolutions automatisées qui réduisent la charge de travail du contrôleur.

1.6 Élément 2 : Fonctions embarquées avancées

1.6.1 Cet élément focalisera les fonctions embarquées qui permettent une sélection de trajectoire optimale et l'aptitude à exécuter des procédures RNAV et RNP de point à point. Cet élément examinera aussi l'automatisation de cockpit qui permet aux aéronefs de se séparer eux-mêmes et d'éviter des conflits potentiels. Il focalisera l'élaboration de normes harmonisées à l'échelle mondiale pour l'échange de données de trajectoire entre le sol et les systèmes d'avionique embarqués, par exemple systèmes de gestion de fréquence (FMS).

1.7 Élément 3 : Gestion des courants de trafic et métriques basées sur le temps

1.7.1 Cet élément harmonisera l'automatisation de la gestion des courants de trafic qui prédit de façon continue la demande et la capacité de toutes les ressources du système, et il indiquera quand le risque de congestion pour telle ou telle ressource (aéroport ou espace aérien) pourrait selon les prédictions dépasser une valeur acceptable. La gestion du trafic agira sous la forme de nouveaux itinéraires et temps de vol vers des ressources encombrées. L'élément résolution du problème créera une solution respectant toutes les contraintes du système.

2. OBJECTIF D'AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE DES PERFORMANCES

2.1 Des métriques pour déterminer le succès du module sont proposées dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

Capacité	Meilleure utilisation de l'espace aérien terminal. Des niveaux élevés de trafic peuvent être admis tout en continuant de permettre les descentes les plus économiques pour économiser du carburant, et produire moins d'émissions et de bruit. La capacité sera rehaussée par une meilleure aptitude à planifier les courants de trafic à destination et au départ de l'aéroport.
----------	---

<i>Efficacité</i>	Le temps de vol pourrait être réduit par l'automatisation qui améliore la prise de décisions et la sélection d'une trajectoire préférée.
<i>Environnement</i>	Les usagers utiliseront des profils d'arrivée et de descente plus économiques en carburant et moins bruyants.
<i>Flexibilité</i>	Les utilisateurs pourront sélectionner une trajectoire d'arrivée qui convient le mieux aux aéronefs selon les conditions de trafic, les conditions météorologiques et l'état de l'aéronef.
<i>Sécurité</i>	Descentes économiques sans sacrifier la sécurité en raison d'une meilleure gestion de l'espace aérien et de l'automatisation pour aider à la séparation des aéronefs.
<i>Analyse coûts-bénéfices</i>	Les principaux éléments d'analyse économique qualitative de ce module sont les suivants : a) capacité : davantage de vols peuvent être admis dans l'espace aérien terminal à cause d'une charge de travail réduite des contrôleurs et d'une meilleure modélisation/planification des trajectoires ; b) efficacité : les utilisateurs utiliseront des profils d'arrivée et de descente plus économiques et moins bruyants ; c) sécurité : descentes économiques sans sacrifier la sécurité ; d) flexibilité : les utilisateurs auront une plus grande flexibilité dans le choix de la trajectoire de vol qui répond le mieux à leurs besoins.

3. **PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)**

3.1 Pour des actions stratégiques, les procédures nécessaires existent fondamentalement pour que les fournisseurs de services de navigation aérienne (ANSP) et les utilisateurs collaborent dans les décisions de trajectoires de vol. Des prolongements de ces procédures devront être élaborés pour traduire l'utilisation de meilleurs moyens d'automatisation à l'appui des décisions, y compris une négociation d'automatisation à automatisation. L'utilisation de la surveillance dépendante automatique — mode diffusion/affichage en cockpit des informations de trafic (ADS-B/CDTI) et d'autres moyens embarqués pour éviter les collisions reste un sujet de recherche et nécessitera l'élaboration de procédures, y compris les rôles des ANSP. Il faudra élaborer des normes internationales pour les échanges d'informations entre systèmes à l'appui de ces opérations. Cela inclut l'élaboration de normes mondiales pour l'échange d'informations de trajectoire, y compris heure d'arrivée requise et vitesse d'arrivée requise, entre le sol et l'air à l'appui du déploiement envisagé dans le module n° B3-05.

4. **FONCTIONS NÉCESSAIRES DU SYSTÈME**

4.1 **Avionique**

4.1.1 Le développement continu de l'automatisation tant pour le cockpit que pour les ANSP est nécessaire afin d'aider dans la modélisation de trajectoires et aussi dans les décisions de séparation. Il existe des fonctions embarquées telles que ADS-B/CDTI, mais des applications sont encore à l'étude pour appuyer les objectifs de ce module.

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 Le développement continu de l'automatisation tant pour le cockpit que pour les ANSP est nécessaire afin d'aider dans la modélisation de trajectoires et aussi dans les décisions de séparation. De plus, l'élaboration d'une technologie fournissant des stratégies d'atténuation pour les conflits et les conflits potentiels aidera aussi à établir des profils optimisés dans les espaces aériens à forte densité.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations de facteurs humains

5.1.1 Ce module est encore dans la phase de recherche et développement, aussi les considérations de facteurs humains sont-elles toujours en cours d'identification par modélisation et tests bêta. Des itérations futures du présent document deviendront plus spécifiques au sujet des processus et procédures nécessaires pour prendre en compte les considérations de facteurs humains. On mettra particulièrement l'accent sur l'identification des problèmes d'interface homme-machine, s'il y en a, et sur des stratégies d'atténuation des risques élevés pour en tenir compte.

5.2 Besoins en formation et compétences

5.2.1 Ce module contiendra finalement un certain nombre de besoins de formation du personnel. Quand ils seront connus, ils seront inclus dans la documentation à l'appui de ce module et leur importance sera indiquée. De plus, tous besoins en compétences qui seront recommandés deviendront partie des besoins en réglementation avant la mise en œuvre de cette amélioration des performances.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : il faudra des normes et des critères nouveaux ou actualisés incluant :
 - normes mondiales pour les échanges d'informations de trajectoire
 - Doc 8168 de l'OACI, *Exploitation technique des aéronefs*
 - Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien* Via autorisation en cas d'utilisation d'une arrivée optimisée
- Plans d'approbation : à déterminer

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Actuelles utilisations

7.1.1 Des arrivées optimisées sont déjà utilisées aux aéroports ci-après des États-Unis, en espaces aériens denses :

- a) Los Angeles International Airport (KLAX) ;

- b) Phoenix Sky Harbor International Airport (KPHX) ;
- c) Atlanta Hartsfield International Airport (KATL) ;
- d) Las Vegas International Airport (KLAS).

7.2 Essais prévus ou en cours

- **États-Unis/Europe** : des travaux sont en cours d'achèvement pour valider les performances de trajectoire requises à l'appui de TBO avancées.
- **États-Unis** : en train d'achever des simulations et modélisations pour valider la précision de modélisation de trajectoire.
- **États-Unis** : travaux FIXM/liaison de données en cours d'achèvement avec SESAR pour normaliser des éléments de données de trajectoire
- **États-Unis** : changements de route en cours de vol actuellement en préparation ; cela aboutira à la résolution opportune des encombrements au cours d'événements encombrés.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

- Doc 9931 de l'OACI, *Manuel des opérations en descente continue (CDO)*

8.2 Documents d'approbation

- Normes mondiales pour les échanges d'informations de trajectoire (actualisation requise) ;
- Doc 8168 de l'OACI, *Exploitation technique des aéronefs* (actualisation requise) ;
- Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien* : phraséologie ATC/pilote.

MODULE N° B3-05 : OPÉRATIONS BASÉES SUR TRAJECTOIRE EN 4D

Sommaire	Elaboration de technologies et concepts perfectionnés, à l'appui de trajectoires en quatre dimensions (latitude, longitude, altitude, heure) et vitesses pour consolider la prise de décisions en ATM mondiale. Un élément majeur consiste à intégrer toutes les informations de vol pour obtenir le modèle de trajectoire le plus précis pour l'automatisation au sol.	
Principal impact sur les performances selon Doc 9854	KPA-02 — Capacité, KPA-04 — Efficacité, KPA-05 — Environnement, KPA-10 — Sécurité.	
Environnement opérationnel/phases de vol	En route/croisière, région terminale, gestion des courants de trafic, descente.	
Considérations d'applicabilité	Applicable à : planification des courants de trafic aérien, vols en route, vols en région terminale (approche/départ) et vols à l'arrivée. Bénéfices obtenus tant par les courants de trafic que par des aéronefs individuels. Équipement de bord présumé dans les domaines de : ADS-B IN/CDTI ; communication de données et moyens perfectionnés de navigation. Nécessité d'une bonne synchronisation du déploiement embarqué et au sol pour générer des bénéfices notables, en particulier pour ceux qui sont équipés. Les bénéfices augmentent en fonction de la population d'aéronefs équipés dans la région où les services sont fournis.	
Élément(s) du concept mondial selon Doc 9854	AOM — organisation et gestion de l'espace aérien DCD — équilibrage de la demande et de la capacité AUO — opérations des usagers de l'espace aérien TS — synchronisation du trafic CM — gestion des conflits	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-5 : RNAV/RNP (navigation basée sur performances) GPI-11 : RNP et RNAV SID et STAR GPI-16 : systèmes d'appui des décisions et systèmes d'alerte	
Principales conditions	B1-40, B2-31, B2-05.	
Liste de vérification de préparation dans le monde		Situation (si prêt, indiqué par une croche ou une date)
	Normes prêtes	2025
	Avionique disponible	2028
	Systèmes au sol disponibles	2028
	Procédures disponibles	2028
	Approbations d'opérations	2028

1. EXPOSÉ**1.1 Généralités**

1.1.1 Ce module met en œuvre les opérations basées sur trajectoire en 4D qui utilisent les fonctionnalités des systèmes de gestion de vol embarqués pour optimiser les trajectoires de vol en quatre dimensions plus vitesse. La TBO complète intègre des fonctionnalités perfectionnées qui amélioreront très nettement la surveillance, la navigation, les communications de données et l'automatisation pour systèmes au sol et embarqués avec des changements dans les rôles et responsabilités des fournisseurs de services.

1.2 Base de référence

1.2.1 Ce module déploie une trajectoire précise en quatre dimensions, avec vitesse, qui est partagée entre tous les utilisateurs du système aéronautique aux points essentiels du système. Cela fournit des informations cohérentes et à jour à l'échelle du système, qui sont intégrées dans des outils de soutien décisionnaire facilitant les décisions d'ATM mondial. Il continue l'évolution dans les procédures et les fonctionnalités d'automatisation, tant au sol qu'embarquées, pour utiliser des trajectoires précises au bénéfice du système. Des arrivées optimisées dans les espaces aériens denses avaient été antérieurement rendues possibles. Il y a des fonctionnalités de soutien décisionnaire qui sont intégrées pour aider les ANSP et les utilisateurs à prendre de meilleures décisions dans l'optimisation des profils d'arrivée. Une base d'informations cohérentes et intégrées est mise à la disposition de tous les ANSP et des utilisateurs pour informer les preneurs de décisions en ATM.

1.2.2 Avec des opérations de trajectoire en 4D, le Bloc 3 permettra de réaliser des fonctionnalités optimisant les trajectoires individuelles, les courants de trafic et l'utilisation de ressources limitées telles que pistes et surfaces. Ce module est axé sur les fonctionnalités essentielles en 4D plus vitesse, alors que les modules B3-15 et B3-10 sont axés sur l'optimisation de situations spécifiques (haute densité/complexité).

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Dans l'espace aérien en route du futur, des niveaux mixtes de performances d'aéronefs et d'autorisations de navigants sont attendus. Les aéronefs de haute performance seront capables de suivre des routes RNAV, en se conformant précisément à leur route, en favorisant les communications de données, en communiquant des demandes et des informations de situation et d'intention d'aéronefs sous forme numérique avec l'automatisation du contrôle de la circulation aérienne (ATC), et en recevant des autorisations et autres messages émis numériquement par l'automatisation ATC.

1.3.2 Certains espaces aériens en route seront réservés aux aéronefs de haute performance, en permettant au système ATC de se consacrer aux opérations qui utilisent entièrement les fonctionnalités de ces aéronefs. Les aéronefs communiqueront les informations de situation et d'intention à l'automatisation ATC et suivront précisément leurs routes désignées. Ainsi, les fonctionnalités automatisées de prédiction et de solution de problèmes pourront maximiser les bénéfices des utilisateurs en soutenant les plans de vol préférés par les utilisateurs, en minimisant les changements à ces plans pendant que les aéronefs traverseront l'espace aérien, et en améliorant les services fournis.

1.3.3 Les responsabilités principales du contrôleur consisteront à réagir aux problèmes prédits par l'automatisation ATC, et à tenir des informations précises sur les vols dans l'automatisation ATC. Les problèmes prédits incluront :

- a) les conflits d'aéronef à aéronef ;
- b) les aéronefs vers des espaces aérien d'usage spécial ou réglementés d'une autre façon ;
- c) les aéronefs vers des zones de prévisions météorologiques dangereuses ;
- d) des aéronefs vers des problèmes de contraintes de métrique, y compris restrictions de distance en sillage ;

- e) l'aptitude de l'aéronef à suivre précisément la route autorisée, couplée aux informations de situation et d'intention transmises par l'aéronef à l'automatisation ATC, ce qui augmentera la précision de modélisation de trajectoires et de prédiction de problèmes ; les aspects essentiels de TBO complète sont les suivants :
- 1) la base de toutes les opérations est une trajectoire précise en quatre dimensions qui est partagée entre tous les utilisateurs du système aéronautique ;
 - 2) des informations cohérentes et à jour décrivant les vols et les courants de trafic aérien sont disponibles dans tout le système, à l'appui des opérations tant des utilisateurs que des fournisseurs de services ;
 - 3) les communications de données sont utilisées entre le sol et les aéronefs pour améliorer la précision des trajectoires, demander des changements de trajectoire en 4D plus vitesse, fournir des autorisations de vol précises et échanger des informations sans participation du contrôleur ;
- f) les opérations en navigation du type surface (RNAV) éliminent la nécessité de définir les routes par l'emplacement d'aides de navigation, ce qui permet la flexibilité des vols de point à point ;
- g) les opérations avec qualité de navigation requise (RNP) introduisent la nécessité de surveillance des performances et d'alerte. Une caractéristique critique des opérations RNP est l'aptitude du système de navigation embarqué à contrôler sa performance de navigation réalisée pour une opération spécifique, et indiquer à l'équipage si la prescription opérationnelle est respectée ;
- h) les contrôleurs en route comptent sur l'automatisation pour identifier les conflits et proposer des solutions leur permettant de s'attacher à fournir aux utilisateurs des services améliorés ;
- i) l'aptitude de l'automatisation de cockpit à suivre la route plus précisément et à réduire les tâches de routine des contrôleurs ;
- j) les services basés sur performances qui nécessitent des niveaux minimaux de performances en vol sont fournis dans l'espace aérien désigné ;
- k) l'automatisation de la gestion des courants proposera des solutions de congestion étagées qui maintiendront le risque de congestion à un niveau acceptable, en utilisant autant que possible des options d'intention spécifiques au vol. Les centres d'exploitation technique (FOC) recalculeront dynamiquement et communiqueront aux navigants, et à la gestion des courants, des actualisations d'options d'intentions et de priorité des options en fonction de l'évolution des conditions ;
- l) gestion des courants sur base de temps, coordonnant les courants d'arrivées aux aéroports à trafic élevé.

1.4 Éléments 1 : fonctionnalités embarquées perfectionnées

1.4.1 Cet élément est axé sur des fonctionnalités embarquées qui aident les pilotes à éviter les phénomènes météorologiques et d'autres aéronefs, améliorant ainsi la sécurité. Des exemples de pareilles fonctionnalités sont ADS-B IN, les échanges d'information air-air et l'intégration des conditions météo dans des outils d'automatisation basés en cockpit. Cet élément est aussi axé sur l'élaboration de normes harmonisées à l'échelle mondiale pour les échanges de données de trajectoires entre le sol et les systèmes d'avionique embarqués tels que le FMS.

1.5 Éléments 2 : Détection et résolution des problèmes

1.5.1 Cet élément continuera l'évolution vers l'emploi d'outils de soutien décisionnaire ATM, par les ANSP et les utilisateurs, aboutissant à des manœuvres sur les profils de descente les plus économiques. Sur la base de l'expérience acquise dans la conception et le déploiement de fonctionnalités initiales, des extensions seront développées pour générer des solutions de profils d'arrivée plus efficaces et opérationnellement plus acceptables. Cet élément explorera aussi des moyens de négociation directe d'automatisation à automatisation pour faciliter la recherche de solutions ATM mutuellement acceptables. Cet élément visera aussi à obtenir le modèle de trajectoire le plus précis dans le système, à l'usage de toutes les fonctions d'automatisation. Cela comporte l'insertion dans l'automatisation de toutes les autorisations données à des aéronefs, en employant des solutions générées par l'automatisation pour que les contrôleurs puissent plus facilement entrer les autorisations et recevoir des données de vol spécifiques provenant des aéronefs, à inclure dans les calculs de trajectoires et toutes options de résolution.

1.6 Éléments 3 : Gestion des courants de trafic et métriques basées sur le temps

1.6.1 Cet élément harmonisera l'automatisation de la gestion des courants de trafic, qui prédit de façon continue la demande et la capacité de toutes les ressources du système, et il indiquera quand le risque de congestion de toute ressource (aéroport ou espace aérien) sera prédit en dépassement d'un risque acceptable. Les informations venant des FOC ou des équipages de conduite indiquent les options d'intention et les préférences, de sorte que les réactions des utilisateurs et les ajustements de 4DT pour traiter les contraintes telles que la météo soient pris en compte avant que l'ANSP agisse. La gestion du trafic agira sous la forme de réajustement de routes et de temps en fonction des ressources encombrées. L'élément de résolution du problème créera une manœuvre répondant à toutes les contraintes du système.

2. OBJECTIF D'AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE DES PERFORMANCES

2.1 Des métriques pour déterminer le succès du module sont proposées dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

Capacité	Des vols additionnels sont possibles à cause de la charge de travail réduite des contrôleurs. Des décisions moins conservatrices sur l'utilisation de l'espace aérien aboutissent à permettre qu'un plus grand nombre d'aéronefs puissent traverser la zone concernée. De plus, la capacité d'arrivée/de départ sera augmentée car il sera possible de mieux planifier les courants à l'entrée et à la sortie de l'aéroport.
----------	--

<i>Efficacité</i>	Normes d'avionique harmonisées. Les utilisateurs seront mieux en mesure de planifier et recevoir leur trajectoire préférée.
<i>Environnement</i>	Coûts plus bas et bénéfices environnementaux grâce à une moindre consommation de carburant.
<i>Sécurité</i>	a) meilleure conscience de la situation parmi les navigants ; b) réduction des conflits entre aéronefs et davantage de temps pour résoudre les conflits qui existent ; c) nombre d'incidents.
<i>Analyse coûts-bénéfices</i>	L'analyse économique est encore en attente dans le cadre du développement de ce module, qui est dans la phase de recherche. L'expérience récente de l'utilisation d'informations météorologiques perfectionnées pour améliorer la prise de décision en ATM par les parties prenantes s'est révélée positive à cause des bénéfices d'une planification plus efficace des vols et d'une moindre perturbation dans les trajectoires préférées par les utilisateurs.

