

ONZIÈME CONFÉRENCE DE NAVIGATION AÉRIENNE

Montréal, 22 septembre – 3 octobre 2003

Point 1 : Présentation et évaluation d'un concept opérationnel de gestion du trafic aérien (ATM) mondiale

1.2 : Concepts habilitants à l'appui du concept opérationnel d'ATM mondiale

SURVEILLANCE DÉPENDANTE AUTOMATIQUE EN MODE DIFFUSION — CONCEPT D'UTILISATION

(Note présentée par le Secrétariat)

SOMMAIRE

La présente note rend compte de l'état des travaux de développement d'un concept d'utilisation de la surveillance dépendante automatique en mode diffusion (ADS-B) que le Groupe d'experts des liaisons de données opérationnelles (OPLINKP) a effectués. Le résultat de ces travaux est présenté en appendice. La Commission de navigation aérienne est convenue que le concept d'utilisation devrait être présenté à la Conférence.

Le paragraphe 3 propose à la Conférence de prendre des mesures.

1. INTRODUCTION

1.1 À sa cinquième réunion (ADSP/5, octobre 1999), le Groupe d'experts de la surveillance dépendante automatique a présenté à la Commission de navigation aérienne son rapport sur les progrès réalisés par les États et l'a informée du potentiel que représente la surveillance dépendante automatique en mode diffusion (ADS-B) pour répondre à certains besoins identifiés. Le rapport dressait également la liste des problèmes qu'il fallait régler avant de pouvoir mettre en œuvre cette application. La Commission a alors modifié le programme de travail du groupe d'experts pour y inclure l'élaboration de spécifications opérationnelles concernant l'utilisation d'un système qui augmente la conscience de la situation du trafic. Le programme révisé incluait également l'élaboration d'un concept d'utilisation et de spécifications opérationnelles pour l'application de l'ADS-B. En outre, la Commission confiait au groupe le mandat de suivre le développement de l'utilisation de systèmes embarqués de garantie de séparation en vue de développer un concept d'utilisation. La première étape de ce programme de travail consistait donc à élaborer un concept d'utilisation de l'ADS-B.

2. EXPOSÉ DE LA DÉMARCHE

2.1 Le Groupe d'experts sur les liaisons de données opérationnelles (OPLINKP, anciennement Groupe ADS) a terminé la rédaction de son concept d'utilisation de l'ADS-B (voir l'Appendice) au cours du premier trimestre 2003. Dans le contexte, un concept d'utilisation se définit comme la description détaillée de la façon d'utiliser une fonctionnalité ou une technologie particulière.

2.2 Beaucoup d'efforts ont été consacrés à l'incorporation des différents points de vue quant au rôle que l'ADS-B pourrait jouer en termes de surveillance en vol et au sol à court et à moyen termes. Il est certain que le fait d'envisager essentiellement le court à moyen terme pour le concept d'utilisation de l'ADS-B, sans fixer de limite à ce que l'ADS-B pourrait faire à long terme, a aidé les intervenants à trouver un terrain d'entente.

2.3 Selon l'OPLINKP, l'ADS-B, qui procure de nouvelles capacités de surveillance tant aux membres d'équipage de conduite qu'aux services du contrôle de la circulation aérienne, constitue une application clé potentielle des liaisons de données dans un futur environnement ATM. Le Groupe estime aussi que l'ADS-B pourrait être un *outil habilitant* qui comblerait certains besoins opérationnels. La communauté aéronautique a étudié cette technologie en profondeur en vue de savoir dans quelle mesure elle pourrait rentablement remplacer les systèmes et technologies actuels. Le Groupe reconnaît que tout nouveau système devrait être capable de maintenir, voire d'améliorer, le niveau de sécurité actuelle; il reconnaît également qu'un bon nombre de questions restent à régler en matière d'ADS-B. Plusieurs projets d'envergure dont l'ADS-B constitue le noyau central devraient fournir des éclaircissements et des pistes de solutions à ces questions au cours des années à venir. Le Groupe fait observer que la coordination et la coopération entre les États, les organismes internationaux et l'industrie constituaient une caractéristique majeure du déroulement de ces projets.

