

APPENDICE A

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. NARRATIF

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

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

1.2 Niveau 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 aérodomes.
<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)*

APPENDICE B

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. NARRATIF

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 Niveau 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

APPENDICE C

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. NARRATIF

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 « Trafic 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 Niveau de référence

1.2.1 Le niveau 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'espace-temps 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 séquençage 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

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

	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 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

APPENDICE D

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	√
	Approbatons d'exploitation	√

1. NARRATIF

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 Niveau 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

APPENDICE E

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
	Approbations d'exploitation	Est. 2013

1. NARRATIF

1.1 Généralités

Niveau 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 Le niveau de référence sera constitué 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

APPENDICE F

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. NARRATIF

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 Niveau 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 interopérables 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

APPENDICE G

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
	Approbatons d'exploitation	Est. 2018

1. NARRATIF

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 Niveau 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 **Élément 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 **Élément 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/normatisation : 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 Élément 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*

APPENDICE H

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. NARRATIF

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 Niveau 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 équilibre 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 pour 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 (équippede 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*

APPENDICE I

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. **NARRATIF**

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 **Niveau 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

APPENDICE J

MODULE N° B1-80 : OPÉRATIONS AÉROPORTUAIRES OPTIMISÉES GRÂCE À LA GESTION COMPLÈTE AVEC AIRPORT CDMS

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. NARRATIF

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 Niveau de référence

1.2.1 Le niveau 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

APPENDICE K

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

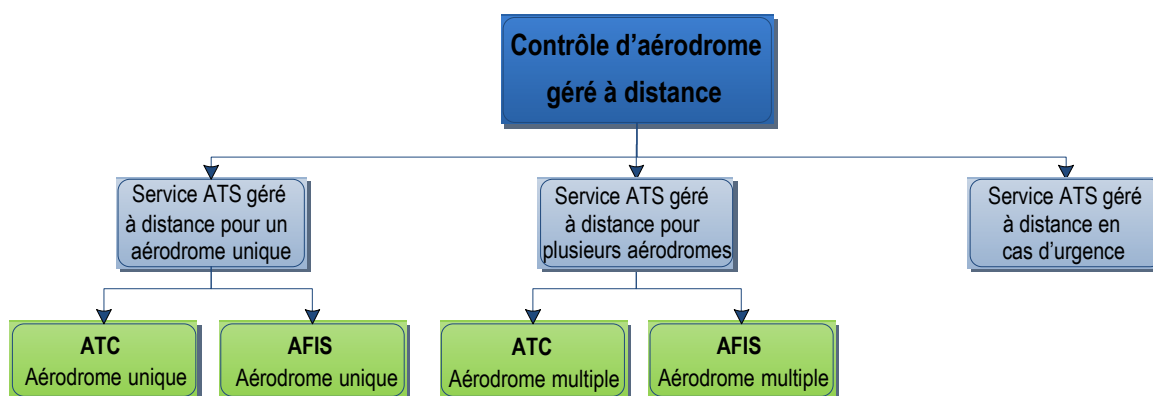
Résumé	Fournir un système ATS sécuritaire et économique à partir d'un centre distant à un ou plusieurs aérodromes pour lesquels des services ATS locaux ne sont plus justifiables ni nécessaires, mais pour lesquels la présence d'une activité d'aviation représente des avantages économiques et sociaux pour 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. NARRATIF

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 aérodromes 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 aérodrome unique (services ATC ou AFIS) dont la tour de contrôle locale est remplacée par une installation à distance. Pour des aérodromes 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 aérodromes 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'aérodrome. 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 aérodromes 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 Niveau 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 **Élément 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 aéroports 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 aéroports multiples gérés à distance, les gains seront essentiellement liés au fait qu'un plus grand nombre d'aéroports 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)

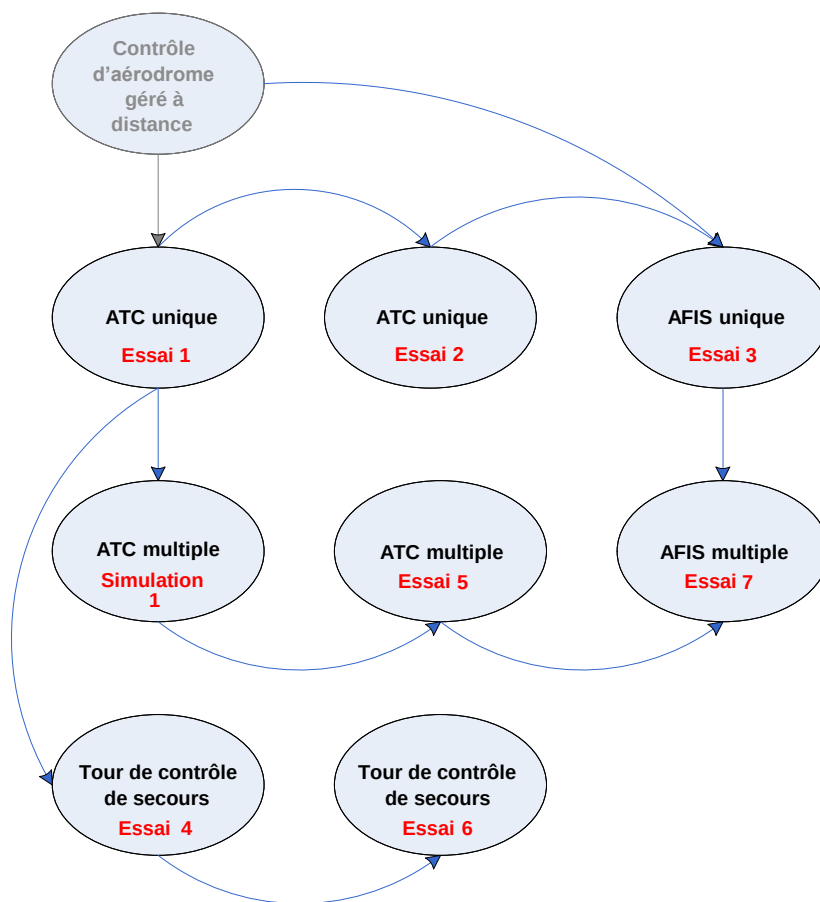
7.1 Utilisation actuelle

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.

APPENDICE L

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
	Approbations d'exploitation	Est. 2023

1. NARRATIF

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 Niveau 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*

APPENDICE M

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. NARRATIF

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 Niveau 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 séquencés 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

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

définissant le rôle de chaque acteur (équippede conduite, unité ATS, aéroport) et leurs relations mutuelles.

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/normatisation : 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*

APPENDICE N

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. NARRATIF

1.1 Généralités

1.1.1 Ce module vise essentiellement à améliorer le cas constituant le niveau 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 Niveau de référence

1.2.1 Le niveau 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/normalisation : 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)

APPENDICE O

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 (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+
	Approbation opérationnelle	Est. 2025+

1. NARRATIF

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 Niveau 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 (équipe, 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