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 L'utilisation d'ADS-B/CDTI et d'autres fonctionnalités de cockpit à l'appui de l'évitement d'aéronefs est encore au stade de la recherche et nécessitera l'élaboration de procédures, y compris les rôles des ANSP.

3.2 Pour les actions stratégiques, les procédures nécessaires existent fondamentalement pour que les ANSP et les utilisateurs collaborent sur les décisions de trajectoires de vol. Des extensions de ces procédures devront être élaborées pour traduire l'utilisation de meilleures fonctionnalités automatisées d'appui des décisions, y compris négociation automatisée à automatisation.

3.3 Pour les actions stratégiques, les procédures nécessaires existent fondamentalement pour que les ANSP et les utilisateurs collaborent sur les décisions de trajectoires de vol. Des extensions de ces procédures devront être élaborées pour traduire l'utilisation de meilleures fonctionnalités automatisées d'appui des décisions, y compris négociation automatisée à automatisation.

4. FONCTIONNALITÉS NÉCESSAIRES DU SYSTÈME (AIR ET SOL)

4.1 Avionique

4.1.1 Pour cet élément de plus long terme, la technologie nécessaire est encore en préparation. Les fonctionnalités embarquées, par exemple RTA, existent mais des applications sont encore à l'étude pour appuyer leur extension (par exemple RTA multiples).

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 Pour l'élément de plus long terme, la technologie nécessaire est encore en préparation. Pour la technologie basée au sol, des recherches sont en cours sur des outils de soutien décisionnaire qui

produisent des solutions d'efficacité de carburant, et soutiennent le développement automatisé de possibles stratégies d'atténuation. Il faut aussi travailler à l'incorporation des données des systèmes embarqués dans des modèles de trajectoire au sol pour assurer la trajectoire la plus précise.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations de facteurs humains

5.1.1 Ce module est encore dans la phase de recherche et développement, de sorte que les considérations de facteurs humains sont encore dans un processus d'identification par modélisations et tests bêta. Des itérations futures du document deviendront plus spécifiques au sujet des processus et procédures nécessaires pour prendre en compte les considérations de facteurs humains. On mettra particulièrement l'accent sur l'identification des problèmes d'interface homme-machine, s'il y en a, et la détermination de stratégies d'atténuation des risques élevés pour en tenir compte.

5.2 Besoins en formation et compétences

5.2.1 Ce module exposera finalement un certain nombre de prescriptions de formation du personnel. Quand elles auront été élaborées, elles seront incluses dans la documentation à l'appui de ce module et leur importance sera expliquée. De plus, toutes prescriptions de compétences qui seront recommandées feront partie des besoins de réglementation avant la mise en œuvre de cette amélioration des performances.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normatisation : des actualisations sont nécessaires pour des échanges d'informations améliorés sol-sol et air-air dans :
 - Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien*
 - Doc xxxx de l'OACI, PANS-AIM (publication prévue pour 2016)
 - FAA AC TBD, EASA AMD TBD
- Plans d'approbation : à déterminer.

6.1 Élément 1 : Fonctions embarquées avancées

6.1.1 Il faudra élaborer des normes internationales pour les échanges d'informations entre systèmes, à l'appui de ces opérations. Cela inclut l'élaboration de normes mondiales pour l'échange d'informations de trajectoire entre le sol et l'air.

6.1.2 Il faudra élaborer des normes internationales pour les échanges d'informations entre systèmes à l'appui de ces opérations. Cela inclut l'élaboration de normes mondiales pour l'échange d'informations de trajectoire entre le sol et l'air, y compris des normes mondiales pour les échanges d'informations de trajectoire et les décisions de certification sur les affichages embarqués et la diffusion. La diffusion inclut les échanges air-sol aussi bien qu'air-air de ces observations via ADS-B.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

7.1.1 Comme ce module est dans la catégorie long terme, il n'y a pas d'exemples d'utilisation opérationnelle. De nombreux organismes effectuent des recherches sur des applications ADS-B IN qui concernent l'évitement d'aéronefs via une fonctionnalité de cockpit. Ces recherches contribueront au travail à effectuer dans ce bloc.

7.2 Essais planifiés ou en cours

7.2.1 Élément 1 : Fonctions embarquées avancées

7.2.2 Il n'y a pas actuellement d'essais de démonstration planifiés dans le monde pour ce module. Il est nécessaire d'élaborer un plan dans le cadre de la collaboration sur ce module.

7.3 Documents de référence

- Annexe 10 de l'OACI — *Télécommunications aéronautiques*, Volume II — *Procédures de communications, y compris celles qui ont le statut de PANS*; Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de la circulation aérienne — Gestion du trafic aérien*
- Doc 9694 de l'OACI, *Manuel des applications de la liaison de données aux services de la circulation aérienne*
- Concepts opérationnels NextGen et SESAR
- EUROCAE ED-100A/RTCA DO-258A, Interoperability Requirements for ATS Applications using ARINC 622 Data Communications
- EUROCAE ED-110/RTCA DO-280, Interoperability Requirements Standard for Aeronautical Telecommunication Network Baseline 1 (Interop ATN B1)
- EUROCAE ED-120/RTCA DO-290, Safety and Performance Requirements Standard For Initial Air Traffic Data Link Services In Continental Airspace (SPR IC)
- EUROCAE ED-122/RTCA DO-306, Safety and Performance Standard for Air Traffic Data Link Services in Oceanic and Remote Airspace (Oceanic SPR Standard)
- EUROCAE ED-154/RTCA DO-305, Future Air Navigation System 1/A – Aeronautical Telecommunication Network Interoperability Standard (FANS 1/A – ATN B1 Interop Standard)
- EUROCAE WG78/RTCA SC214 Safety and Performance requirements and Interoperability requirements.

7.4 Documents d'approbation

- Doc 4444 de l'OACI, *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien* (actualisation requise)
- Doc xxxx de l'OACI, PANS-AIM (publication prévue pour 2016)
- FAA AC TBD, EASA AMD TBD.

PROJET

Domaine d'amélioration des performances 4 : Efficacité des trajectoires de vol — *grâce aux opérations basées sur trajectoire*

Continuum : Opérations basées sur trajectoire

PROJET

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE N° B0-40: AMÉLIORATION DE LA SÉCURITÉ ET DE L'EFFICACITÉ
PAR APPLICATION INITIALE DE LIAISONS DE DONNÉES EN ROUTE**

Sommaire	Pour mettre en oeuvre une série initiale d'applications de liaisons de données pour la surveillance et les communications dans l'ATC, à l'appui d'itinéraires flexibles, d'une séparation réduite et d'une meilleure sécurité.	
Principal impact sur les performances selon Doc 9854	KPA-02 — Capacité, KPA-10 — Sécurité	
Environnement opérationnel/phases de vol	Phases de vol en route, y compris zones où des systèmes radar ne peuvent pas être installés, par exemple espace aérien éloigné ou océanique.	
Considérations d'applicabilité	Nécessite une bonne synchronisation du déploiement embarqué et au sol pour générer des bénéfices notables, en particulier pour ceux qui sont équipés. Les bénéfices augmentent en proportion des aéronefs équipés.	
Élément(s) du concept mondial selon Doc 9854	ATM/SDM — Gestion de l'exécution du service ATM	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-9 : conscience de la situation GPI-17 : mise en œuvre d'applications de liaison de données GPI-18 : services d'informations électroniques	
Principales conditions		
Liste de vérification de préparation dans le monde		Situation (déjà prêt ou date estimative)
	Disponibilité de normes	✓
	Disponibilité de l'avionique	✓
	Disponibilité des systèmes au sol	✓
	Procédures disponibles	✓
	Approbations d'opérations	✓

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Les échanges de données air-sol sont depuis plusieurs décennies l'objet de travaux de recherche et de normalisation et sont un ingrédient essentiel des futurs concepts opérationnels car ils peuvent de façon fiable porter des informations plus denses que celles qui peuvent s'échanger par radio. Il existe de nombreuses technologies qui sont maintenant largement mises en œuvre à bord d'aéronefs, souvent pour des raisons de contrôle d'exploitation aéronautique (AOC) et de communications administratives de compagnie aérienne (AAC). Ces dernières années, un certain nombre d'applications sont devenues une réalité pour l'ATM, mais elles n'ont pas été complètement déployées. De plus, des activités sont en cours pour assurer que les applications soient interopérables entre divers équipements de bord ; cette tâche est une priorité dans les travaux du Groupe d'experts des liaisons de données opérationnelles (OPLINKP). Ce module indique ce qui est disponible et pourrait être utilisé plus largement dans l'immédiat.

1.1.2 Un des éléments du module est la transmission d'informations de position d'aéronefs, constituant la surveillance dépendante automatique — mode contrat (ATC-C), pour utilisation surtout

dans les zones océaniques et éloignées où le radar ne peut pas être déployé pour des raisons physiques ou économiques.

1.1.3 Un deuxième élément est celui des communications contrôleur-pilote par liaison de données (CPDLC) comprenant une première série d'applications de liaisons de données permettant aux pilotes et aux contrôleurs d'échanger des messages ATC concernant la gestion des communications, les autorisations ATC et les microphones coincés. Les CPDLC diminuent les malentendus et la charge de travail des contrôleurs en procurant une sécurité et une efficacité améliorées tout en procurant davantage de capacité dans le système ATM.

1.2 Base de référence

1.2.1 Avant ce module, les communications air-sol se faisaient en radiophonie (VHF ou HF selon l'espace aérien), connue pour ses limitations en qualité, largeur de bande et sûreté. Il y a aussi de grandes parties du monde dépourvues de surveillance radar. Les instructions ATC, les comptes rendus de position et d'autres informations doivent être transmis par radio HF où la qualité vocale est particulièrement mauvaise la plupart du temps, ce qui entraîne une nette augmentation de la charge de travail des contrôleurs et des pilotes (y compris opérateurs de radio HF), une médiocre conscience de la situation du trafic hors de la couverture radar, de grands minimums de séparation et des malentendus. Dans les espaces aériens à forte densité, les contrôleurs passent actuellement 50% de leur temps à parler à des pilotes sur les canaux vocaux VHF où les fréquences sont une ressource très limitée ; cela entraîne une forte charge de travail pour les contrôleurs et les pilotes et cause les malentendus.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Le module concerne la mise en œuvre d'un premier paquet d'applications de liaisons de données, recouvrant ADS-C, CPDLC et d'autres applications pour l'ATC. Ces applications améliorent nettement la façon dont s'effectue l'ATS, comme on le verra dans la section suivante.

1.3.2 Un objectif important du concept opérationnel d'ATM mondiale dans le domaine des liaisons de données consiste à harmoniser les mises en œuvre régionales et s'entendre sur une définition technique et opérationnelle commune, applicable à toutes les régions aéronautiques du monde. Il est prévu de le réaliser par des changements de Bloc 1. Actuellement, les mises en œuvre de liaisons de données sont basées sur des normes, des technologies et des procédures opérationnelles différentes, bien qu'il y ait de nombreuses similitudes.

1.4 Élément 1 : ADS-C sur zones océaniques et éloignées

1.4.1 L'ADS-C procure un service de surveillance dépendante automatique sur des zones océaniques et éloignées, grâce à l'exploitation de messages de position envoyés automatiquement par des aéronefs sur des liaisons de données à des intervalles de temps spécifiés. Cette conscience améliorée de la situation (en combinaison avec des niveaux appropriés de PBN) renforce la sécurité en général et permet d'adopter des séparations réduites entre aéronefs et de s'écarter progressivement des modes de contrôle purement par procédures.

1.5 Élément 2 : CPDLC continentales

1.5.1 Cette application permet aux pilotes et aux contrôleurs d'échanger des messages avec une meilleure qualité de transmission. En particulier, elle procure un moyen d'alerter le pilote lorsque le microphone est coincé, ainsi qu'un moyen complémentaire de communication. Les CPDLC sont utilisées

comme un moyen supplémentaire de communication. Les communications vocales demeurent le moyen primaire.

1.5.2 Dans les espaces aériens continentaux à forte densité, elles peuvent nettement réduire la charge de communications, en permettant une meilleure organisation des tâches par le contrôleur, en particulier sans avoir à interrompre pour répondre immédiatement à la radio. Elles sont plus fiables pour la transmission et la compréhension de changements de fréquences, de niveaux de vol et d'informations de vol, etc., ce qui améliore la sécurité et réduit le nombre de malentendus et de répétitions.

2. OBJECTIF D'AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE DES PERFORMANCES

2.1 Élément 1 : ADS-C sur zones océaniques et éloignées

2.1.1 Des métriques pour déterminer le succès du module sont proposées dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Capacité</i>	Une meilleure localisation du trafic et des séparations réduites permettent d'augmenter la capacité offerte.
<i>Efficacité</i>	Les routes/trajectoires et les vols peuvent être séparés par des minimums réduits, ce qui permet d'appliquer des itinéraires flexibles et des profils verticaux plus proches des préférences des utilisateurs.
<i>Flexibilité</i>	L'ADS-C permet de rendre plus faciles les changements de route.
<i>Sécurité</i>	Conscience de la situation renforcée; filets de sécurité basés sur ADS-C, comme surveillance du respect des niveaux autorisés, surveillance du respect de routes, avertissements de pénétration dans une zone dangereuse, meilleur soutien des recherches et du sauvetage.
<i>Analyse coûts-bénéfices</i>	L'analyse économique s'est révélée positive à cause des avantages que les vols peuvent obtenir du point de vue d'une meilleure efficacité de vol (routes et profils verticaux améliorés ; résolution de conflits meilleure et tactique). À noter la nécessité de synchroniser les déploiements au sol et embarqués pour assurer que les services soient fournis par le sol lorsque les aéronefs sont équipés, et qu'une proportion minimale des vols dans l'espace aérien considéré soient convenablement équipés.

2.2 Élément 2 : CPDLC continentales

2.2.1 Des métriques pour déterminer le succès du module sont proposées dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Capacité</i>	Charge de communications réduite et meilleure organisation des tâches des contrôleurs, permettant d'augmenter la capacité du secteur.
<i>Sécurité</i>	Conscience de la situation renforcée ; moins de cas de malentendus ; solution aux situations de microphone coincé.
<i>Analyse coûts-bénéfices</i>	La productivité a été améliorée en Europe par suite :

	a) des avantages que les vols peuvent obtenir dans l'amélioration de l'efficacité de vol (meilleures routes et meilleurs profils verticaux ; résolution de conflits améliorée et tactique) ; b) d'une réduction de la charge de travail des contrôleurs et d'une augmentation de la capacité. Une analyse économique détaillée a été présentée à l'appui de la réglementation EU ; elle est très nettement positive. À noter qu'il est nécessaire de synchroniser les déploiements au sol et embarqués pour assurer que les services soient fournis par le sol lorsque les aéronefs sont équipés, et qu'une proportion minimale de vols dans l'espace aérien considéré soient convenablement équipés.
--	---

3. **PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)**

3.1 Des procédures ont été décrites et se trouvent dans des documents OACI : le *Manuel des applications de la liaison de données aux services de la circulation aérienne* (Doc 9694) et le document GOLD (Global Operational Data Link Document : document sur les liaisons de données opérationnelles dans le monde). Les textes opérationnels GOLD et LINK2000+ vont être fusionnés, ce qui conduira à une actualisation de GOLD permettant l'application mondiale, indépendamment de l'espace aérien et de la technologie.

4. **FONCTIONS NÉCESSAIRES DU SYSTÈME**

4.1 **Avionique**

4.1.1. Des normes relatives à la technologie habilitante figurent dans des documents OACI et dans les normes de l'industrie. Aujourd'hui, les applications existantes de liaisons de données sont basées sur deux séries de services de liaisons de données ATS : FANS 1/A et ATN B1. FANS 1/A est déployé dans les régions océaniques et éloignées alors qu'ATN B1 est en cours de mise en œuvre en Europe conformément à la législation de la Commission européenne (EC 29/2009) — la réglementation de mise en œuvre des services de liaison de données.

4.1.2 Ces deux ensembles sont différents du point de vue de l'exploitation, de la sécurité et des performances et ne comportent pas la même technologie, mais il y a de nombreuses similitudes et ils peuvent fonctionner ensemble, grâce à la résolution de problèmes opérationnels et techniques par des solutions de contournement, comme l'acceptation des applications embarquées FANS 1/A par des systèmes au sol ATN B1 et les applications doubles (FANS 1/A et ATN B1) à bord d'aéronefs.

4.2 **Systèmes au sol**

4.2.1 Pour les systèmes au sol, la technologie nécessaire inclut l'aptitude à gérer le contrat ADS-C, traiter et afficher les messages de position ADS-C. Il faut que les messages CPDLC soient traités et affichés pour l'organe ATC compétent. Une surveillance renforcée par une fusion de données multi-détecteurs facilite la transition vers et depuis l'environnement radar.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations de facteurs humains

5.1.1 L'ADS-C est un moyen de donner au contrôleur de la circulation aérienne une représentation directe de la situation du trafic, et elle réduit la tâche des contrôleurs ou des opérateurs radio dans le collationnement des comptes rendus de position. En plus d'ajouter un canal de communication, les applications de liaisons de données permettent notamment aux contrôleurs de la circulation aérienne de mieux organiser leurs tâches tactiques. Pilotes et contrôleurs bénéficient d'un moindre risque de malentendus dans les transmissions vocales.

5.1.2 Les communications de données permettent de réduire l'encombrement du canal vocal, avec l'avantage d'une meilleure compréhension et d'une gestion plus flexible des échanges air-sol. Cela comporte une évolution dans le dialogue entre pilotes et contrôleurs, qui doivent être formés à l'utilisation des liaisons de données plutôt que de la radio. Pilotes et contrôleurs ont besoin d'un soutien en automatisation. Dans l'ensemble, leurs responsabilités respectives ne seront pas touchées.