2.4 Beaucoup voient en l'ADS-B l'application qui pourrait apporter une solution au besoin d'augmenter la conscience de la situation du trafic en vol et de fournir la garantie de séparation par système embarqué. Toutefois, on doit aussi admettre que, dans le contexte plus large de ce que ce type d'utilisation implique, et notamment en ce qui a trait au nouveau partage des responsabilités entre l'équipage et le contrôleur, l'application de procédures rattachées à l'ADS-B serait en fait assez complexe. Il sera donc extrêmement important d'obtenir l'adhésion des pilotes, des contrôleurs et de la communauté aéronautique en général au nouveau concept avant de l'instaurer dans la prestation des services de circulation aérienne.

2.5 Il convient aussi de souligner l'importance de ne pas considérer le document comme la position finale du groupe, reconnaissant par là qu'il reste à obtenir un consensus sur bon nombre de questions associées à l'application des services ADS-B. Il faut considérer le concept d'utilisation comme un recueil de sujets ayant fait l'objet d'examen et de réflexions, le plus souvent au sein de la communauté aéronautique. Dans cet esprit, l'OPLINKP espère que la Conférence trouvera cette information utile, particulièrement dans le contexte d'activités futures sous l'égide de l'OACI. L'OPLINKP n'ignore pas qu'il reste encore beaucoup de travail à faire pour dépasser le niveau de détail qu'offre le présent document. La possibilité d'augmenter la conscience de la situation du trafic et l'assistance à la séparation en vol, compte tenu des systèmes de surveillance qui émergent et de leurs effets sur les services de la circulation aérienne, devrait faire l'objet d'investigations plus poussées. Toutefois, le Groupe est d'avis qu'il faudrait aussi concentrer les efforts sur la détermination des besoins opérationnels et l'évaluation de la capacité des systèmes embarqués et terrestres. En outre, des normes et pratiques recommandées (SARP), des procédures et des éléments indicatifs devront être élaborés.

2.6 En plus de ce qui précède, on notera qu'à mesure de la maturation du concept opérationnel de l'ATM (voir AN-Conf/11-WP/4) à la suite de la Conférence, il est probable que des travaux seront conduits pour élaborer un ensemble de spécifications ATM qui définiront le futur système ATM et traceront la route vers le développement de ce système. À mesure que les intervenants acquièrent de l'expérience et de l'expertise en matière d'ADS-B, et à mesure que les travaux d'élaboration des spécifications ATM progressent, le rôle de l'ADS-B en tant qu'application importante des liaisons de données et élément du concept dans le futur système deviendra plus clair. Les résultats et les recommandations de la Conférence devraient guider l'élaboration ultérieure de spécifications ATM fondées sur le concept opérationnel et sur les exigences opérationnelles applicables à l'ADS-B.

3. SUITE À DONNER

3.1 La Conférence est invitée à examiner et à évaluer le concept ADS-B présenté en appendice et à faire à l'OACI des recommandations concernant les futurs travaux.

APPENDICE

**SURVEILLANCE DÉPENDANTE AUTOMATIQUE —
MODE DIFFUSION
(ADS-B)
CONCEPT D'UTILISATION**

TABLE DES MATIÈRES

Table des matières.....	A-2
Liste des sigles	A-4
Avant-propos.....	A-6
Glossaire	A-7
Chapitre 1. INTRODUCTION	A-8
1.1 Objet et porté	A-8
1.2 Historique	A-8
1.3 Aperçu du concept.....	A-9
Chapitre 2. CONCEPT DE SURVEILLANCE À L'AIDE DE L'ADS-B	A-10
2.1 Généralités.....	A-10
2.2 Fonctionnalité ADS-B.....	A-10
2.3 Rôle de l'ADS-B dans la gestion du trafic aérien (ATM).....	A-11
2.3.7 Améliorations de l'ATM et avantages.....	A-12
2.4 Applications ADS-B.....	A-13
2.4.1 Aperçu.....	A-13
2.4.2 Applications de surveillance installées au sol.....	A-14
2.4.3 Applications de surveillance embarquées	A-15
2.4.4 Autres applications	A-17
Chapitre 3. Scénarios opérationnels.....	A-18
3.1 Description de l'ADS-B et de son environnement	A-18
3.2 Description des scénarios	A-18
3.2.2 Scénario de circulation à la surface	A-18
3.2.3 Scénario en région terminale et en espace aérien en route à forte activité	A-20
3.2.4 Scénario en espace aérien à faible densité de trafic	A-21
3.2.5 Scénario en espace aérien de région terminale sans couverture radar	A-23
Chapitre 4. Considérations particulières	A-25
4.2 Considérations techniques.....	A-25
4.2.1 Normes techniques.....	A-25
4.2.2 Surveillance de type dépendante fondée sur les données de navigation	A-25
4.2.3 Validité des données d'intention.....	A-25
4.2.4 Installation de l'équipement de bord.....	A-26
4.2.5 Stations terrestres déportées.....	A-26
4.2.6 Adaptation des systèmes automatisés	A-26
4.2.7 Sûreté	A-26
4.2.8 Performances de la liaison de données	A-28
4.3 Considérations opérationnelles.....	A-28
4.3.1 Considérations sur les facteurs humains	A-28