5.1.3 Les facteurs humains ont été pris en compte au cours de l'élaboration des processus et procédures liés à ce module. Dans les cas où l'automatisation doit être utilisée, l'interface homme-machine a été prise en compte dans une perspective tant fonctionnelle qu'ergonomique (voir des exemples dans la Section 6). Il continue toutefois d'y avoir une possibilité de défaillances latentes, et il faut de la vigilance dans toutes les mesures de mise en œuvre. Il convient aussi que les problèmes de facteurs humains constatés au cours de la mise en œuvre soient signalés à la communauté internationale à travers l'OACI, dans le cadre de toute initiative de comptes rendus de sécurité.

5.2 Besoins en formation et compétences

5.2.1 Un soutien en automatisation est nécessaire tant pour les pilotes que pour les contrôleurs, qui devront donc être formés pour le nouvel environnement et pour identifier les aéronefs/installations qui peuvent s'adapter aux services de liaison de données dans les environnements de modes mixtes.

5.2.2 Une formation dans les procédures et normes opérationnelles est nécessaire pour ce module et peut être trouvée dans les liens avec les documents de la Section 8 du présent module. Également, les besoins en compétences sont identifiés dans les prescriptions de réglementation de la Section 6, qui font partie de la mise en œuvre de ce module.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : utilisation des prescriptions déjà publiées, incluant les textes indiqués dans la Section 8.4. À noter aussi que des nouveaux textes d'orientation OPLINK OPS de l'OACI sont en préparation.
- Plans d'approbation : doivent être conformes aux prescriptions d'applications.
- Le groupe de travail ad hoc GOLD travaille à une actualisation de GOLD-Ed1 dans le cadre de l'harmonisation des procédures indépendamment de l'espace aérien et de la technologie.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Actuelles utilisations

Surveillance dépendante automatique — mode contrat (ADS-C)

- Zones éloignées et océaniques : l'ADS-C est utilisée principalement dans les zones éloignées et océaniques.
- L'ADS-C est déjà utilisée avec succès dans un certain nombre de régions du monde, par exemple la région CAR/SAM (COCESNA, Brésil, etc.) ou dans le Pacifique Sud pour les aéronefs FANS 1/A en combinaison avec les messages CPDLC. Dans le système de routes NOPAC (Pacifique Nord) elle a permis de réduire les minimums de séparation.
- **Australie** : L'Australie utilise les CPDLC en exploitation depuis la fin des années 1990, et depuis 1999 elle fournit la fonction ADS-C/CPDLC à tous les postes de contrôleurs en route. L'ADS-C et les CPDLC intégrées basées sur FANS 1/A sont utilisées dans les espaces aériens intérieurs en route et océaniques.
- **Atlantique Nord** : En mars 2011, NAV CANADA et NATS ont appliqué des minimums de séparation longitudinale réduits à 5 minutes pour les aéronefs convenablement équipés sur des itinéraires sur l'Atlantique Nord. Parallèlement à d'autres améliorations de procédures, cela permettra l'accès de plus nombreux aéronefs à des altitudes optimales. Le résultat attendu est évalué à 1 million de dollars en économies de carburant dans la première année, avec des économies d'émissions de 3 000 tonnes métriques.
- **Inde** : L'ADS-C et les CPDLC basées sur FANS 1/A sont utilisées dans le golfe du Bengale et dans les zones océaniques du golfe d'Arabie depuis 2005. L'Inde et d'autres pays du sud de l'Asie ont introduit une séparation longitudinale réduite (RLS) à 50 NM sur deux routes ATS en RNAV depuis juillet 2011 pour les aéronefs dotés de la fonction de liaison de données. La RLS devrait être appliquée sur huit routes RNAV à compter de décembre 2011. La BOBASMA (Bay of Bengal Arabian Sea Safety Monitoring Agency) a été établie à Chennai (Inde) à l'appui des vols en RLS et elle est approuvée par RASMAG/15.
- **Europe** : Des services de liaison de données CPDLC sont en cours de mise en œuvre : fonction d'initialisation de la liaison de données (DLIC), gestion des communications ATC (ACM), autorisations ATC et services d'information (ACL) et service de vérification de microphone ATC (AMC). Pour les appuyer, le service ATN B1 est en cours de déploiement en Europe dans 32 régions d'information de vol et régions d'information de vol supérieures au-dessus de FL 285 (aussi appelé déploiement de service LINK2000+). La législation de la Commission européenne (EC 29/2009) — la règle de mise en œuvre de services de liaison de données — prescrit la mise en œuvre d'une solution conforme à partir de :
 - a) février 2013 dans les systèmes au sol fondamentaux européens ;
 - b) février 2015 dans la totalité de l'Europe ;
 - c) janvier 2011 sur les aéronefs neufs destinés à voler en Europe au-dessus de FL 285 ;

- d) février 2015, rétro-installation sur tous les aéronefs volant en Europe au-dessus de FL 285.

Note.— Les aéronefs dotés de FANS 1/A avant 2014 pour les vols océaniques sont exemptés de la réglementation. Afin de promouvoir la compatibilité technique avec la flotte existante FANS 1/A+, un nouveau document d'interopérabilité mixte (ED154/DO305) permet aux systèmes au sol ATN B1 de fournir un service de liaison de données ATS aux aéronefs FANS 1/A+. Jusqu'ici, 7 des 32 régions d'information de vol et régions d'information de vol supérieures ont indiqué qu'elles s'adapteraient aux aéronefs FANS 1/A+.

Note.— La liaison de données est opérationnelle dans l'UAC Maastricht depuis 2003. L'extension du projet PETAL II a finalisé la validation des applications ATN B1 en exécutant une phase pré-opérationnelle dans laquelle des aéronefs équipés d'avionique certifiée ont effectué des vols quotidiens avec des contrôleurs dans l'espace aérien supérieur Maastricht. Les résultats ont été documentés dans le rapport final PETAL II et ont conduit à la création du Programme LINK 2000+ pour coordonner la mise en œuvre à l'échelle de l'Europe.

Note.— La décision de mettre en œuvre est accompagnée d'une évaluation économique, d'une justification économique et d'autres textes d'orientation que l'on peut consulter à l'adresse suivante : http://www.EUROCONTROL.int/link2000/public/site_preferences/display_library_list_public.html#6.

- **États-Unis** : Espace aérien intérieur : à compter de 2004 les services d'autorisation de départ sont déployés avec FANS 1/A+. En 2017, des services en route commenceront le déploiement dans l'espace aérien en route intérieur.

7.2 Essais prévus ou en cours

Surveillance dépendante automatique — mode contrat (ATS-C)

- **États-Unis** : des essais de montée « dans le sillage » avec ATS-C sont en cours. Utilisation en exploitation prévue pour 2016.

Communications contrôleur-pilote par liaison de données (CPDLC)

- **États-Unis** : des essais de service d'autorisation de départ (DCL) en communications de données vont commencer d'ici à 2014.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

- Règlement 29/2009 de la Commission européenne, 16 janvier 2009, définissant les exigences relatives aux services de liaison de données pour le ciel unique européen.
- EUROCAE ED-100A/RTCA DO-258A, Interoperability Requirements for ATS Applications using ARINC 622 Data Communications.

- EUROCAE ED-110B/RTCA DO-280B, Interoperability Requirements Standard for Aeronautical Telecommunication Network Baseline 1 (Interop ATN B1).
- EUROCAE ED-120/RTCA DO-290, Safety and Performance Requirements Standard For Initial Air Traffic Data Link Services In Continental Airspace (SPR IC).
- EUROCAE ED-122/RTCA DO-306, Safety and Performance Standard for Air Traffic Data Link Services in Oceanic and Remote Airspace (Oceanic SPR Standard).
- EUROCAE ED-154A/RTCA DO-305A, Future Air Navigation System 1/A – Aeronautical Telecommunication Network Interoperability Standard (FANS 1/A – ATN B1 Interop Standard).

8.2 Textes d'orientation

- Doc 9694 de l'OACI, *Manuel des applications de la liaison de données aux services de la circulation aérienne (ATS)*.
- Global Operation Data Link Document (GOLD), 2^e édition (en préparation).

8.3 Documents d'approbation

- Doc 9694 de l'OACI, *Manuel des applications de la liaison de données aux services de la circulation aérienne (ATS)*.
 - FAA AC20-140A, Guidelines for Design Approval of Aircraft Data Link Communication Systems Supporting Air Traffic Services (ATS).
 - RTCA/EUROCAE DO-306/ED-122.
 - RTCA/EUROCAE DO-305A/ED-154A.
 - RTCA/EUROCAE DO-290/ED-120.
 - RTCA/EUROCAE DO-280B/ED-110B.
 - RTCA/EUROCAE DO-258A/ED-100A.
 - Règlement 29/2009 de la CE : Mise en œuvre de services de liaisons de données.
 - Nouveaux textes d'OPLINK en préparation.
-

MODULE N° B1-40 : MEILLEURE SYNCHRONISATION DU TRAFIC ET OPÉRATIONS BASÉES SUR TRAJECTOIRE INITIALE

Sommaire	Pour améliorer la synchronisation des courants de trafic aux points de convergence en route et pour optimiser la séquence des approches grâce à une fonction 4D TRAD et à des applications aéroportuaires, par exemple D-TAXI.	
Principal impact sur les performances selon Doc 9854	KPA-02 — Capacité, KPA-04 — Efficacité, KPA-05 — Environnement, KPA-09 — Prédicibilité, KPA-10 — Sécurité.	
Environnement opérationnel/phases de vol	Toutes phases de vol.	
Considérations d'applicabilité	Nécessite une bonne synchronisation du déploiement embarqué et au sol pour générer des bénéfices notables, en particulier pour ceux qui sont équipés. Les bénéfices augmentent en fonction de la population d'aéronefs équipés, dans la zone où les services sont fournis.	
Élément(s) du concept mondial selon Doc 9854	CM — Gestion des conflits.	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-9 : conscience de la situation GPI-17 : mise en œuvre d'applications de liaison de données GPI-18 : information aéronautique.	
Principales conditions	B0-40. Lien avec B1-25.	
Liste de vérification de préparation dans le monde		Situation (déjà prêt ou date estimative)
	Disponibilité de normes	2013
	Disponibilité de l'avionique	est. 2016
	Disponibilité des systèmes au sol	est. 2016
	Procédures disponibles	est. 2018
	Approbations d'opérations	est. 2018

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Ce module fait avancer vers l'objectif d'introduire des opérations basées sur trajectoire qui utilisent les fonctions des systèmes de gestion de vol pour optimiser les trajectoires de vol en quatre dimensions. Les opérations basées sur trajectoire géreront l'incertitude en améliorant la prédictibilité pour toutes les parties prenantes d'ATM à travers toutes les limites ou structures de secteurs ATM. Dans ce contexte, il facilitera la synchronisation du trafic et la gestion stratégique des conflits, avec un mode de séparation qui minimise les interventions tactiques du type radar (par exemple vecteurs en boucle ouverte). Il introduit aussi un certain nombre d'applications aéroportuaires qui amélioreront la sécurité et réduiront la charge du travail des contrôleurs et pilotes.

1.2 Base de référence

1.2.1 La synchronisation du trafic est basée sur les informations de traitement de données de vol alimentées par des données de plans de vol avec des positions actualisées par des informations de surveillance et sur l'extrapolation mentale par les contrôleurs. Cela n'est pas précis et entraîne une charge

de travail pour évaluer la situation et surveiller son évolution. Les actions sont difficiles à prévoir dans les secteurs en amont qui ne sont pas nécessairement conscients du problème à résoudre.

1.2.2 La transmission d'informations aux aéroports et dans leur voisinage, y compris sur des acheminements complexes, se fait en radiophonie, ce qui comporte une forte charge de travail pour les pilotes et les contrôleurs, des malentendus fréquents et des répétitions.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Ce module met en œuvre des applications additionnelles de liaison de données air-sol pour : télécharger des informations de trajectoire et améliorer la synchronisation des courants de trafic aux points de convergence, notamment en vue d'optimiser une séquence d'approches, avec négociation d'une heure d'arrivée requise par le moyen de la fonctionnalité du système de gestion de vol (FMS). Les fonctions existantes de coordination sol-sol seront améliorées pour permettre d'échanger des autorisations de routes complexes traversant plusieurs limites d'espaces aériens.

1.3.2 Le module comporte aussi la mise en œuvre de transmissions de données pour informations d'aéroport/TMA et d'autorisations.

1.4 Élément 1 : Opérations initiales en 4D (4D TRAD)

1.4.1 Cet élément est appuyé par 4D TRAD, une approche reconnue pour les opérations basées sur trajectoire initiale qui procure une vue anticipée de l'environnement ATM futur, y compris intégration harmonisée des objectifs opérationnels grâce à une meilleure conscience de la situation et au partage de données air-sol dans un environnement décisionnaire en collaboration stratégique et tactique.

1.4.2 4D TRAD nécessite la disponibilité d'un échange complexe de données air-sol incluant l'utilisation d'une nouvelle fonctionnalité ADS-C et liaison de données au-delà des fonctions actuelles et des besoins en performances. De plus, il faut que l'échange de données sol-sol pour la transmission d'autorisations complexes soit sécuritaire et largement disponible.

1.4.3 À titre de transition étagée vers les opérations basées sur trajectoire, l'introduction d'une référence temporelle commune, avec l'utilisation d'une heure d'arrivée requise (RTA) en FMS et d'une gestion de la vitesse avec de moindres conditions de performance et de technologie que pour 4D TRAD, promet de procurer aux utilisateurs de l'espace aérien et aux fournisseurs de services des bénéfices de prédictibilité et d'efficacité.

1.4.4 L'utilisation de la RTA pour la planification des courants d'arrivées depuis un espace aérien en route (ou océanique) vers un espace aérien terminal est faisable avec les actuels moyens embarqués et des prescriptions de performances plus basses que pour 4D TRAD par exemple. Cela serait focalisé seulement sur la construction de courants de trafic et de séquences en laissant la possibilité de métriques et de séparation plus précises dans l'actuelle exploitation aérienne ou avec de nouvelles procédures de navigation basées sur performances RNAV.

1.4.5 La synchronisation de la RTA et de l'heure d'arrivée contrôlée (CTA) avec des niveaux appropriés de navigation basée sur performances (PBN) offre l'occasion de réaliser des courants de trafic stables et prévisibles vers une région terminale, permettant au pilote d'optimiser le profil de vol (par exemple profil de descente et de début de descente).

1.4.6 De plus, des courants de trafic pré-planifiés et prévisibles facilitent les descentes en vol continu et des procédures d'arrivée bien adaptées, tout en évitant les attentes en région terminale grâce à une élongation pré-planifiée de trajectoire par les aéronefs utilisant la RTA ou la gestion de vitesse, ainsi que l'intégration des vols sur longues et courtes distances dans les séquences d'arrivée.

1.4.7 Le déploiement de procédures RNP/RNAV et l'utilisation de techniques telles que « point merge (convergence en un point) » et autres offrent la possibilité de gérer les aéronefs sans recourir à une intervention de vecteurs radar, conduisant à un mode FMS en boucle fermée et un système au sol informé à l'appui de profils efficaces et d'opérations ATM prévisibles.

1.4.8 Pour obtenir ces bénéfices, il faut une communication entre organes de contrôle en route et en région terminale pour coordonner la contrainte CTA, ce qui peut être réalisé à travers des mécanismes existants tels qu'échange de données en ligne avec livraison à l'aéronef via R/T ou coordination avec des centres d'exploitation technique de transporteurs aériens pour transmission aux aéronefs long-courriers par liaison de données de la compagnie.

1.4.9 Une plus large approche du bloc envisagera la combinaison avec des techniques de gestion des arrivées faisant appel à des outils basés au sol et actuellement disponibles, fournissant des performances plus exigeantes qui facilitent des métriques plus affinées du trafic entrant dans l'espace aérien terminal et la fonction CPDLC existante pour livrer la CTA.

1.4.10 Une première étape qui repose sur des systèmes et fonctions qui existent ou ne nécessitent que des modifications mineures utilisera la fonction FMS existante pour définir et livrer une RTA ou une gestion de vitesse. Des fonctions existantes de liaison de données, comme CPDLC, AOC ou même la radiotéléphonie, pourraient être utilisées pour accepter cette RTA ou une gestion de vitesse avec la CTA au sol. La plupart des systèmes au sol incluent une fonctionnalité de prédiction de trajectoire et l'AMAN existant calcule l'équivalent d'une CTA. L'infrastructure de communications sol-sol permettra l'échange de plans de vol et pourra être actualisée pour échanger des CTA.

1.4.11 Au-delà de cette première étape, il y aura des changements plus importants pour permettre 4D TRAD et des opérations basées sur trajectoire avec une fonctionnalité FMS perfectionnée et normalisée capable de fournir des informations de trajectoire plus précises et complètes qui pourraient être reliées à de nouveaux protocoles ADS-C ou CPDLC. Selon la définition de ces informations de trajectoire pour le téléchargement, une nouvelle technologie de liaison de données pourrait être requise sur le long terme. L'infrastructure de communications sol-sol, dans le contexte du SWIM, permettra de rendre ces informations de trajectoire disponibles pour les différents systèmes en route, de région terminale et d'aéroport qui pourront utiliser cette référence de trajectoire commune. Il faut aussi planifier des modifications de système pour faire entièrement usage de ces informations de trajectoire.

1.4.12 On peut diviser en deux phases les opérations 4D initiales : la première est la synchronisation entre air et sol du plan de vol ou de la trajectoire effective de référence ; la deuxième phase impose une contrainte de temps et permet à l'aéronef de voler sur son profil de la façon optimale pour respecter cette contrainte.

2. SYNCHRONISATION DES TRAJECTOIRES ET SURVEILLANCE

2.1.1 Le système ATM veut que tous les acteurs aient la même optique ; il est donc essentiel que la trajectoire du système de gestion de vol (FMS) soit synchronisée avec celle qui est tenue au sol dans les systèmes de traitement des données de vol (FDPS) et les systèmes de réseaux plus larges.

2.1.2 L'équipage et l'ATC s'entendent sur la trajectoire à suivre et durant toute l'exécution ils vérifient constamment si elle est suivie et continuera d'être suivie par l'aéronef. En cas de non-conformité il y a des avertissements et une nouvelle interaction entre l'équipage et l'ATC responsable.

2.1.3 L'entente précoce entre l'air et le sol sur la trajectoire à suivre et son exécution permet au FMS d'optimiser la trajectoire qui procure des bénéfices d'efficacité à l'utilisateur en termes d'optimisation du profil de vol ainsi que des bénéfices environnementaux, tant par la réduction de la consommation de carburant que par des itinéraires optimaux en route, dans la région terminale et au voisinage de l'aéroport, en évitant les zones sensibles au bruit.

2.1.4 Une compatibilité améliorée entre les trajectoires air et sol assure que les contrôleurs sont en possession de renseignements très fiables sur le comportement des aéronefs. Cette prédiction de trajectoire plus précise permet de meilleures performances des outils de soutien décisionnaire, ce qui permet de mieux prédire les encombrements grâce à une détection précoce des concentrations de trafic, aboutissant à une meilleure adaptation à la situation de trafic réelle et à moins d'interventions tactiques et inefficaces basées sur radar.