4.3.2	Élaboration de procédures, normes de séparation, conception de l'espace aérien et formation.....	A-29
4.3.3	Équipement de la flotte	A-29
4.3.4	Problèmes associés à la transition.....	A-30
4.3.5	Considérations institutionnelles	A-30
4.3.6	Considérations environnementales	A-30
Chapitre 5.	Mise en œuvre	A-31
5.1	Planification	A-31
5.1.2	Équipe de mise en œuvre veillant à la coordination internationale	A-31
5.1.3	Compatibilité des systèmes.....	A-31
5.1.4	Intégration.....	A-32
5.2	Liste de vérification de la mise en œuvre.....	A-33
5.2.3	Phase conceptuelle.....	A-33
5.2.4	Phase de l'avant-projet.....	A-34
5.2.5	Phase de mise en œuvre	A-35

LISTE DES SIGLES

ADS	surveillance dépendante automatique
ADS-B	surveillance dépendante automatique en mode diffusion
ADS-C	surveillance dépendante automatique en mode contrat
ADS-P	Groupe d'experts de la surveillance dépendante automatique
AIS	service d'information aéronautique
APW	avertisseur de proximité de zone protégée
ASAS	système embarqué d'assurance de la séparation
ASDE	radar de surveillance de la circulation à la surface
ASM	gestion de l'espace aérien
ATC	contrôle de la circulation aérienne
ATFM	gestion des courants de trafic aérien
ATM	gestion de la circulation aérienne
ATMCP	Groupe d'experts sur le concept opérationnel de gestion du trafic aérien
CAP	paramètres d'accès du contrôleur
CDTI	affichage d'informations de trafic dans le poste de pilotage
CNS	communications, navigation et surveillance
CDPLC	communications contrôleur-pilote par liaison de données
DLIC	fonction d'initialisation de la liaison de données
ELT	émetteur de localisation d'urgence
ETA	heure d'arrivée prévue
FANS	Futur système de navigation aérienne
F&CM	Gestion des courants de trafic aérien et de la capacité
FIS-B	service d'information de vol en mode diffusion
FMS	système de gestion de vol
GNSS	système mondial de navigation par satellite
GPW	avertissement de proximité du sol
HF	hautes fréquences
HMI	Interface homme-machine
IAF	repère d'approche initiale
IFR	règles de vol aux instruments
MSAW	système d'avertissement d'altitude minimale de sécurité

MTCD	détection des conflits à moyen terme
OPLINKP	Groupe d'experts des liaisons de données opérationnelles
PSR	radar primaire de surveillance
SAR	recherches et sauvetage
SARP	normes et pratiques recommandées
SMC	contrôle de la circulation à la surface
SSR	radar secondaire de surveillance
STCA	avertissement de conflit à court terme
TIS-B	service d'information sur le trafic en mode diffusion
VFR	règles de vol à vue
VMC	conditions météorologiques de vol à vue

AVANT-PROPOS

Le présent document traite du concept d'utilisation de la surveillance dépendante automatique en mode diffusion (ADS-B). On y trouve donc une description du système ADS-B et du rôle qu'il jouera en tant qu'application qui permettra de réaliser certains changements importants du futur système de communications, navigation et surveillance/gestion du trafic aérien (CNS/ATM).

La description du rôle de l'ADS-B tient compte de la nature hétérogène et de la situation fluctuante de l'infrastructure terrestre, des capacités des aéronefs, des régimes des espaces aériens et de tous les autres facteurs qui ont une incidence sur la transition entre le système actuel et le système futur.

Un certain nombre de scénarios opérationnels typiques servent à illustrer le concept d'utilisation de l'ADS-B. Ces scénarios décrivent diverses phases de vol dans un environnement de porte à porte, surveillance d'aéroport comprise, ils présentent les interactions entre les éléments embarqués, terrestres, humains et automatisés du système. Ils présentent en outre quelques-unes des applications prises en charge et illustrent le rôle de l'ADS-B en tant qu'outil habilitant dans un environnement mixte de surveillance. On notera que les scénarios choisis ne sont que des exemples qui ne sauraient inclure toutes les utilisations possibles de l'ADS-B.

Le concept d'utilisation de l'ADS-B décrit comment l'ADS-B prendra en charge le service futur de surveillance. Ce service a une envergure beaucoup plus large que celui qui est en place actuellement et il comprendra également une fonction air-air ainsi que la capacité de fournir des données additionnelles telles que les vecteurs d'état ou les intentions de trajectoire. Les niveaux de surveillance que l'ADS-B devrait être capable d'assumer au sol ou en vol, selon le cas, sont la surveillance de base, la surveillance améliorée (à l'aide du vecteur d'état) et la surveillance fondée sur l'intention (à l'aide de l'intention de trajectoire).

Il convient de noter que l'ADS-B présenté ici, joue un rôle qui s'ajoute à ceux d'autres outils habilitants tels que le radar secondaire de surveillance (SSR), le SSR mode S et la surveillance dépendante automatique en mode contrat (ADS-C).

Le document présente également une analyse de l'impact à divers niveaux (opérationnel, organisationnel, etc.) de la mise en œuvre du système ADS-B.

GLOSSAIRE

Système embarqué d'assurance de la séparation (ASAS) (en cours de mise au point) : Système embarqué associé au système de surveillance de bord qui aide l'équipage à s'assurer de la séparation entre l'aéronef qu'il pilote et les autres aéronefs.

ADS en mode contrat (ADS-C): Moyen permettant d'échanger entre le système terrestre et l'aéronef les termes d'une entente ADS qui spécifie les conditions requises pour déclencher les rapports ADS et les données contenues dans ces rapports.

Note: L'expression «ADS en mode contrat» est un terme générique qui peut s'appliquer à un contrat ADS d'événement, à un contrat ADS à la demande, à un contrat ADS périodique ou à un mode d'urgence. Il peut exister un réacheminement des rapports ADS au sol entre les systèmes terrestres.

Communications contrôleur-pilote par liaison de données (CDPLC): Application de liaison de données qui permet les communications ATC par liaison de données entre le contrôleur et le pilote.

Surveillance dépendante automatique en mode diffusion (ADS-B) (en cours de mise au point) : Technique de surveillance grâce à laquelle les aéronefs, les véhicules aéroportuaires et d'autres objets transmettent et/ou reçoivent automatiquement des données telles que leur identification, leur position quadridimensionnelle ou d'autres données, selon les besoins, en mode diffusion, par le biais d'une liaison de données. Dans le cas d'aéronefs ou de véhicules aéroportuaires, les données proviennent des systèmes de navigation et de positionnement de bord.

CHAPITRE 1. INTRODUCTION

1.1 Objet et portée

1.1.1 Le présent document développe un concept d'utilisation de l'ADS-B. Cette technologie est en phase d'élaboration et d'essai; elle est déjà en service dans plusieurs régions du monde. Toutefois, les normes internationales servant à incorporer l'ADS-B dans le futur système mondial CNS/ATM n'ont pas encore été élaborées. Dans ce cheminement, le présent document constitue une première étape.

1.1.2 La tâche que la Commission de navigation aérienne a assignée au Groupe d'experts des liaisons de données opérationnelles (OPLINKS) était «d'élaborer un concept d'utilisation et de déterminer les besoins opérationnels en vue de l'application de l'ADS en mode diffusion». La portée du présent document se confine à la partie «concept d'utilisation» de la tâche. On n'y mentionne aucun besoin opérationnel spécifique même si son contenu conduit tout naturellement à la définition de besoins opérationnels pour l'ADS-B.