2.1.5 Les niveaux accrus de prédictibilité entraînent que les conflits potentiels dans un horizon de moyen terme seront identifiés et résolus assez tôt, alors que la précision accrue de la trajectoire calculée au sol, surtout pour les prédictions à court terme, réduit le risque d'événements inattendus.

3. HEURE D'ARRIVÉE REQUISE

3.1 La fonction d'avionique dénommée heure d'arrivée requise (RTA) peut être exploitée tant par les contrôleurs en route que par les contrôleurs de TMA pour l'équilibrage entre demande et capacité, la régulation des courants et la gestion des séquences d'arrivées.

3.2 En préparant la régulation des aéronefs à un stade plus précoce de leur vol, on minimise l'impact de la contrainte. Cela permet à l'ATC de faire l'usage optimal de la capacité au bon moment, en minimisant les risques par une réduction de la complexité afin d'assurer que les capacités humaines ne soient pas dépassées. Cela facilite aussi la gestion optimisée du profil par le pilote.

3.3 La réduction des interventions tactiques inefficaces de l'ATC grâce à une planification précoce du trafic en route et dans la phase de gestion d'arrivée permet d'éviter des mesures sévères et coûteuses de mise en séquence. Ce processus rehausse l'optimisation des profils de vol, la prédictibilité des vols et permet aussi des améliorations dans la stabilité et la fiabilité de la séquence construite par l'ATC.

3.4 Cela devrait conduire à une réduction des attentes en vol et des consommations inefficaces de carburant accompagnées de pollution chimique et acoustique. Les aéronefs pourront mieux planifier et se conformer plus précisément aux horaires d'arrivée, permettant une meilleure planification chez les transporteurs aériens grâce à une meilleure prédictibilité des vols.

3.5 **Élément 2 : Service d'informations opérationnelles de région terminale par liaison de données (D-OTIS)**

3.5.1 Avant le départ du vol, l'équipage de conduite peut demander des informations de météo et d'exploitation technique ainsi que des NOTAM des aéroports de départ et de destination, en utilisant

un seul service de liaison de données, le service d'informations opérationnelles de région terminale par liaison de données (D-OTIS).

3.5.2 À tout moment au cours du vol, le pilote peut recevoir des actualisations automatiques des données météorologiques, des informations opérationnelles et des NOTAM des aéroports de destination et de décollage. D-OTIS peut aussi être adapté aux besoins spécifiques de l'équipage de conduite, de sorte que le pilote puisse aisément avoir une idée des perspectives météorologiques et opérationnelles.

3.6 Élément 3 : Autorisation de départ (DCL)

3.6.1 La mise en œuvre de la DCL élimine les malentendus potentiels en radiophonie VHF, ce qui permet à l'ATC de fournir un service plus sécuritaire et plus efficace aux utilisateurs. La DCL permet aussi de réduire le volume de travail des contrôleurs. La DCL vient à l'appui de l'automatisation du système aéroportuaire et des échanges d'informations avec les autres systèmes au sol.

3.6.2 Dans le cas des aéroports très actifs, l'utilisation de la liaison de données DCL entraîne une nette diminution de l'encombrement des fréquences de tour ATC. Les systèmes CPDLC qui sont intégrés avec le FMS permettent d'entrer directement des autorisations plus complexes dans le FMS.

3.7 Élément 4 : Liaison de données pour circulation au sol (D-TAXI)

3.7.1 Ceci fournit une assistance automatisée et un moyen additionnel de communication pour les contrôleurs et les pilotes lorsqu'ils effectuent des échanges de communications de routine pendant les manœuvres au sol, le décollage, le remorquage, les messages de circulation au sol de routine et les opérations aéroportuaires spéciales.

4. OBJECTIF D'AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE DES PERFORMANCES

4.1 Des métriques pour déterminer le succès du module sont proposées dans le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883).

<i>Capacité</i>	Influencée positivement à cause de la réduction du volume du travail lié à l'établissement de la séquence à proximité du point de convergence et à des interventions tactiques connexes. Influencée positivement à cause de la réduction du volume du travail lié à la livraison des autorisations de départ et de circulation au sol.
<i>Efficacité</i>	Augmentée par l'usage de la fonction RTA embarquée pour la planification de synchronisation du trafic dans l'espace aérien en route et terminal. Les opérations « boucle fermée » sur procédures RNAV assurent dans le système air et sol la conscience commune de l'évolution du trafic et facilitent son optimisation. L'efficacité des vols est augmentée par une planification proactive du début de la descente, du profil de descente et des mesures de retardement en route, et l'efficacité améliorée de la route dans l'espace aérien terminal.

<i>Environnement</i>	Trajectoires plus économiques et environnementalement conviviales, en particulier absorption de certains retards.
<i>Prédictibilité</i>	Meilleure prédictibilité du système ATM pour toutes les parties prenantes grâce à une gestion stratégique renforcée des courants de trafic entre et dans les espaces aériens FIR en route et terminaux, en utilisant la fonction RTA embarquée ou le contrôle de vitesse pour gérer une CTA au sol. Possibilité de prédire et répéter séquences et métriques. Les opérations « boucle fermée » sur procédures RNAV assurent dans les systèmes embarqués et au sol la conscience commune de l'évolution du trafic.
<i>Sécurité</i>	Sécurité accrue aux aéroports et dans leurs environs par une réduction des erreurs d'interprétation des autorisations complexes de départ et de circulation au sol.
<i>Analyses coûts-bénéfices</i>	L'analyse économique est en cours. Les avantages des services aéroportuaires envisagés ont déjà été démontrés dans le programme EUROCONTROL CASCADE.

5. **PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)**

5.1 Il faut définir de nouvelles procédures pour les contrôleurs et les pilotes avec une phraséologie élargie et des messages de liaison de données.

6. **FONCTIONS NÉCESSAIRES DANS LE SYSTÈME**

6.1 **Avionique**

La technologie nécessaire est définie dans les normes EUROCAE WG78/RTCA SC 214 et comprend des applications embarquées de services perfectionnés de liaison de données (4DTRAD, D-Taxi, D-OTIS) appuyés par CPDLC et ADS-C sur ATN B2, et intégrés avec FMS.

6.2 **Systèmes au sol**

6.2.1 Pour les systèmes au sol, les fonctionnalités nécessaires incluent l'aptitude à négocier une contrainte de temps au-dessus d'un point fixe donné, ainsi qu'à traiter la trajectoire d'aéronef. Des échanges améliorés de données sol-sol, quand ils seront disponibles, permettront un partage de la référence de trajectoire commune. Cela inclut aussi l'aptitude à faciliter l'émission d'autorisations de démarrage, de remorquage et de circulation au sol via liaison de données. Une surveillance renforcée par fusion de données multi-détecteurs est requise.

7. PERFORMANCES HUMAINES

7.1 Considérations de facteurs humains

7.1.1 Les communications de données réduisent le volume de travail et le risque de mauvaises interprétations des informations dans les autorisations, en particulier lorsqu'elles sont tapées dans le FMS. Elles permettent de réduire l'encombrement du canal radiophonique avec des bénéfices globaux de compréhension et une gestion plus flexible des échanges air-sol.

7.1.2 Un soutien d'automatisation est nécessaire tant pour le pilote que pour le contrôleur. Globalement, leurs responsabilités respectives ne seront pas modifiées.

7.1.3 L'identification des considérations de facteurs humains est un élément habilitant important dans l'identification des processus et procédures pour ce module. En particulier, l'interface homme-machine pour les aspects d'automatisation de cette amélioration des performances devra être examinée et au besoin accompagnée de stratégies d'atténuation du risque, par exemple par formation, éducation et redondance.

7.2 Besoins en formation et compétences

7.2.1 Il faut un soutien en automatisation tant pour le pilote que pour le contrôleur, qui par conséquent devront être formés à l'environnement nouveau et à l'identification des aéronefs/installations qui peuvent s'adapter aux services de liaison de données dans des environnements de modes mixtes.

7.2.2 La formation dans les normes et procédures opérationnelles sera identifiée, en parallèle avec les normes et pratiques recommandées nécessaires pour que ce module soit mis en œuvre. De plus, les besoins en compétences seront identifiés et inclus dans les aspects de préparation réglementaire de ce module lorsqu'ils seront disponibles.

8. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : il faut des spécifications nouvelles ou actualisées pour les messages de liaison de données, les services au sol, les procédures opérationnelles, etc., incluant :
 - a) Doc 9694 de l'OACI, *Manuel des applications de la liaison de données aux services de la circulation aérienne (ATS)* ;
 - b) RTCA/EUROCAE DO-XXX/ED-XXX, SC214/WG78 SPR, including Enhanced CPDLC Message Set and ADS-C enhancements ;
 - c) Règlement CE N° XX/XXXX : Règle de mise en œuvre de services de liaison de données ;
 - d) actualisation de GOLD Ed 2 à GOLD Ed 3.
- Plans d'approbation : publication des normes EUROCAE WG78/RTCA SC 214 plus certification air et sol et approbations à déterminer.

9. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

9.1 Utilisation actuelle

- **Europe** : Fonction utilisée ad hoc pour arrivées adaptées avec RPA ainsi que planification d'arrivée pour arrivées océaniques plus essais à grande échelle de techniques de convergence en un point maintenant axées sur déploiement dans l'espace terminal européen et les aires d'approche avec OSED SPR disponible.
- **États-Unis** : Espace aérien intérieur : à compter de 2016 les services d'autorisation de départ seront déployés avec FANS/1A+.
- **États-Unis** : Les arrivées océaniques adaptées sont maintenant opérationnelles dans les aéroports côtiers des États-Unis.

9.2 Documents de référence

9.3 Normes

- EUROCONTROL, convergence en un point : intégration des courants d'arrivées permettant une large application de RNAV et la descente continue. Services opérationnels et définitions d'environnement, juillet 2010.
- EUROCAE ED-100A/RTCA DO-258A, Interoperability requirements for ATS applications using ARINC 622 data communications.
- EUROCAE ED-122/RTCA DO-306, Safety and performance standard for air traffic data link services in Oceanic and remote airspace (Oceanic SPR Standard).
- EUROCAE ED-154/RTCA DO-305, Future Air Navigation System 1/A – Aeronautical telecommunication network interoperability standard (FANS 1/A – ATN B1 Interop Standard).
- EUROCAE WG-78/RTCA SC-214 Safety and performance requirements and interoperability requirements.

9.4 Procédures

9.5 Textes d'orientation

- Doc 9694 de l'OACI, *Manuel des applications de la liaison de données aux services de la circulation aérienne (ATS)*
- GOLD Ed 2 (en préparation)
- EUROCONTROL, 4D TRAD : Initial 4D – 4D Trajectory Data Link (4D TRAD) Concept of Operations, décembre 2008

9.6 Documents d'approbation

- Doc 9694 de l'OACI, *Manuel des applications de la liaison de données aux services de la circulation aérienne (ATS)*
- RTCA/EUROCAE DO-XXX/ED-XXX (TBD), SC214/WG78 enhanced CPDLC message set and ADS-C enhancements
- Règlement CE No 29/2009 : Règle de mise en œuvre de services de liaison de données

Note. — GOLD édition 2 en préparation.

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

Domaine d'amélioration des performances 4 : Efficacité des trajectoires de vol — *grâce aux opérations basées sur trajectoire*

Continuum : Opérations à montée continue

PROJET

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE N° B0-20 : AMÉLIORATION DE LA FLEXIBILITÉ ET DE L'EFFICACITÉ
PROFILS DE DÉPART – OPÉRATIONS EN MONTÉE CONTINUE (CCO)**

Sommaire	Pour effectuer des opérations en montée continue, en conjonction avec la PBN, afin d'optimiser les flux de trafic, d'augmenter la flexibilité, de permettre des profils de vol économiques et d'augmenter la capacité dans des régions terminales encombrées.	
Principal impact sur les performances selon Doc 9854	KPA-04 — Efficacité, KPA-05 — Environnement, KPA-10 — Sécurité.	
Environnement opérationnel/phases de vol	Départ et en route	
Considérations d'applicabilité	Régions, États ou emplacements individuels ayant le plus besoin de ces améliorations. Pour simplicité et succès de la mise en œuvre, la complexité peut se diviser en trois tranches : a) moindre complexité — régions/États/emplacements avec une certaine expérience opérationnelle en PBN, qui pourraient bénéficier d'améliorations dans le court terme, incluant l'intégration de procédures et l'optimisation des performances ; b) complexité plus grande — régions/États/emplacements qui ont ou n'ont pas une expérience PBN, mais qui bénéficieraient de l'introduction de procédures nouvelles ou renforcées. Toutefois, un grand nombre de ces emplacements pourraient connaître des défis environnementaux et opérationnels qui ajouteraient à la complexité de l'élaboration et de la mise en œuvre de procédures ; c) complexité la plus grande — régions/États/emplacements où il sera le plus difficile et complexe d'introduire des opérations PBN intégrées et optimisées. Le volume du trafic et les contraintes d'espace aérien sont des complexités supplémentaires qu'il faut affronter. Des changements opérationnels dans ces secteurs pourraient avoir un effet considérable sur la totalité de l'État, de la région ou de l'emplacement.	
Élément(s) du concept mondial selon Doc 9854	AUO — opérations des usagers de l'espace aérien TS — synchronisation du trafic AOM — organisation et gestion de l'espace aérien	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-5 : Navigation de surface/qualité de navigation requise (RNAV/RNP) (navigation basée sur performances) GPI-10 : conception et gestion de région terminale GPI-11 : départs normalisés aux instruments (SID) et arrivées normalisées aux instruments (STAR) en RNP et RNAV	
Principales conditions	Lien avec B0-20	
Liste de vérification de préparation dans le monde		<i>Situation (déjà prêt ou date estimative)</i>
	Disponibilité de normes	√
	Disponibilité de l'avionique	√
	Disponibilité de l'infrastructure	√
	Disponibilité de l'automatisation au sol	√
	Procédures disponibles	√
	Approbations d'opérations	√

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Ce module s'intègre avec d'autres espaces aériens et procédures (PBN, opérations en descente continue (CDO) et gestion de l'espace aérien) pour améliorer l'efficacité, la sécurité, l'accès et la prédictibilité ; et minimiser les consommations de carburant, les émissions et le bruit.

1.1.2 Avec l'augmentation de la demande de trafic, les défis dans les régions terminales concernent le volume, les conditions météorologiques dangereuses (par exemple forte turbulence et faible visibilité), les aéroports adjacents et les espaces aériens à activités spéciales proches les uns des autres dont les procédures utilisent le même espace aérien, et des politiques qui limitent la capacité, les flux et l'efficacité.

1.1.3 L'écoulement du trafic et le volume (à travers les routes d'entrée et de sortie) ne sont pas toujours bien mesurés, équilibrés ou prédictibles. Les évitements d'obstacles et d'espace aérien (sous la forme de critères et minimums de séparation), les procédures d'atténuation du bruit, ainsi que l'atténuation du risque en sillage, ont tendance à créer des inefficacités opérationnelles (par exemple augmentation du temps ou de la distance parcourue, et donc de la consommation de carburant).

1.1.4 Des itinéraires inefficaces peuvent aussi causer une sous-utilisation des aéroports et espaces aériens disponibles. Enfin, les États rencontrent des problèmes en ayant de multiples clients (internationaux et intérieurs avec des capacités diverses) : le mélange de trafic commercial, d'affaires, d'aviation générale et souvent militaire, ayant pour destination des aéroports situés dans une région terminale, qui trouble et parfois gêne les opérations des uns et des autres.

1.2 Base de référence

1.2.1 Les opérations aériennes dans de nombreuses régions terminales précipitent dans de nombreux États la majorité des actuels retards dans l'espace aérien. Les opportunités d'optimiser les flux de trafic, d'améliorer la flexibilité, de permettre des profils de montée et de descente efficaces en consommation de carburant, et d'augmenter la capacité dans les zones les plus encombrées devraient être une initiative prioritaire dans le court terme.

1.2.2 La ligne de base pour ce module peut varier selon les États, les régions ou les emplacements. À noter que certains aspects de la transition à la PBN ont déjà fait l'objet d'améliorations locales dans de nombreux secteurs ; ces secteurs et les utilisateurs réalisent déjà des bénéfices.

1.2.3 Le manque de textes d'orientation OACI sur l'approbation opérationnelle de PBN, ainsi que l'apparition de textes d'approbation nationaux ou régionaux, qui peuvent différer ou même être plus exigeants que ce qui est souhaité, ralentit la mise en œuvre et il est perçu comme un des principaux obstacles à l'harmonisation.

1.2.4 Il reste du travail à faire pour harmoniser la nomenclature PBN, particulièrement dans les cartes et les réglementations nationales/régionales (par exemple la plupart des règlements européens font encore usage de la navigation de surface du type B (B-RNAV) et de la navigation RNAV de précision (P-RNAV).

1.2.5 L'efficacité des profils de montée peut être compromise par des segments en palier, des vecteurs et une surcharge des transmissions radio entre pilotes et contrôleurs de la circulation aérienne.

Les actuelles techniques de conception de procédures ne prévoient pas l'actuelle fonction FMS pour gérer les profils de vol les plus efficaces. Il y a aussi une utilisation excessive de transmissions radio à cause de la nécessité de donner des vecteurs aux aéronefs afin de leur accorder leurs trajectoires préférées.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Les fonctions essentielles à traiter sont : RNAV ; RNP si possible et nécessaire ; opérations en montée continue (CCO) ; meilleure efficacité dans les règles de séparation en région terminale ; conception efficace et classification des espaces aériens ; courants de trafic aérien. Les opportunités de réduire les temps de vol, les consommations/émissions et les impacts acoustiques devraient aussi être examinées si possible.

1.3.2 Ce module est une première étape vers l'harmonisation, une meilleure organisation et une gestion optimisée de l'espace aérien. De nombreux États auront besoin d'une assistance bien informée pour réaliser la mise en œuvre. La mise en œuvre initiale de PBN et RNAV, par exemple, bénéficie de technologie au sol et d'avionique existantes et permet une collaboration étendue des fournisseurs de services de navigation aérienne (ANSP) avec des partenaires : militaires, usagers de l'espace aérien et États voisins. Le fait de procéder par petites étapes nécessaires et de n'effectuer que ce qui est requis permet aux États d'exploiter rapidement la PBN.