1.2 Historique

1.2.1 Au début des années 90, l'OACI a approuvé le concept du futur système de navigation aérienne (FANS), fondé sur la technique des satellites, dont le titre s'est ensuite transformé en CNS/ATM. Le système traditionnel de surveillance ATC a des limites qui imposent des contraintes à l'environnement ATM actuel et futur. Ces limites sont notamment les suivantes :

- a) surveillance limitée ou non conventionnelle en certains endroits : régions continentales non équipées, régions autres que continentales, lieux de circulation à la surface, cônes de silence, zones mortes, secteurs de masquage d'antenne, etc. Dans certains cas (par exemple les zones océaniques), il faudra recourir au contrôle des procédures, donc à des comptes rendus de position vocaux;
- b) rotation mécanique des antennes radar classiques donnant lieu à des périodes sans données lors de chaque cycle de balayage et à des restrictions au réglage possible de la cadence des rapports en vue de satisfaire les besoins de l'ATC (*Note : les antennes E-SCAN peuvent constituer une solution de remplacement dans un tel cas*);
- c) enchevêtrement, réponses asynchrones et éclatement;
- d) absence de données provenant d'aéronefs en dehors des données d'altitude et d'identification en mode A/C;
- e) fonctionnement non homogène en raison de la diversité des systèmes dont les performances et les capacités sont différentes;
- f) dans certaines régions, pénurie de codes en mode A — il n'y en a que 4 096 — de sorte qu'il faut en changer souvent au cours d'un vol et qu'il peut aussi y avoir des ambiguïtés d'identification;
- g) impossibilité de prendre en charge les futures applications embarquées de conscience de la situation étant donné que les données de surveillance nécessaires ne sont pas fournies à l'équipage;

- h) impossibilité de prendre en charge les applications de surveillance des mouvements à la surface dans les aéroports.

1.2.2 En raison des contraintes exposées ci-haut et des coûts, les niveaux de capacité, de souplesse et d'efficacité nécessaires pour faire face à la croissance prévue du trafic aérien ne pourront être atteints avec les systèmes de surveillance existants. Plusieurs techniques de surveillance ont été élaborées en vue de faire face à ces limites : radar secondaire de surveillance (SSR) en mode S avec services améliorés, ADS en mode contrat (ADS-C) et ADS en mode diffusion (ADS-B).

1.3 Aperçu du concept

1.3.1 Le Groupe d'experts sur le concept opérationnel de gestion du trafic aérien de l'OACI a établi, lors de sa première réunion (ATMCP/1), que le concept opérationnel de gestion du trafic aérien était une description des services requis pour que puisse fonctionner le système mondial de trafic aérien jusqu'en 2025 et au-delà. Le concept opérationnel énonce ce qui est nécessaire à l'accroissement de la souplesse offerte aux usagers et à la maximisation de l'efficacité des opérations de façon à augmenter la capacité du système et à améliorer les niveaux de sécurité dans le futur système de gestion du trafic aérien. Les travaux exhaustifs déjà effectués ou en cours d'exécution ont convaincu l'OACI que la fonctionnalité de l'ADS-B pourrait devenir l'un des éléments clés nécessaires à l'atteinte des objectifs du concept opérationnel.

1.3.2 Le concept d'utilisation de l'ADS-B présente cet outil comme un de ceux qui pourront habilitier le futur système mondial CNS/ATM. L'ADS-B est présentée au Chapitre 2 : sa fonctionnalité, son rôle dans l'ATM, les améliorations opérationnelles qu'elle procure et ses applications typiques. Les applications sont d'ailleurs illustrées au Chapitre 3 à l'aide d'une série de scénarios opérationnels. Ces scénarios comprennent toutes les phases du vol dans un environnement de porte à porte; ils décrivent certains aspects des interactions air-air, air-sol, sol-air et sol-sol ainsi que les éléments humains et automatisés. Enfin, le Chapitre 4 traite des questions importantes à prendre en considération tandis que le Chapitre 5 porte sur la mise en œuvre par les États.

1.3.3 Au moment où le concept d'utilisation de l'ADS-B a été élaboré, d'autres outils habilitants coexistants (ADS-C, TIS-B¹, CPDLC, etc.) ont également été examinés en vue d'établir quels seraient leurs rôles complémentaires dans divers scénarios opérationnels.

1.3.4 L'objectif principal est de parvenir à un consensus sur la terminologie, les définitions et les utilisations possibles de l'ADS-B dans l'environnement futur. L'objectif secondaire est d'y parvenir assez tôt pendant les différentes étapes de l'évolution vers ce nouvel environnement de façon à influencer et à faciliter cette évolution.

¹ Le TIS-B est un service qui permet aux aéronefs non équipés d'ADS-B de diffuser en mode ADS-B des données de position ou autres. On considère qu'il s'agit d'un moyen non négligeable de faciliter les services ADS-B au cours de la période de transition pendant laquelle il n'est pas techniquement ou économiquement possible d'équiper tous les aéronefs d'ADS-B.