1.4 Autres remarques

1.4.1 Le vol au niveau optimal est une des principales façons d'améliorer les consommations de carburant et de minimiser les émissions atmosphériques. Une grande proportion de la consommation de carburant se situe dans la phase de montée et, pour une longueur de route donnée, selon la masse de l'aéronef et les conditions météorologiques il y aura un niveau de vol optimal, qui augmentera progressivement en fonction de la diminution de la masse de l'aéronef par suite de la consommation de carburant. Permettre à l'aéronef d'atteindre et maintenir son niveau de vol optimal sans interruption aidera donc à optimiser la consommation de carburant et réduire les émissions.

1.4.2 Les CCO peuvent procurer une réduction du bruit, des consommations de carburant et des émissions, tout en augmentant la stabilité du vol et la prédictibilité de la trajectoire de vol tant pour les contrôleurs que pour les pilotes.

1.4.3 Les CCO sont une technique d'exploitation des aéronefs facilitée par une conception appropriée des espaces aériens et des procédures ainsi que par des autorisations appropriées du contrôle de la circulation aérienne (ATC) pour permettre l'exécution d'un profil de vol optimisé selon les capacités opérationnelles de l'aéronef, ce qui réduit la consommation de carburant et les émissions au cours de la montée.

1.4.4 Le profil vertical optimal prend la forme d'une trajectoire de montée continue, avec un minimum de segments en palier, seulement dans la mesure nécessaire pour accélérer et configurer l'aéronef.

1.4.5 L'angle optimal de trajectoire verticale variera selon le type d'aéronef, son poids réel, le vent, la température atmosphérique, la pression atmosphérique, les conditions de givrage et d'autres considérations dynamiques.

1.4.6 Une CCO peut s'effectuer avec ou sans trajectoire de vol verticale générée par ordinateur (c'est-à-dire la fonction de navigation verticale (VNAV) du système de gestion de vol (FMS)) et avec ou

sans trajectoire latérale fixe. On réalisera le bénéfice maximal pour un vol individuel en permettant à l'aéronef de monter sur le profil de montée le plus efficace le long de la plus courte distance totale possible.

2. OBJECTIF D'AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE DES PERFORMANCES

<i>Efficacité</i>	Coûts plus bas par réduction des consommations et profils de vol efficaces. Réduction du nombre de transmissions radio requises.
<i>Environnement</i>	Autorisation d'opérations dans des cas où des limitations acoustiques aboutiraient autrement à des restrictions d'exploitation. Bénéfices environnementaux par émissions réduites.
<i>Sécurité</i>	Trajectoires de vol plus cohérentes. Réduction du nombre de transmissions radio requises. Moindre charge de travail pour les pilotes et le contrôle de la circulation aérienne.
<i>Analyse coûts-bénéfices</i>	Il est important d'apercevoir que les bénéfices de CCO dépendent beaucoup de chaque environnement ATM spécifique. Néanmoins, si la mise en œuvre se fait dans le cadre du manuel CCO de l'OACI, il est envisagé que le rapport bénéfices-coûts sera positif.

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 Le *Manuel de la navigation fondée sur les performances* (Doc 9613 de l'OACI) donne des indications générales sur la mise en œuvre de la PBN.

3.2 Ce manuel identifie la relation entre applications RNAV et RNP ainsi que les avantages et limitations du choix de l'une ou de l'autre comme spécification de navigation pour un concept d'espace aérien.

3.3 Il vise aussi à donner des indications pratiques aux États, aux ANSP et aux utilisateurs de l'espace aérien sur la façon de mettre en œuvre des applications RNAV et RNP, et de veiller à ce que les conditions de performances soient appropriées pour l'application envisagée.

3.4 Le *Manuel des opérations en montée continue* (Doc xxxx de l'OACI — en préparation) donne des indications sur la conception de l'espace aérien, les procédures de vol aux instruments, la facilitation ATC et des techniques de vol nécessaires pour permettre des profils en descente continue.

3.5 Ainsi, il donne des orientations de base et de mise en œuvre pour :

- a) fournisseurs de services de navigation aérienne ;
- b) exploitants d'aéronefs ;
- c) exploitants d'aéroports ;

d) auteurs de réglementation de l'aviation.

4. FONCTIONS NÉCESSAIRES DU SYSTÈME

4.1 Avionique

4.1.1 Les CCO ne nécessitent pas une technologie spécifique air ou sol. C'est une technique d'exploitation d'aéronefs facilitée par une conception appropriée des espaces aériens et des procédures, et des autorisations ATC appropriées permettant l'exécution d'un profil de vol optimisé selon les capacités opérationnelles de l'aéronef, où l'aéronef peut atteindre l'altitude croisière en volant à une vitesse aérodynamique optimale avec des régimes moteurs en poussée ascensionnelle pendant toute la montée, ce qui réduit les consommations et les émissions sur la totalité du vol. Atteindre les niveaux de croisière plus tôt si des vitesses au sol supérieures sont réalisées peut aussi réduire le temps de vol total. Cela peut permettre d'embarquer moins de carburant au départ, avec des bénéfices en carburant, bruit et émissions.

4.1.2 Le profil vertical optimal prend la forme d'une trajectoire de montée continue. Il convient d'éviter tous niveaux ou segments de montée non optimale afin de respecter les conditions de séparation entre aéronefs. Cela, tout en permettant aussi une CDO, dépend beaucoup de la conception de l'espace aérien et des créneaux de hauteur appliqués dans la procédure de vol aux instruments. Ce genre de conception nécessite une compréhension des profils optimaux pour les aéronefs utilisant l'aéroport, afin d'assurer que les créneaux de hauteur évitent, autant que possible, la nécessité de résoudre des conflits potentiels entre les courants de trafic à l'arrivée et au départ à travers des contraintes ATC de hauteur ou de vitesse.

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 Les contrôleurs bénéficieraient d'un certain soutien automatisé pour afficher les capacités des aéronefs afin de savoir ce que peuvent faire les différents aéronefs.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations de facteurs humains

5.1.1 Les facteurs humains ont été pris en compte au cours de l'élaboration des processus et procédures liés à ce module. Si l'automatisation doit être utilisée, l'interface homme-machine est prise en compte dans une perspective tant fonctionnelle qu'ergométrique (voir exemples dans la Section 6). Toutefois, la possibilité de défaillances latentes continue d'exister et la vigilance est nécessaire dans toutes les activités de mise en œuvre. Il convient aussi que les problèmes de facteurs humains qui sont identifiés au cours de la mise en œuvre soient signalés à la communauté internationale à travers l'OACI, dans le cadre de toute initiative de comptes rendus de sécurité.

5.2 Besoins en formation et compétences

5.2.1 Une formation en normes et procédures opérationnelles est nécessaire pour ce module et peut être trouvée dans les liens des documents de la Section 8 de ce module. De plus, les besoins en compétences sont identifiés dans les prescriptions réglementaires de la Section 6, qui font partie de la mise en œuvre de ce module.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : utiliser les prescriptions déjà publiées, qui incluent les éléments donnés dans la Section 8.4.
- Plans d'approbation : doivent être conformes aux exigences des applications.

6.1 Il est important de comprendre le contexte de politique pour préconiser une mise en œuvre locale de CCO et assurer des niveaux élevés de participation. La CCO peut être un objectif stratégique au niveau international, national ou local, et peut ainsi déclencher une revue de la structure de l'espace aérien en combinaison avec CDO.

6.2 Par exemple, une production de contour acoustique peut être basée sur une procédure de départ spécifique (procédure 1 d'atténuation du bruit au départ (NADP1) ou de type NADP2). Les performances acoustiques peuvent être améliorées dans certaines zones autour de l'aéroport, mais elles peuvent aussi influencer sur les contours acoustiques ailleurs. De plus, une CCO peut permettre d'atteindre plusieurs objectifs stratégiques et il convient donc d'envisager de l'inclure dans tout concept ou réaménagement d'espace aérien. Des indications sur les concepts d'espace aérien et les objectifs stratégiques se trouvent dans le *Manuel de la navigation fondée sur les performances* (Doc 9613 de l'OACI). Les objectifs sont habituellement identifiés en collaboration par les utilisateurs de l'espace aérien, les ANSP, les exploitants d'aéroports et les organes gouvernementaux. Si un changement peut avoir un impact sur l'environnement, l'élaboration d'un concept d'espace aérien peut faire intervenir des communautés locales, des autorités de planification et un gouvernement local, et pourrait nécessiter une évaluation officielle d'impact en application des règlements. Ce genre de participation peut aussi intervenir dans le cas de définition d'objectifs stratégiques pour l'espace aérien. La fonction du concept d'espace aérien et du concept opérationnel consiste à répondre à ces exigences d'une façon équilibrée et tournée vers l'avenir, prenant en compte les besoins de toutes les parties prenantes et non pas seulement d'une des parties prenantes (par exemple l'environnement). La Partie B du Document 9613 (indications de mise en œuvre) donne des détails sur la nécessité d'une collaboration efficace entre ces entités.

6.3 Dans le cas d'une CCO, le choix d'une procédure de départ (NDAP1 ou NADP2) nécessite une décision sur la dispersion du bruit. En plus d'une évaluation de sécurité, il convient de procéder à une évaluation transparente de l'impact de CCO sur d'autres opérations de trafic aérien et l'environnement, et de la mettre à la disposition de toutes les parties intéressées.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Actuelles utilisations

- **États-Unis** : des procédures sont en préparation pour incorporer des profils de montée optimisés dans l'élaboration de procédures et d'espaces aériens.

7.2 Activités planifiées ou en cours

- **États-Unis** : néant à l'heure actuelle.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Procédures

- Doc 8168 de l'OACI — *Procédures pour les services de navigation aérienne — Exploitation technique des aéronefs*
- Doc 4444 de l'OACI — *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien*
- Doc 9613 de l'OACI — *Manuel de la navigation fondée sur les performances (PBN)*
- Doc xxxx de l'OACI — *Manuel des opérations en montée continue* (en préparation)

8.2 Documents d'approbation

- Doc xxxx de l'OACI — *Manuel des opérations en montée continue* (en préparation)
 - Doc 9613 de l'OACI — *Manuel de la navigation fondée sur les performances (PBN)*
 - Doc 4444 de l'OACI — *Procédures pour les services de navigation aérienne — Gestion du trafic aérien*
-

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

Domaine d'amélioration des performances 4 : Efficacité des trajectoires de vol — *grâce aux opérations basées sur trajectoire*

Continuum : Aéronefs télépilotés

PROJET

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE N° B1-90 : INTÉGRATION INITIALE DES AÉRONEFS TÉLÉPILOTÉS (RPA)
DANS L'ESPACE AÉRIEN NON RÉSERVÉ**

Résumé	Mise en place de procédures de base pour les vols de RPA dans l'espace aérien non réservé, notamment de procédures de détection et d'évitement.	
Principale incidence sur la performance d'après le Doc 9854	KPA-01 – Accès et équité, KPA-10 – Sécurité.	
Environnement d'exploitation/phases de vol	En-route, océanique, région terminale (arrivées et départs), aérodrome (circulation à la surface, décollage et atterrissage)	
Considérations relatives à l'application	Concerne tous les RPA qui évoluent en espace aérien non réservé et aux aérodromes. Le déploiement en vol et au sol doit être bien synchronisé pour procurer des avantages importants, notamment à ceux qui peuvent satisfaire aux exigences minimales de certification et d'équipement.	
Composant(s) du concept mondial d'après le Doc 9854	AOM — Organisation et gestion de l'espace aérien AUO — Opérations des usagers de l'espace aérien CM — Gestion des conflits	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-6 : Gestion des courants de trafic aérien GPI-9 : Conscience de la situation GPI-12 : Intégration fonctionnelle des systèmes sol et des systèmes embarqués GPI-17 : Applications de liaison de données	
Principales interdépendances	Aucune	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État
	État de préparation des normes	Prévu pour environ 2018
	Disponibilité de l'avionique	Prévu pour environ 2018
	Disponibilité des systèmes au sol	Prévu pour environ 2018
	Procédures disponibles	Prévu pour environ 2018
	Approbations d'exploitation	Prévu pour environ 2018

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Le présent module examine le niveau de référence qui servira de base aux améliorations futures. L'objectif visé est de passer de la prise en charge initiale des RPA à leur intégration dans le trafic en espace aérien non réservé, puis à leur pleine exploitation en transparence dans l'espace aérien. Le Bloc 1 est la première étape de ce processus. Les améliorations apportées par ce bloc sont les suivantes :

- a) simplification du processus d'accès à l'espace aérien non réservé ;
- b) certification de navigabilité des RPA ;

- c) permis d'exploitation ;
- d) spécifications relatives aux licences de télépilote ;
- e) spécifications relatives aux performances de la technologie de détection et d'évitement ;
- f) spécifications relatives aux performances de communication.

1.1.2

Définitions utilisées dans le présent module.

Liaison de contrôle et de commande (C2). Liaison de données entre l'aéronef télépilote et le poste de télépilotage aux fins de la gestion du vol.

Espace aérien contrôlé. Espace aérien de dimensions définies à l'intérieur duquel le service du contrôle de la circulation aérienne est assuré selon la classification des espaces aériens.

Espace aérien réservé. Espace aérien de dimensions spécifiées réservé à l'usage exclusif d'usagers spécifiques.

Détection et évitement. Possibilité de voir, de prévoir ou de détecter les conflits de circulation ou tout autre danger et de prendre les mesures appropriées.

Exploitant. Personne, organisme ou entreprise qui se livre ou propose de se livrer à l'exploitation d'un ou de plusieurs aéronefs.

Note.— Dans le contexte des aéronefs télépilotes, une exploitation inclut le système d'aéronef télépilote.

Télépilote. Personne chargée par l'exploitant de fonctions indispensables à l'utilisation d'un aéronef télépilote et qui en manœuvre les commandes de vol, selon les besoins, durant le temps de vol.

Poste de télépilotage (RPS). Composant du système d'aéronef télépilote qui contient l'équipement utilisé pour conduire l'aéronef télépilote.

Aéronef télépilote (RPA). Aéronef non habité piloté depuis un poste de télépilotage.

Système d'aéronef télépilote (RPAS). Aéronef télépilote, poste ou postes de télépilotage connexes, liaisons de commande et de contrôle nécessaires et tout autre composant spécifié dans la conception de type approuvée.

Observateur RPA. Personne formée et compétente désignée par l'exploitant, qui, par observation visuelle de l'aéronef télépilote, aide le télépilote à assurer la sécurité de l'exécution du vol.

Vol en visibilité directe (VLOS). Vol durant lequel le télépilote ou l'observateur RPA maintient un contact visuel direct avec l'aéronef télépilote.

1.2 Base de référence

1.2.1 La base de référence de ce module est l'utilisation des RPA en espace aérien réservé seulement.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Ce module prévoit la mise en œuvre de procédures de base pour l'exploitation des RPA en espace aérien non réservé, notamment de procédures de détection et d'évitement. Il comprend les améliorations suivantes :

- a) **Simplification du processus d'accès à l'espace aérien non réservé.** Les autorités nationales devront déterminer si les processus nationaux/régionaux actuels sont appropriés pour assurer l'accès à l'espace aérien nécessaire à la réalisation de toutes les missions de vols RPA proposées ou prévues. L'élaboration de normes et pratiques recommandées (SARP) internationales sur les RPA est en cours, mais l'accès à l'espace aérien sera régi par des processus d'autorisation nationaux et/ou régionaux. Les méthodes d'amélioration et de simplification de ces processus seront examinées durant la période correspondant à ce module. L'approbation d'utiliser des technologies actuelles comme les systèmes sol de détection et d'évitement (GBDAA) peuvent faciliter l'accès à l'espace aérien grâce à une fonction anticollision améliorée. Les autorités pourront ainsi simplifier le processus de délivrance des autorisations d'accès à l'espace aérien.
- b) **Définition de la certification de navigabilité des RPA.** Les comités d'élaboration des normes (tels que le SC-203 de la RTCA, le F38 de l'ASTM, le WG-73 de l'EUROCAE et autres) continueront leurs travaux durant la période correspondant au Bloc 1 et élaboreront des normes de performances minimales de système d'aviation (MASPS). La certification tient compte de la configuration du système, de son utilisation, de l'environnement ainsi que du matériel et du logiciel de l'ensemble du système (aéronef, postes de télépilotage, liaisons C2). Elle prend aussi en considération les caractéristiques de conception, les processus de production, la fiabilité et les procédures de maintenance en cours de service qui réduisent adéquatement les risques de lésions aux personnes ou de dommages à la propriété ou à d'autres aéronefs. La direction de la réglementation de l'AESA a publié l'énoncé de politique E. Y013-01 pour la certification de la navigabilité des RPAS, qui décrit brièvement les procédures de certification de type des RPA civils une fois les normes établies. Des normes techniques pourraient être employées pour certifier des éléments particuliers des RPAS. Le certificat de navigabilité sera délivré pour l'aéronef mais l'ensemble du système sera pris en compte. Les liaisons C2 devront satisfaire à certaines spécifications de performance. Les normes et procédures de certification devront être élaborées durant cette période.
- c) **Définition du permis d'exploitation.** C'est à l'exploitant qu'incombe la responsabilité du contrôle d'exploitation et de la gestion de la configuration des RPAS. La délivrance du permis d'exploitation exige la mise en place de processus et de procédures qui garantissent le respect des lois, règlements et procédures des États dans lesquels sont menées les opérations. Les exploitants doivent avoir mis en place

des programmes concernant la formation du personnel, le maintien de la navigabilité, la maintenance et la gestion de la sécurité.

- d) **Définition des spécifications relatives aux performances de communication.** Il sera nécessaire d'élaborer des spécifications pour les liaisons de contrôle et de commande (C2) et les communications ATC qui correspondent au niveau d'accès à l'espace aérien. Ces spécifications, fondées sur les performances, seront élaborées et certifiées pour prendre en charge les améliorations opérationnelles des RPAS. La technologie doit être utilisée pour tous les aspects liés au retrait du pilote de l'aéronef et permettre notamment de gérer la trajectoire du RPA et l'affichage de l'avionique de bord. La sécurité des liaisons C2 doit être assurée pour toutes les opérations exécutées au-delà de la visibilité directe. Il faudra aussi élaborer des spécifications de performance pour la fiabilité, la disponibilité et la latence.
- e) **Définition de spécifications relatives aux licences de télépilote.** Les spécifications relatives aux licences de télépilote ressembleront beaucoup à celles des pilotes, mais elles comprendront de nouveaux éléments tels que des qualifications pour les RPS et les RPA. Les dispositions médicales seront élaborées en même temps et seront axées sur l'environnement unique des RPAS.
- f) **Définition des spécifications relatives aux performances de la technologie de détection et d'évitement.** Ces spécifications seront élaborées et certifiées pour prendre en charge les améliorations opérationnelles des RPAS, comme il est indiqué plus haut. La technologie sera développée parallèlement à d'autres efforts de réduction des risques afin d'obtenir un accès de plus en plus grand à l'espace aérien. Les moyens utilisés au départ pourraient comprendre des systèmes GBDAAs faisant appel à une combinaison de politiques, de procédures et de technologies ayant à la base des capteurs sol destinés à faciliter l'accès sûr à l'espace aérien au-dessus de la terre ou de l'eau. Les initiatives de surveillance (radar, surveillance dépendante automatique en mode diffusion [ADS-B]) aideront à collecter, à tester et à vérifier les données, parallèlement aux activités de modélisation et de simulation, pour déterminer les besoins et constituer un dossier de sécurité pour la détection et l'évitement. La technologie de détection et d'évitement sera utilisée par le pilote pour respecter l'obligation d'éviter les collisions et les dangers et assurer la conscience de la situation.

2. AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE VISÉE

2.1 Le Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne (Doc 9883) propose des paramètres pour déterminer le succès du module.

<i>Accès et équité</i>	Accès limité à l'espace aérien par une nouvelle catégorie d'utilisateurs.
<i>Sécurité</i>	Amélioration de la conscience de la situation ; utilisation contrôlée des aéronefs.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	L'analyse de rentabilisation est directement liée à la valeur économique des applications aéronautiques prises en charge par les RPAS.

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 À mesure que prennent forme les améliorations apportées dans le cadre de ce bloc, les services et les procédures de la circulation aérienne devront être modifiées pour prendre en charge ces nouveaux usagers de l'espace aérien. Des procédures RPA telles que celles qui s'appliquent aux défaillances de la liaison C2 devront être normalisées et pourraient comprendre un code transpondeur particulier ou un mode d'urgence ADS-B. D'autres procédures pourront être ajoutées, notamment des normes de séparation, des expressions conventionnelles ATC et des moyens de communication voix/données entre le télépilote et l'ATC.

4. CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME

4.1 Avionique

4.1.1 Le RPA doit être muni de l'équipement et de l'avionique nécessaires pour collecter les données dont a besoin le télépilote dans le RPS pour contrôler la trajectoire de vol de l'aéronef et exécuter toutes les manœuvres requises par les procédures. Comme le télépilote est à l'extérieur de l'aéronef, il faudra réexaminer les données requises pour respecter les limites d'exploitation de l'aéronef dans les conditions d'exploitation prévues. Il faudra peut-être de nouveaux indicateurs dans le RPS pour représenter les types de données supplémentaires (contrôle de l'état du système, conditions environnementales, etc.) fournis par l'avionique de bord.

4.1.2 On développe actuellement une technologie en vue de faire la démonstration d'un système embarqué de détection et d'évitement (ABDAA) pour les RPA, qui doit être capable de satisfaire aux exigences d'évitement des collisions en vol dans un espace aérien non réservé, tant pour les cibles coopératives que pour les cibles non coopératives. Cette technologie ne tient pas encore compte d'autres dangers ni des outils d'aide aux manœuvres au sol.

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 Il est estimé que la technologie GBDAA est celle qui, durant cette période, offrira la meilleure rentabilité des investissements pour améliorer l'accès à l'espace aérien non réservé. Cette technologie améliorera la conscience de la situation pour le télépilote en ce qui concerne la détection et l'évitement dans les zones de couverture particulières définies par les systèmes ; elle a aussi le potentiel de devenir la solution à court/moyen terme au problème de détection et d'évitement auquel fait actuellement face la communauté des RPAS. Cette méthode est actuellement utilisée de manière limitée, mais pourrait devenir une méthode généralisée à l'échelle mondiale durant cette période.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 La relation entre le contrôleur et le pilote est en train de changer et devra être étudiée. Il faudra assurer une formation spécifique pour les contrôleurs, les télépilotes et les pilotes (aéronefs habités), notamment en ce qui concerne les situations de détection et d'évitement.

5.1.2 La connaissance des principes des facteurs humains est un élément habilitant important dans la définition des processus et procédures de ce module. En particulier, l'interface humain-machine,

pour ce qui touche l'aspect automatisé de l'amélioration des performances, devra être examinée et, au besoin, accompagnée de stratégies d'atténuation des risques, comme la formation, la sensibilisation et la redondance.

5.2 Exigences en matière de formation et de qualifications

5.2.1 Les exigences en matière de formation aux normes et procédures d'exploitation seront établies en même temps que les normes et pratiques recommandées nécessaires à la mise en œuvre de ce module. Les exigences en matière de qualifications seront également déterminées et prises en compte dans les éléments de ce module relatifs à l'état de préparation de la réglementation lorsqu'ils seront disponibles.

5.2.2 Les qualifications médicales devront être définies et pourraient inclure des éléments psychologiques.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normatisation : il faudra élaborer de nouvelles spécifications pour les opérations des RPAS, ou actualiser les spécifications existantes, et y incorporer des normes de référence et des éléments indicatifs.
- Plans d'approbation : à déterminer, sur la base des applications nationales ou régionales.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Utilisation actuelle

- Les États-Unis, plus précisément la FAA, sont engagés dans le processus d'examen en vue de définir les procédures applicables « aux petits UAS » : une fois ces procédures approuvées, l'exploitation de petits UAS pourrait être autorisée à l'extérieur des zones d'activité militaire, d'abord dans les régions inhabitées puis dans les zones à faible densité de population. La politique sur les petits UAS sera fondée sur les développements successifs de leur utilisation et sur les règles et procédures qui seront établies. Les procédures applicables aux petits UAS seront constamment développées pour permettre à ces systèmes d'évoluer dans d'autres types d'espaces aériens. Le vol en visibilité directe (VLOS) sera utilisé pour réduire les problèmes liés à la détection et à l'évitement. Cette méthode est particulière aux États-Unis et peut ne pas s'appliquer à d'autres États.
- Certains États étudient la technologie des GBDA localisés pour satisfaire aux exigences de détection et d'évitement.
- **Europe** : EUROCONTROL est en train d'intégrer un RPA dans l'espace aérien de classes C et D en régime IFR et VFR. Les moyens de détection et d'évitement sont le GBDA et le balayage par le système de caméras de bord, ce qui permettra une plus grande intégration.

- Le consortium MIDCAS met actuellement au point un banc d'essai pour la détection et l'évitement ; les essais pourraient en principe commencer au début de 2012.
- En ce qui concerne le VLOS, les Pays-Bas certifieront un RPAS cette année (certification civile).
- Euro Hawk vole en espace aérien contrôlé en tant que « trafic aérien opérationnel ».
- EUROCAE a achevé ses travaux relatifs au document d'orientation sur le VLOS.
- Un groupe d'experts sur les UAS de la CE prépare un document de stratégie exposant la politique de la CE en matière d'UAS. Ce document traite notamment des questions relatives à l'industrie et au marché, à l'insertion et au spectre des UAS, à la sécurité, aux dimensions sociales et à la recherche et au développement.
- Le cadre juridique de l'AMC est en place. L'Agence européenne de la sécurité aérienne (AESA) ne s'occupera que des UAS dont la masse est supérieure à 150 kg.

7.2 Essais prévus et en cours

- Aux États-Unis et en Europe, plusieurs applications civiles, d'abord en VLOS, et une plus grande intégration des opérations IFR/VFR civiles sont prévues pour cette période sur la base d'une certification intégrale et d'une autorisation spéciale.
- **États-Unis :** démonstration de communications vocales améliorées au moyen d'un système radio numérique et de l'utilisation des renseignements de surveillance sur un affichage d'informations de trafic dans le poste de pilotage (CDTI) en 2012.
- Les spécifications relatives au spectre des fréquences des RPAS seront établies dans cette période.
- SESAR traite des UAS dans les notes WP/9, 11 et 15.
- L'Agence européenne de défense a lancé le projet MIDCAS, qui porte sur la question de la détection et de l'évitement tant du point de vue militaire que du point de vue civil. Le budget est de 50 millions d'euros et un prototype d'application de détection et d'évitement devrait en principe être prêt d'ici la fin de 2013.
- Mercator, un UAS ultraléger à énergie solaire pour des vols de longue durée au niveau de vol 450 est testé dans l'espace aérien belge pour faire la démonstration d'un vol UAS dans un environnement de gestion du trafic aérien (ATM) à forte densité.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

- OACI, Annexe 1 — *Licences du personnel*
- OACI, Annexe 2 — *Règles de l'air*
- OACI, Annexe 6 — *Exploitation technique des aéronefs*
- OACI, Annexe 7 — *Marques de nationalité et d'immatriculation des aéronefs*
- OACI, Annexe 8 — *Navigabilité des aéronefs*
- OACI, Annexe 10 — *Télécommunications aéronautiques, Volume II — Procédures de télécommunication, y compris celles qui ont le caractère de procédures pour les services de navigation aérienne*
- OACI, Annexe 13 — *Enquêtes sur les accidents et incidents d'aviation*
- U.S. Department of Transportation FAA, Air Traffic Organization Policy N JO 7210.766
- OTAN STANAG 4586, *Standard Interfaces of UAV Control System (UCS) for NATO UAV Interoperability (Interfaces standard des systèmes de contrôle UAV (UCS) pour l'interopérabilité des UAV OTAN)*

8.2 Éléments indicatifs

- OACI, Cir 328, *Systèmes d'aéronef sans pilote (UAS)*.
- OACI, Manuel d'orientation sur les RPAS (en cours d'élaboration).

8.3 Documents d'approbation

- Documents de l'EUROCAE (en cours d'élaboration).
 - Documents de la RTCA (en cours d'élaboration).
 - Il faut de nouveaux éléments indicatifs pour la certification de type, le certificat de navigabilité, le permis d'exploitation aérienne, la licence de télépilote, le spectre des fréquences, les communications et la détection et l'évitement.
-

**MODULE N° B2-90 : INTÉGRATION DES AÉRONEFS TÉLÉPILOTÉS (RPA)
AU TRAFIC AÉRIEN**

Résumé	Continuer à améliorer l'accès des RPA à l'espace aérien non réservé ; continuer à améliorer les processus d'approbation et de certification des RPAS ; continuer à définir et à préciser les procédures opérationnelles des RPAS ; continuer à préciser les exigences relatives aux performances de communication; normaliser les procédures de défaillance de la liaison C2 et convenir d'un code transpondeur unique pour la défaillance de la liaison C2 ; développer des technologies de détection et d'évitement pour y inclure la surveillance dépendante automatique en mode diffusion (ADS-B) et des algorithmes pour intégrer les RPA dans l'espace aérien.	
Principale incidence sur la performance conformément au Doc 9854	KPA-01 – Accès et équité, KPA-10 – Sécurité	
Environnement d'exploitation/phases de vol	Toutes les phases de vol, notamment la circulation au sol	
Considérations relatives à l'application	Concerne tous les RPA qui évoluent en espace aérien non réservé et aux aérodromes. Le déploiement en vol et au sol doit être bien synchronisé pour procurer des avantages importants, notamment à ceux qui peuvent satisfaire aux exigences minimales de certification et d'équipement.	
Composant(s) du concept mondial d'après le Doc 9854	AOM — organisation et gestion de l'espace aérien CM — gestion des conflits AUO — opérations des usagers de l'espace aérien	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-9 : Conscience de la situation GPI-12 : Intégration fonctionnelle de systèmes au sol et de systèmes embarqués GPI-17 : Applications de liaison de données	
Principales interdépendances	B1-90	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (cocher ou inscrire la date d'entrée pour indiquer que l'élément est prêt)
	État de préparation des normes	Prévu pour environ 2023
	Disponibilité de l'avionique	Prévu pour environ 2023
	Disponibilité des systèmes au sol	Prévu pour environ 2023
	Procédures disponibles	Prévu pour environ 2023
	Approbations d'exploitation	Prévu pour environ 2023

1. EXPOSÉ

1.1 Généralités

1.1.1 Le Bloc 2 est fondé sur le Bloc 1, Intégration initiale des systèmes d'aéronefs télépilotes (RPA) dans l'espace aérien non réservé, et comprend les procédures et les technologies qui seront possibles durant la période correspondant au Bloc 2.

1.2 Base de référence

1.2.1 La base de référence est la prise en charge initiale des RPA dans l'espace aérien non réservé réalisée dans le cadre du module B1-90.

1.3 Changements apportés par le module

1.3.1 Ce module apporte plusieurs améliorations aux procédures et tire parti de l'expérience acquise durant le module B1-90 ainsi que du développement de la technologie pour accroître l'intégration des RPA dans la circulation aérienne ; il développe ainsi les applications RPA tout en maintenant les niveaux de sécurité. Les changements prévus dans le cadre de ce module comprennent notamment :

- **Accès à la plupart des espaces aériens pour les cellules sans contraintes particulières d'accès à l'espace aérien.** Avec l'évolution de la certification des aéronefs (sur la base d'un dossier de sécurité établi pour un système RPA en particulier — cellule, liaison C2 et RPS) et la définition des procédures, les contraintes de l'espace aérien seront progressivement levées et certains RPA seront autorisés à voler dans un plus grand nombre de situations. Durant la période correspondant au Bloc 2, le nombre de RPA autorisés sera très faible au début mais il augmentera à mesure qu'il sera prouvé que les RPA peuvent satisfaire aux normes et que la certification et les procédures seront développées. Cet accès dépendra des améliorations apportées aux RPAS, de la technologie mise au point (GBDAA, ADS-B et code particulier pour la défaillance de la liaison C2) et des procédures ATM améliorées.
- **Procédures de certification des RPA.** Des solutions matérielles seront mises au point à l'aide des MASPS élaborées par des comités de normalisation ou adoptées par l'OACI, en vue de les intégrer aux RPAS. À mesure que ces solutions seront intégrées à certains RPAS, les RPA seront soumis au processus de certification de la navigabilité. La navigabilité et la certification étant fondées sur des normes de conception de navigabilité bien établies, les questions suivantes devront être traitées :
 - o SARP et procédures pour les classes de RPA acceptées ;
 - o SARP et procédures pour les RPS ;
 - o dispositions relatives aux liaisons C2 ;
 - o modification éventuelle des règles en vue d'établir une norme de type pour divers RPA ;
 - o modification des normes de conception de type (ou catégorie restreinte) pour tenir compte de caractéristiques particulières de certains RPA (par ex., retrait des pare-brises, normes relatives à la résistance à l'impact, transfert de pilotage d'un RPS à une autre, etc.).
- **Définition des procédures RPA.** Les procédures indiquées ci-après seront élaborées pour permettre à certains RPA (dont la navigabilité est éprouvée) de voler en espace aérien non réservé avec des aéronefs habités. La formation des télépilotes, des pilotes et du personnel ATC doit être adaptée pour tenir compte de ces RPA :
 - o **Procédures normalisées pour les défaillances de la liaison C2.**
 - o **Nouveau code transpondeur spécial pour les défaillances de la liaison C2.**
Un nouveau code transpondeur sera défini pour que le système automatique ATC puisse distinguer entre une défaillance de la liaison C2 du RPA et une défaillance des communications radio bilatérales. Comme les codes transpondeur ne peuvent pas être

reçus au-dessus de la haute mer, le RPA diffusera sa position aux aéronefs proches au moyen de l'ADS-B. Si l'ADS-C devient obligatoire pour les RPA évoluant au-dessus de la haute mer, l'ATC pourra utiliser cette liaison électronique, si elle demeure intacte, pour suivre la position du RPA pendant une défaillance de la liaison C2.

- o **Critères de séparation révisés et/ou procédures d'acheminement (espace aérien dynamique).**
- **ADS-B sur la plupart des classes de RPA.** Il est envisagé d'installer l'ADS-B dans la plupart des nouveaux RPA construits durant cette période et un programme d'installation en rattrapage devrait être mis en place pour les aéronefs construits avant cette période.
- **Les spécifications de performance de communication** pour la commande et le contrôle (C2) et les communications ATC seront précisées. Les prescriptions relatives à la sécurité, la fiabilité, la disponibilité et la latence seront modifiées pour tenir compte de l'augmentation du niveau d'accès à l'espace aérien accordé aux RPA.
- **Les technologies de détection et d'évitement** seront améliorées et certifiées pour satisfaire aux exigences des RPA et des améliorations opérationnelles. Le GBDAA sera certifié et approuvé pour un plus grand nombre de parties de l'espace aérien. La solution ABDAA est une autre méthode qui pourrait être envisagée. Les travaux sur l'ABDAA sont actuellement axés sur la mise au point d'un système embarqué pouvant assurer à la fois la séparation en vol et la fonction d'anticollision afin de garantir un niveau de sécurité approprié même en cas de défaillance de la liaison C2. La capacité initiale permettra de collecter et d'analyser des données importantes pour la mise au point d'un ABDAA robuste.
- **Spectre protégé et sûreté⁴.** Il faut utiliser des bandes de fréquences désignées, c'est-à-dire celles qui sont réservées à la sécurité aéronautique et à la régularité des vols dans les attributions faites au service mobile aéronautique le long des routes [SMA(R)], au service mobile aéronautique (R) par satellite [SMA(R)S], au service de radionavigation aéronautique (SRNA) et au service de radionavigation aéronautique par satellite (SRNAS), conformément au Règlement des radiocommunications de l'UIT. Il est essentiel que toute communication entre le RPS et un RPA pour la liaison C2 réponde à une spécification de performance applicable à l'espace aérien et/ou vol considéré, selon ce qui est déterminé par l'autorité compétente. Les liaisons SATCOM peuvent nécessiter un système de secours.

1.3.2 Le résultat pourrait être un plan d'utilisation, qui doit encore être examiné et validé, comme suit :

Bloc 2	Classes B et C	Espace aérien de classe A (autre qu'en haute mer)	Haute mer (espace aérien de classe A)	Classes D, E, F et G
Autorisation	Une conformité rigoureuse avec les dispositions de l'autorisation est requise.			Opérations interdites, à moins d'avoir une dérogation
Procédures applicables lors d'une	Suivra les procédures normalisées. Un code transpondeur spécial sera défini.		Suivra les procédures normalisées.	