CHAPITRE 2. CONCEPT DE SURVEILLANCE À L'AIDE DE L'ADS-B

2.1 Généralités

2.1.1 La surveillance en aviation civile sert à des fins diverses : ATM, conditions météorologiques, évitement d'obstacles, recherches et sauvetage, etc. Plusieurs techniques permettent d'obtenir des données de surveillance aux fins de l'ATM, mais il n'en existe que deux qui sont indépendantes des cibles sous surveillance, ces cibles pouvant être des aéronefs, des véhicules et de nombreux autres éléments du «trafic». Ces deux techniques indépendantes sont l'acquisition visuel et l'observation au radar primaire de surveillance (PSR).

2.1.2 Toutes les autres techniques, dont l'utilisation du SSR, de l'ADS-C, de l'ADS-B et des rapports de position par CPDLC, requièrent à des degrés divers la participation de la cible et la présence à bord d'équipement permettant de communiquer des données de surveillance. Ainsi, les rapports de position en phonie et en CPDLC exigent un équipement particulier de communications et «dépendent» des données de navigation 4-D fournies par l'avionique.

2.1.3 Le SSR mode S ajoute aux renseignements communiqués en mode A/C (identification et altitude) une adresse élargie de l'aéronef et une capacité de liaison de données bilatérale. Le mode S a aussi permis au système anticollision embarqué (ACAS) d'évoluer.

2.1.4 Comme son nom l'indique, la surveillance dépendante automatique peut être considérée comme un hybride de techniques de surveillance «traditionnelles» combinant une dépendance des rapports de position avec l'automation caractéristique des réponses SSR. Les rapports ADS-C s'exécutent selon un «contrat» conclu entre l'ATS et l'aéronef. Semblables aux données radar, ces rapports ne sont pas reçus par les autres aéronefs et les intervalles entre les rapports sont relativement longs. Les rapports ADS-B, au contraire, sont diffusés à des intervalles plutôt fréquents et, en plus de communiquer des données du genre «radar» pour la surveillance à partir du sol, fournissent une capacité de surveillance à partir du poste de pilotage. L'un des plus grands avantages de l'ADS-B, de l'ADS-C et du mode S est la capacité de fournir un vecteur d'état et des données sur l'intention.

Note.— Le mode S amélioré peut être utilisé pour communiquer aux systèmes terrestres des renseignements sur les intentions d'un aéronef mais, contrairement à l'ADS-B, il ne peut pas servir à communiquer ces intentions aux autres aéronefs.

2.2 Fonctionnalité ADS-B

2.2.1 L'ADS-B est une application de surveillance qui, au moyen d'une liaison de données en mode diffusion, permet la transmission périodique de paramètres tels que l'identification, la position et l'intégrité de la position d'un aéronef ou d'un véhicule. Tout usager, au sol ou en vol, à portée de diffusion, peut décider de recevoir, traiter et afficher ces paramètres. Les informations ADS-B sont diffusées sans que l'émetteur sache quels usagers les reçoivent et sans qu'il en attende un accusé de réception ou une réponse. L'ADS-B peut servir à identifier, outre les aéronefs et les véhicules, tout autre danger tels que des obstacles, des parachutistes, etc.

2.2.2 L'ADS-B est automatique du fait qu'aucune action de l'équipage de conduite ou du contrôleur n'est requise pour qu'une information soit transmise. La surveillance est «dépendante» du fait que les informations touchant la surveillance dépendent des références de navigation et des capacités de diffusion associées à l'émetteur qui les transmet.

2.2.3 Un système ADS-B se compose des éléments suivants (voir la Figure 1) : un sous-système de transmission comprenant les fonctions de génération et de transmission de messages à la source (aéronef/véhicule/obstacle), un médium de diffusion par liaison de données et un sous-système de réception comprenant les fonctions de réception des messages et d'assemblage des rapports dans l'aéronef, le véhicule ou le système terrestre. Il convient d'observer que certains usagers de l'ADS-B peuvent être capables de transmettre sans recevoir, tandis que certains usagers au sol sont capables de recevoir sans transmettre.