⁴ OACI, Cir 328, *Systèmes d'aéronef sans pilote (UAS)*

défaillance de la liaison C2			ou une autorisation
Communications ATC	Communications bilatérales continues selon ce que requiert l'espace aérien. Le transpondeur du RPA émettra 7600 en cas de défaillance des communications avec l'ATC.	Communications bilatérales continues établies directement ou par l'intermédiaire du fournisseur de services (par ex. ARINC ou SITA), selon l'endroit ou l'opération exécutée.	
Minimums de séparation	De nouveaux minimums de séparation seront peut-être nécessaires.	Les critères de séparation seront analysés et des critères spéciaux pourraient être définis.	
Instructions ATC	Les RPAS se conformeront aux instructions de l'ATC selon les besoins.		
Observateurs RPA	Selon les besoins de l'opération exécutée.		
Certificat médical	Les télépilotes auront le certificat médical approprié.		
Présence d'autres aéronefs	Les RPAS ne doivent pas augmenter les risques pour la sécurité du système de navigation aérienne.		
Séparation visuelle	La séparation visuelle pourrait être autorisée.	À déterminer	
Responsabilité du télépilote	Le télépilote est tenu de se conformer aux règles de l'air et de respecter l'autorisation.		
Zones habitées	Les restrictions doivent être déterminées par l'État.	Sans objet	
Services ATC	Conformes à l'Annexe 11.		
Plan de vol	Les opérations du RPAS, à l'exception des vols VLOS, seront exécutées conformément aux IFR. Les plans de vol doivent être déposés.		
Conditions météorologiques	Les restrictions doivent être déterminées par l'État.		
Transpondeur	Le transpondeur qui doit être installé et utilisé est un transpondeur mode C/S.		
Sécurité	Déterminer les dangers et réduire les risques pour la sécurité ; respecter l'autorisation.		
NOTAM	Le cas échéant, les besoins en matière de NOTAM doivent être déterminés par l'État.		
Certification	À déterminer		

2. AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE VISÉE

2.1 Le *Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne* (Doc 9883) propose des paramètres pour déterminer le succès du module.

<i>Accès et équité</i>	Accès à l'espace aérien par une nouvelle catégorie d'usagers.
<i>Sécurité</i>	Amélioration de la conscience de la situation ; utilisation contrôlée des aéronefs.
<i>Analyse coûts-avantages</i>	L'analyse de rentabilisation est directement liée à la valeur économique des applications aéronautiques prises en charge par les RPAS.

3. **PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)**

3.1 Il faudra mettre en place des procédures ATM améliorées pour permettre l'accès des RPA à un espace aérien non réservé, notamment :

- a) les dispositions ATM devront être amendées pour tenir compte des RPA, notamment des caractéristiques opérationnelles uniques de chaque type de RPA ainsi que de leur automatisation et de leurs capacités IFR/VFR inhabituelles ;
- b) les fournisseurs de services de navigation aérienne devront revoir leurs procédures d'urgence pour tenir compte des modes uniques de défaillance RPA, telles que les défaillances de la liaison C2, et pour inclure des procédures normalisées et un nouveau code transpondeur spécial. Il faudra aussi examiner les procédures qui pourraient être nécessaires si le RPA utilise une liaison C2 de secours qui retarde de manière excessive les réponses aux entrées du pilote du RPA ;
- c) les régions terminales devront peut-être modifier leurs procédures pour tenir compte de l'augmentation du volume d'activité des RPA ;
- d) les opérations au sol devront peut-être être modifiées aussi pour tenir compte de la plus grande activité des RPA.

3.2 Il faudra élaborer des procédures améliorées de certification des RPA ainsi que des procédures normalisées pour les défaillances de la liaison C2. L'élaboration des algorithmes ABDAA exigera aussi d'élaborer des procédures pour les opérations RPA correspondantes.

4. **CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME**

4.1 **Avionique**

- L'ADS-B émission sur la plupart des RPA et des aéronefs habités.
- Développement et essai préliminaires des technologies de détection et d'évitement.

4.2 **Systèmes au sol**

- Le GBDA s'il y a lieu.
- Les systèmes automatiques de l'ATC devront pouvoir répondre au nouveau code de défaillance de la liaison C2.
- Capacité de communiquer automatiquement la position à l'ATC en cas de défaillance de la liaison C au-dessus de la haute mer.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 La relation entre le contrôleur et le pilote est en train de changer et devra être étudiée. Il faudra assurer une formation spécifique pour les contrôleurs, les télépilotes et les pilotes, notamment en ce qui concerne les situations de détection et d'évitement

5.1.2 Ce module en est encore à l'étape de la recherche et du développement et les facteurs humains en sont encore à l'étape de la définition au moyen de la modélisation et d'essais bêta. Les prochaines versions de ce document préciseront davantage les processus et procédures nécessaires pour tenir compte des facteurs humains. Il faudra plus particulièrement déterminer s'il existe des problèmes d'interface humain-machine et, le cas échéant, définir des stratégies d'atténuation pour en tenir compte.

5.2 Exigences en matière de formation et de qualifications

5.2.1 Plusieurs exigences en matière de formation du personnel seront établies dans le cadre de ce module. Une fois établies, elles seront incorporées dans la documentation relative à ce module et leur importance sera mise en évidence. Les recommandations relatives aux qualifications requises seront intégrées aux besoins en matière de réglementation avant l'application de cette amélioration des performances.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : il faudra élaborer de nouvelles spécifications ou normes, ou actualiser celles qui existent, pour tenir compte des points suivants :
 - normes et procédures relatives aux défaillances de la liaison C2 ;
 - code transpondeur utilisé uniquement pour les défaillances de la liaison C2 ;
 - actualisation des procédures ATM pour permettre l'intégration des RPA dans l'espace aérien en route et en région terminale ;
 - actualisation des normes et des procédures de navigabilité.
- Plans d'approbation : à déterminer.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Essais prévus et en cours

- **Europe.** Jusqu'à présent, toutes les stratégies visent à atteindre la pleine intégration durant la période correspondant au Bloc 2. Ce sera fait dans le cadre de SESAR. L'ADS-B et les SATCOM sont aussi à l'ordre du jour. Les opérations des RPA et des aéronefs habités seront intégrées aux aéroports. Le Groupe d'experts de la séparation et de la sécurité de l'espace aérien (SASP) déterminera les minimums de séparation.

- **États-Unis.** Démonstration de la capacité d'intégrer les RPA dans le système d'espace aérien national en utilisant l'ADS-B et les communications adressables voix sur IP.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

- OACI, Annexe 1 — *Licences du personnel*
- OACI, Annexe 2 — *Règles de l'air*
- OACI, Annexe 3 — *Assistance météorologique à la navigation aérienne internationale*
- OACI, Annexe 4 — *Cartes aéronautiques*
- OACI, Annexe 6 — *Exploitation technique des aéronefs*
- OACI, Annexe 7 — *Marques de nationalité et d'immatriculation des aéronefs*
- OACI, Annexe 8 — *Navigabilité des aéronefs*
- OACI, Annexe 10 — *Télécommunications aéronautiques, Volume II — Procédures de télécommunication, y compris celles qui ont le caractère de procédures pour les services de navigation aérienne*
- OACI, Annexe 10 — *Télécommunications aéronautiques, Volume IV — Systèmes de surveillance et anticollision*
- OACI, Annexe 11 — *Services de la circulation aérienne*
- OACI, Annexe 12 — *Recherches et sauvetage*
- OACI, Annexe 13 — *Enquêtes sur les accidents et incidents d'aviation*
- OACI, Annexe 15 — *Services d'information aéronautique*
- OACI, Annexe 17 — *Sûreté — Protection de l'aviation civile internationale contre les actes d'intervention illicite*
- U.S. Department of Transportation FAA, Air Traffic Organization Policy N JO 7210.766
- OTAN STANAG 4586, *Standard Interfaces of UAV Control System (UCS) for NATO UAV Interoperability (Interfaces standard des systèmes de contrôle UAV (UCS) pour l'interopérabilité des UAV OTAN)*

8.2 Éléments indicatifs

- Éléments indicatifs de l'OACI sur le RPAS

8.3 Documents d'approbation

- Documents de l'EUROCAE
- Documents de la RTCA

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

**MODULE N° B3-90 : GESTION TRANSPARENTE
DES AÉRONEFS TÉLÉPILOTÉS (RPA)**

Résumé	Continuer à améliorer le processus de certification des RPA dans toutes les classes d'espace aérien, à travailler à la mise au point d'une liaison C2 fiable, à élaborer et à certifier des algorithmes ABDAA pour l'évitement des collisions, et à intégrer les RPA dans les procédures d'aérodrome.	
Principale incidence sur la performance conformément au Doc 9854	KPA-01 – Accès et équité, KPA-02 – Capacité, KPA-05 – Environnement, KPA-09 – Prévisibilité, KPA-10 – Sécurité.	
Environnement d'exploitation/phases de vol	En route, océanique, région terminale (arrivées et départs), aérodrome (circulation à la surface, décollage et atterrissage)	
Considérations relatives à l'application	Concerne tous les RPA qui évoluent en espace aérien non réservé et aux aérodromes. Le déploiement en vol et au sol doit être bien synchronisé pour procurer des avantages importants, notamment à ceux qui peuvent satisfaire aux exigences minimales de certification et d'équipement.	
Composant(s) du concept mondial d'après le Doc 9854	AOM — Organisation et gestion de l'espace aérien CM — Gestion des conflits AUO — Opérations des usagers de l'espace aérien	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-6 : Gestion des courants de trafic aérien GPI-9 : Conscience de la situation GPI-12 : Intégration fonctionnelle des systèmes sol et des systèmes embarqués	
Principales interdépendances	B2-90	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (cocher ou inscrire la date d'entrée pour indiquer que l'élément est prêt)
	État de préparation des normes	Prévu pour environ 2028
	Disponibilité de l'avionique	Prévu pour environ 2028
	Disponibilité des systèmes au sol	Prévu pour environ 2028
	Procédures disponibles	Prévu pour environ 2028
	Approbations d'exploitation	Prévu pour environ 2028

1. EXPOSÉ

1.1 Base de référence

1.1.1 La base de référence contient des procédures qui permettent l'intégration des RPA dans l'espace aérien, ce qui comprend les améliorations prévues dans le Bloc 2-90, c'est-à-dire :

- a) accès à la plus grande partie de l'espace aérien pour certaines cellules sans autorisation spécifique ou dérogation pour aéronef expérimental ;
- b) procédures de certification des RPA ;

- c) procédures d'approbation des RPAS ;
- d) procédures normalisées pour les défaillances de la liaison C2 ;
- e) nouveau code transpondeur spécial pour les défaillances de la liaison C2 ;
- f) critères de séparation révisés et/ou procédures d'acheminement (espace aérien dynamique) ;
- g) ADS-B sur la plupart des classes de RPA ;
- h) améliorations de la technologie de détection et d'évitement ;
- i) capacité de communiquer automatiquement la position à l'ATC en cas de défaillance de la liaison C au-dessus de la haute mer.

1.2 Changements apportés par le module

- **Certification des RPA volant dans toutes les classes d'espace aérien.** Les RPA évoluent dans l'espace aérien non réservé comme n'importe quel autre aéronef. La certification a été définie d'après les normes et la sécurité a été prouvée pour chaque type d'aéronef. Les procédures ATM (identification du type d'aéronef, minimums de séparation et procédures à suivre en cas de défaillance des communications) sont bien définies dans le Bloc 3 pour permettre ce type d'exploitation.
- **Communication.** Les performances de communication requises pour assurer la commande et le contrôle (C2) et les communications ATC seront entièrement vérifiées et certifiées pendant la période correspondant à ce bloc. Les exigences en matière de sécurité, de fiabilité, de disponibilité et de latence seront renforcées pour permettre le plein accès des RPA à tout l'espace aérien.
- **Certification des réponses automatiques prédéterminées.** Capacité de répondre automatiquement pour communiquer les manœuvres anticollision. Cette caractéristique est nécessaire pour assurer la sécurité même durant une défaillance de la liaison C2. Le télépilote doit avoir la possibilité de prendre la priorité sur l'automatique lorsque la liaison C2 fonctionne.
- **Certification des algorithmes ABDAA.** Durant la période correspondant à ce bloc, les procédures et normes applicables aux manœuvres anticollision, fondées sur un ensemble de solutions et d'algorithmes ABDAA, seront élaborées et certifiées.
- **Procédures d'aérodrome :** Durant la période correspondant à ce bloc, les RPA seront intégrés aux opérations d'aérodrome. Il y aura peut-être lieu d'envisager la construction d'aéroports destinés à l'exploitation des RPA seulement. Les caractéristiques uniques des RPA doivent être examinées. Parmi les domaines à prendre en compte, il y a :
 - o l'applicabilité des panneaux et marques d'aérodrome ;
 - o l'intégration des RPA aux opérations des aéronefs habités sur l'aire de manœuvre d'un aérodrome ;

- o les questions entourant la capacité des RPA d'éviter les collisions pendant qu'ils effectuent des manœuvres ;
- o les questions entourant la capacité des RPA de suivre des instructions ATC en vol ou sur l'aire de manœuvre (par exemple « suivre Cessna 172 vert » ou « croiser derrière Air France A320 ») ;
- o l'applicabilité aux opérations RPA des minimums d'approche aux instruments ;
- o la nécessité d'observateurs RPA aux aérodromes pour aider le télépilote à satisfaire aux exigences en matière d'évitement des collisions ;
- o les incidences de l'infrastructure RPA (telle que les aides d'approche, les véhicules de manutention au sol, les aides d'atterrissage, de lancement et de récupération, etc.) sur les exigences d'aérodrome ;
- o les spécifications de sauvetage et de lutte contre l'incendie pour les RPA (et le poste de télépilotage, le cas échéant) ;
- o le lancement et la récupération des RPA à des sites autres que des aérodromes ;
- o l'intégration des RPA et des aéronefs habités, à proximité d'un aérodrome ;
- o les incidences sur l'aérodrome de l'équipement spécifique au RPAS (par exemple les postes de télépilotage).

1.2.1 Le résultat pourrait être un plan d'utilisation, qui doit encore être examiné et validé, comme suit :

Bloc 3	Espace aérien de région terminale entièrement contrôlé (Classes B, C)	Espace aérien en route Classe A	Espace aérien en haute mer Classe A	Espace aérien non contrôlé ou partiellement contrôlé (Classes D, E, F et G)
Autorisation	Une conformité rigoureuse avec la réglementation type est requise.			
Procédures applicables lors d'une défaillance de la liaison C2	Devra suivre des procédures normalisées. Un code transpondeur spécial sera défini.	Devra suivre des procédures normalisées. Doit transmettre les comptes rendus de position à l'ATC en mode diffusion ou en mode contrat.	Les RPA doivent être équipés de systèmes de détection et d'évitement au cas où la liaison C2 subirait une défaillance pendant le vol.	
Communications ATC	Communications bilatérales continues selon ce que requiert l'espace aérien. Le transpondeur du RPA émettra 7600 en cas de défaillance des communications avec l'ATC.	Les communications principales sont établies sur une liaison de données terrestre ; en cas de défaillance des	Sans objet	

		communications, le pilote du RPA communiquera par téléphone. Les RPA pourront établir des communications air-air	
Minimums de séparation	De nouveaux minimums de séparation seront peut-être nécessaires.	Les critères de séparation seront analysés et des critères spéciaux pourraient être définis.	Les RPA sont tenus de maintenir une distance de sécurité.
Instructions ATC	Les RPA se conformeront aux instructions de l'ATC selon les besoins.		
Observateurs RPA	Ne sont pas nécessaires si les RPAS sont équipés pour un vol avec GBDAA dans une zone approuvée pour le GBDAA ou s'ils sont équipés d'un système ABDAA.	Ne sont pas nécessaires.	Sans objet
Certificat médical	Les télépilotes auront le certificat médical approprié.		
Présence d'autres aéronefs	Les RPA ne doivent pas augmenter les risques pour la sécurité du système de navigation aérienne.		
Séparation visuelle	La séparation visuelle sera permise si le RPAS est équipé pour un vol avec GBDAA dans une zone GBDAA approuvée ou s'il est équipé d'un système ABDAA.	À déterminer	Les RPA utiliseront le système GBDAA ou ABDAA pour la séparation visuelle.
Responsabilité du télépilote	Le télépilote est tenu de se conformer aux règles de l'air et de respecter l'autorisation.		
Zones habitées	Les restrictions doivent être déterminées par l'État.	Sans objet	Les restrictions doivent être déterminées par les États.
Services ATC	Conforme à l'Annexe 11, Appendice 4.		
Plan de vol	Les vols RPA seront effectués selon un plan de vol IFR ou VFR. Les plans de vol VFR ne seront exécutés que si les RPAS sont équipés pour un vol avec GBDAA dans une zone GBDAA approuvée ou s'ils sont équipés d'un système ABDAA.		

Conditions météorologiques	Les restrictions doivent être déterminées par l'État.	
Transpondeur	Aura et utilisera l'ADS-B.	À déterminer
Sécurité	Déterminer les dangers et réduire les risques pour la sécurité ; respecter l'autorisation.	
NOTAM	Le cas échéant, les besoins en matière de NOTAM doivent être déterminés par l'État.	
Certification	À déterminer	

2. AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE VISÉE

2.1 Le Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne (Doc 9883) propose des paramètres pour déterminer le succès du module.

<i>Capacité</i>	L'application, pour des raisons de sécurité, de normes augmentant la séparation entre les RPA et les aéronefs habités pourrait avoir des incidences négatives sur la capacité.
<i>Accès et équité</i>	Les RPA ont un accès transparent à l'espace aérien.
<i>Environnement</i>	L'application uniforme du module augmente l'interopérabilité mondiale en permettant aux pilotes et aux télépilotes de faire face à des situations compréhensibles lorsqu'ils évoluent dans différents États.
<i>Prévisibilité</i>	Plus grande prévisibilité des RPA grâce à l'interopérabilité mondiale des communications et à la conscience de la situation.
<i>Sécurité</i>	Amélioration de la conscience de la situation ; utilisation contrôlée des aéronefs.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	L'analyse de rentabilisation est directement liée à la valeur économique des applications aéronautiques prises en charge par les RPAS.

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

- Procédures ATM pour l'exploitation des RPA dans toutes les classes d'espace aérien.
- Procédures permettant la présence de plusieurs RPA dans le même espace aérien en même temps.
- Procédures permettant d'exploiter les RPA à partir de toutes les classes d'aéroports.
- Procédures permettant la communication de réponses automatiques prédéterminées dans des situations particulières.
- Procédures air et sol pour harmoniser les opérations lorsque les RPA sont exploités/manœuvrés dans le même espace que les aéronefs habités.

4. CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME

4.1 Avionique

- Algorithmes ABDAA certifiés.
- Liaisons C2 fiables.
- Tous les aéronefs sont dotés d'une technologie éprouvée de détection et d'évitement.
- Les RPAS sont munis de l'équipement nécessaire pour évoluer, dans la mesure du possible, dans le cadre des paramètres d'aérodrome existants.

4.2 Systèmes au sol

- GBDAAs en complément au besoin.
- Algorithmes automatiques certifiés.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 Ce module en est encore à l'étape de la recherche et du développement et les facteurs humains en sont encore à l'étape de la définition au moyen de la modélisation et d'essais bêta. Les prochaines versions de ce document préciseront davantage les processus et procédures nécessaires pour tenir compte des facteurs humains. Il faudra plus particulièrement déterminer s'il existe des problèmes d'interface humain-machine et, le cas échéant, définir des stratégies d'atténuation pour en tenir compte.

5.2 Exigences en matière de formation et de qualifications

5.2.1 Plusieurs exigences en matière de formation du personnel seront établies dans le cadre de ce module. Une fois établies, elles seront incorporées dans la documentation relative à ce module et leur importance sera mise en évidence. Les recommandations relatives aux qualifications requises seront intégrées aux besoins en matière de réglementation avant l'application de cette amélioration des performances.

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLANS D'APPROBATION (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : à déterminer.
- Plans d'approbation : à déterminer.

7. ACTIVITÉS DE MISE EN ŒUVRE ET DE DÉMONSTRATION (CONNUES AU MOMENT DE LA RÉDACTION)

7.1 Aucune.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

- OACI, Annexe 1 — *Licences du personnel*
- OACI, Annexe 2 — *Règles de l'air*
- OACI, Annexe 3 — *Assistance météorologique à la navigation aérienne internationale*
- OACI, Annexe 4 — *Cartes aéronautiques*
- OACI, Annexe 6 — *Exploitation technique des aéronefs*
- OACI, Annexe 7 — *Marques de nationalité et d'immatriculation des aéronefs*
- OACI, Annexe 8 — *Navigabilité des aéronefs*
- OACI, Annexe 9 — *Facilitation*
- OACI, Annexe 10 — *Télécommunications aéronautiques, Volume II — Procédures de télécommunication, y compris celles qui ont le caractère de procédures pour les services de navigation aérienne*
- OACI, Annexe 10 — *Télécommunications aéronautiques, Volume IV — Systèmes de surveillance et anticollision*
- OACI, Annexe 11 — *Services de la circulation aérienne*
- OACI, Annexe 12 — *Recherches et sauvetage*
- OACI, Annexe 13 — *Enquêtes sur les accidents et incidents d'aviation*
- OACI, Annexe 14 — *Aérodromes*
- OACI, Annexe 15 — *Services d'information aéronautique*
- OACI, Annexe 16 — *Protection de l'environnement*
- OACI, Annexe 17 — *Sûreté — Protection de l'aviation civile internationale contre les actes d'intervention illicite*
- OACI, Annexe 18 — *Sécurité du transport aérien des marchandises dangereuses*
- U.S. Department of Transportation FAA, Air Traffic Organization Policy N JO 7210.766
- NATO STANAG 4586, *Standard Interfaces of UAV Control System (UCS) for NATO UAV Interoperability*

8.2 Éléments indicatifs

- À déterminer

8.3 Documents d'approbation

- Documents de l'EUROCAE (en cours d'élaboration).
 - RTCA Documents (en cours d'élaboration).
-

[Page laissée en blanc intentionnellement]

PROJET

APPENDICE B

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET DES ACRONYMES

A

ATFCM. Flux de trafic aérien et gestion de la capacité
AAR. Débit [de trafic] d'arrivée d'aéroport
ABDAA. Algorithmes de détection et d'évitement pour systèmes embarqués
ACAS. Système anticollision embarqué
ACC. Centre de contrôle régional
A-CDM. Prise de décision en collaboration aux aéroports; CDM-aéroports
ACM. Gestion des communications ATC
ADEXP. Présentation de l'échange de données ATS
ADS-B. Surveillance dépendante automatique en mode diffusion
ADS-C. Surveillance dépendante automatique en mode contrat
AFIS. Service d'information de vol d'aérodrome
AFISO. Agent du service d'information de vol d'aérodrome
AFTN. Réseau du service fixe des télécommunications aéronautiques
AHMS. Système de messagerie ATS
AICM. Modèle conceptuel d'information aéronautique
AIDC. Communications de données entre installations ATS
AIP. Publication d'information aéronautique
AIRB. Conscience accrue de la situation du trafic au cours du vol
AIRM. Modèle de référence pour l'information ATM
AIS. Service d'information aéronautique
AIXM. Modèle d'échange d'informations aéronautiques
AMA. Aire de mouvement
AMAN/DMAN. Gestion des arrivées/Gestion des départs
AMC. Service de vérification de microphone ATC
AMS(R)S. Service mobile aéronautique (R)* par satellite
ANM. Message de notification ATFM
ANS. Services de navigation aérienne
ANSP. Fournisseur de services de navigation aérienne
AO. Opérations d'aérodrome/Exploitant d'aéronef(s)
AOC. Contrôle d'exploitation aéronautique
AOM. Organisation et gestion de l'espace aérien
APANPIRG. Groupe régional Asie/Pacifique de planification et de mise en œuvre de la navigation aérienne
ARNS. Service de radionavigation aéronautique
ARNSS. Service de radionavigation aéronautique par satellite
ARTCC. Centre de contrôle de la circulation aérienne en route
AS. Surveillance des aéronefs
ASAS. Système embarqué d'aide à la séparation
ASDE-X. Équipement aéroportuaire de détection de surface
ASEP. Séparation par l'équipage de conduite
ASEP-ITF. Séparation en vol et changement de niveau sur route (In-trail follow)
ASEP-ITM. Séparation en vol sur trajectoire convergente dans le sillage (In-trail merge)
ASEP-ITP. Séparation en vol et procédures de changement de niveau dans le sillage (In-trail procedure)
ASM. Gestion de l'espace aérien
A-SMGCS. Système perfectionné de guidage et de contrôle des mouvements à la surface
ASP. Plan de surveillance aéronautique

ASPA. Espacement en vol
ASPIRE. Initiative pour réduire les émissions – Asie et Pacifique Sud
ATC. Contrôle de la circulation aérienne
ATCO. Contrôleur de la circulation aérienne
ATCSCC. Centre de commande du système de contrôle de la circulation aérienne
ATFCM. Flux de trafic aérien et gestion de la capacité
ATFM. Gestion des flux de trafic aérien
ATMC. Contrôle de la gestion de la circulation aérienne
ATMRPP. Groupe d'experts sur les besoins et les performances de la gestion du trafic aérien
ATN. Réseau de télécommunications aéronautiques
ATOP. Technologies de pointe et procédures océaniques
ATSA. Conscience de la situation du trafic aérien
ATSMHS. Services de messagerie ATS
ATSU. Organisme ATS
AU. Usager de l'espace aérien
AUO. Opérations des usagers de l'espace aérien

B

Baro-VNAV. Navigation verticale barométrique
BCR. Rapport bénéfices/coûts
B-RNAV. Navigation de surface de base

C

CSPO. Opérations sur pistes parallèles rapprochées
CPDLC. Communications contrôleur-pilote par liaison de données
CDO. Opérations en descente continue
CBA. Analyse coûts-avantages
CSPR. Pistes parallèles rapprochées
CM. Gestion des conflits
CDG. Aéroport Paris - Charles de Gaulle
CDM. Prise de décision en collaboration
CFMU. Organisme central de gestion des flux de trafic
CDQM. Gestion collaborative des files d'attente des pistes
CWP. Poste de travail de contrôleur
CAD. Conception assistée par ordinateur
CTA. Heure d'arrivée contrôlée
CARATS. Actions conjointes pour la réforme des services de circulation aérienne
CFIT. Impact sans perte de contrôle
CDTI. Affichage d'informations de trafic dans le poste de pilotage
CCO. Opérations à montée continue
CAR/SAM. Région des Caraïbes/Amérique du Sud
COCESNA. Corporation des services de navigation aérienne d'Amérique centrale

D

DAA. Détection et évitement
DCB. Équilibre entre la demande et la capacité
DCL. Autorisation de départ
DFM. Gestion des flux de départs
DFS. Services de navigation aérienne d'Allemagne

DLIC. Fonction d'initialisation de la liaison de données
DMAN. Gestion des départs
DMEAN. Gestion dynamique de l'espace aérien européen
D-OTIS. Service d'informations opérationnelles de région terminale par liaison de données
DPI. Information sur l'horaire des départs
D-TAXI. Délivrance d'autorisation de circulation au sol par liaisons de données

E

EAD. Base de données AIS européenne
e-AIP. AIP électronique
EGNOS. Complément géostationnaire européen de navigation
ETMS. Système évolué de gestion de la circulation aérienne
EVS. Système de vision améliorée

F

FABEC. Bloc d'espace aérien fonctionnel Europe centrale
FAF/FAP. Repère ou point d'approche finale/Point d'approche finale
FANS. Futurs systèmes de navigation aérienne
FDP. Traitement des données de vol
FDPS. Système de traitement des données de vol
FF-ICE. Information sur les vols et les flux de trafic pour l'environnement collaboratif
FIR. Région d'information de vol
FIXM. Modèle d'échange d'information sur les vols
FMC. Ordinateur de gestion de vol
FMS. Système de gestion de vol
FMTP. Protocole de transfert des messages de vol
FO. Objet-vol
FPL. Plan de vol déposé
FPS. Systèmes de planification de vol
FRA. Espace aérien avec libre choix de routes
FTS. Simulation en accéléré
FUA. Utilisation flexible de l'espace aérien
FUM. Messages de mise à jour des données de vol

G

GANIS. Symposium sur l'industrie de la navigation aérienne mondiale
GANP. Plan mondial de navigation aérienne
GAT. Circulation aérienne générale
GBAS. Système de renforcement au sol
GBSAA. Système sol de détection et d'évitement
GEO. Satellite géostationnaire
GLS. Système d'atterrissage GBAS
GNSS. Système mondial de navigation par satellite
GPI. Initiative du Plan mondial
GPS. Système mondial de localisation
GPSM. Modèle pour la sélection des paramètres du programme de retardement au sol
GRSS. Symposium mondial sur la sécurité des pistes
GUFI. Identifiant de vol mondialement unique

H

HAT. Hauteur au-dessus du seuil
HMI. Interface homme-machine
HUD. Visualisation tête haute

I

IDAC. Intégration des arrivées et des départs
IDC. Communications de données entre installations
IDRP. Planificateur intégré d'itinéraires de départ
IFR. Règles de vol aux instruments
ILS. Système d'atterrissage aux instruments
IM. Gestion des intervalles
IOP. Mise en œuvre et interopérabilité
IP. Protocole interrèseau
IRR. Taux de rendement interne
ISRM. Modèle de référence pour les services d'information
ITP. Procédure 'dans le sillage'

K

KPA. Secteur clé de performance

L

LARA. Système local et infrarégional de soutien de la gestion de l'espace aérien
LIDAR. Radar optique
LNAV. Navigation latérale
LoA. Lettre d'accord; lettre d'entente
LoC. Lettre de coordination
LPV. Précision latérale avec guidage vertical OU performance d'alignement de piste avec guidage vertical
LVP. Procédures d'exploitation par faible visibilité

M

MASPS. Norme de performances minimales de système d'aviation
MILO. Optimisation linéaire partiellement en nombres entiers; optimisation linéaire en numérotation mixte
MIT. Séparation en distance
MLS. Système d'atterrissage hyperfréquences
MLTF. Équipe spéciale sur la multilatération
MTOW. Poids maximal de décollage

N

NADP. Procédure de départ à moindre bruit
NAS. Système d'espace aérien national (États-Unis)
NAT. Atlantique nord
NDB. Radiophare non directionnel
NextGen. Système de transport aérien de la prochaine génération
NMAC. Quasi-collision en vol
NOP. Procédures d'exploitation du réseau
NOTAM. Avis aux aviateurs/aviatrices
NPV. Valeur actuelle nette

O

OLDI. Échange de données en direct
OPD. Descente à profil optimisé
OSD. Services opérationnels et définitions d'environnement
OTW. Surveillance visuelle de l'environnement

P

P(NMAC). Probabilité de quasi-abordage en vol
PACOTS. Réseau de routes organisé du Pacifique
PANS-OPS. Procédures pour les services de navigation aérienne - Exploitation technique des aéronefs
PBN. Navigation fondée sur les performances
PENS. Service de réseau pan-européen
PETAL. Essai EUROCONTROL préliminaire de la liaison de données air-sol
PIA. Domaines d'amélioration des performances
P-RNAV. RNAV de précision

R

RA. Avis de résolution
RAIM. Contrôle autonome de l'intégrité par le récepteur
RAPT. Outil de planification de la disponibilité des routes
RNAV. Navigation de surface
RNP. Qualité de navigation requise
RPAS. Système d'aéronef télépiloté
RTC. Centre de contrôle éloigné

S

SARPs. Normes et pratiques recommandées
SASP. Groupe d'experts de la séparation et de la sécurité de l'espace aérien
SATCOM. Communications par satellite
SBAS. Système de renforcement satellitaire
SDM. Gestion de la prestation des services
SESAR. Programme de recherche ATM dans le cadre du Ciel unique européen
SEVEN. Programme SEVEN [System-wide Enhancements for Versatile Electronic Negotiation]
SFO. Aéroport international de San Francisco
SID. Départ normalisé aux instruments
SMAN. Gestion de surface
SMS. Système de gestion de la sécurité
SPR. Ressources spéciales du Programme
SRMD. Document de gestion des risques de sécurité
SSEP. Séparation autonome
SSR. Radar secondaire de surveillance
STA. Heure d'arrivée prévue à l'horaire
STARS. Arrivée normalisée aux instruments
STBO. Opération de surface basée sur la trajectoire
SURF. [Système pour la] conscience de la situation à la surface
SVS. Système de vision synthétique
SWIM. Gestion de l'information à l'échelle du système

T

TBD. À déterminer
TBFM. Gestion temporelle des flux de trafic
TBO. Opérations basées sur trajectoire
TCAS. Système d'alerte de trafic et d'évitement de collision
TFM. Gestion des flux [anciennement courants] de trafic
TIS-B. Service d'information sur le trafic en mode diffusion
TMA. Système-conseil en gestion de trajectoires
TMI. Initiatives de gestion du trafic
TMU. Organisme de gestion du trafic
TOD. Début de descente
TRACON. Contrôle d'approche au radar en région terminale
TS. Synchronisation de la circulation
TSA. Zone de ségrégation temporaire
TSO. Norme technique (FAA)
TWR. Tour de contrôle d'aérodrome

U

UA. Aéronef non habité
UAS. Système d'aéronef non habité
UAV. Véhicule aérien non habité
UDPP. Processus d'établissement des priorités par l'utilisateur

V

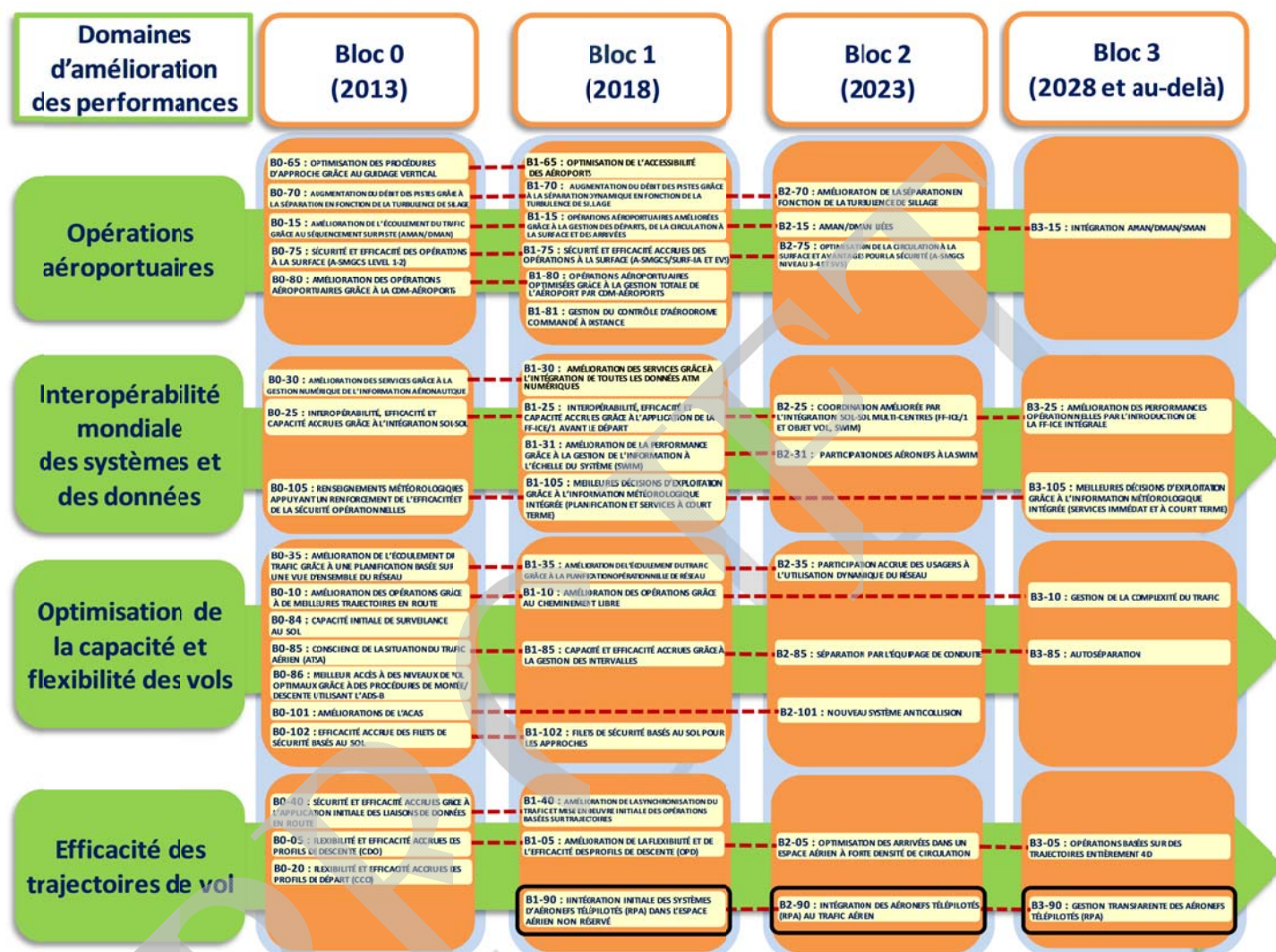
VFR. Règles de vol à vue
VLOS. Vol en visibilité directe (VLOS)
VNAV. Navigation verticale
VOR. Radiophare omnidirectionnel VHF
VSA. Séparation visuelle améliorée à l'approche

W

WAAS. Système de renforcement à couverture étendue
WAF. Champ d'évitement des phénomènes météorologiques
WGS-84. Système géodésique mondial - 1984
WIDAO. Arrivées et départs insensibles à la turbulence de sillage
WTMA. Atténuation des effets de la turbulence de sillage sur les arrivées
WTMD. Atténuation des effets de la turbulence sur les départs
WXXM. Modèle d'échange de données pour les renseignements météorologiques

APPENDICE C

MODULES DE MISE À NIVEAU PAR BLOCS



— FIN —