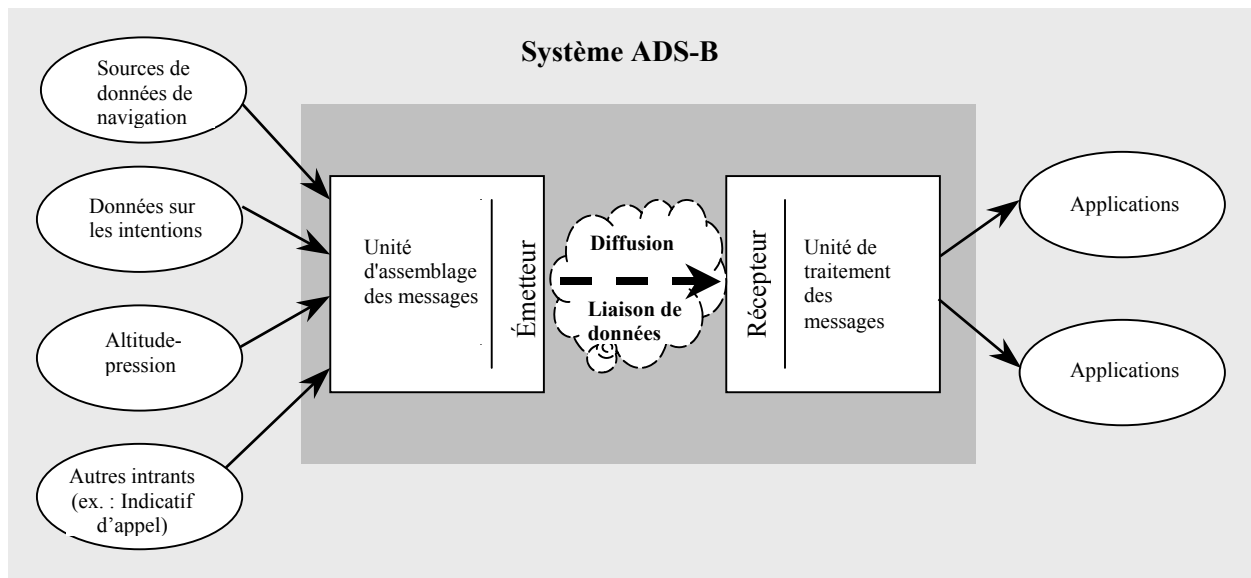


Figure 1. Relation fonctionnelle entre l'ADS-B et les applications de surveillance

2.2.4 Ni les sources des informations transmises ni les applications des usagers ne sont considérées comme faisant partie du système ADS-B, mais leurs caractéristiques de performance doivent faire partie de la définition de performance globale du système ADS-B.

2.3 Rôle de l'ADS-B dans la gestion du trafic aérien (ATM)

2.3.1 Dans le concept opérationnel ATM remis à l'ATMCP/1 (réunion tenue à Montréal, du 18 au 28 mars 2002) et présenté à la onzième Conférence de navigation aérienne (à Montréal, du 22 septembre au 3 octobre 2003), on décrit la gestion du trafic aérien (ATM) comme la gestion dynamique et intégrée de la circulation aérienne et de l'espace aérien de façon sûre, économique et efficace, grâce à la fourniture d'installations et à la prestation de services sans discontinuité, en collaboration avec tous les partenaires. Le concept opérationnel décrit également un système qui permet l'ATM grâce à l'intégration concertée de l'être humain, de l'information, de la technologie, des installations et des services, et s'appuyant sur les moyens de communications, de navigation et de surveillance au sol, à bord et/ou dans l'espace.

Appendice

2.3.2 Le concept opérationnel désigne sept composantes interdépendantes du futur système ATM, comme suit :

- a) organisation et gestion de l'espace aérien;
- b) opérations d'aérodrome;
- c) équilibre entre la demande et la capacité;
- d) synchronisation du trafic;
- e) gestion des conflits;
- f) opérations des usagers de l'espace aérien;
- g) gestion de la prestation des services ATM.

2.3.3 Autres caractéristiques inhérentes au concept opérationnel, leur variabilité d'échelle et leur adaptabilité aux besoins spécifiques et à l'environnement opérationnel de chaque État et chaque région. L'ADS-B présente aussi ces caractéristiques en ce sens que certaines de ses applications sont possibles selon les besoins.

2.3.4 L'ADS-B fait partie des technologies habilitantes qui amélioreront la prestation des services ATM par le biais d'applications variées, qu'il s'agisse de permettre le contrôle de la circulation aérienne comme s'il y avait un radar ou d'accroître la conscience de la situation dans le poste de pilotage. L'ADS-B permettra aussi l'échange, d'une manière intégrée, d'informations sur la météorologie, la navigation, la surveillance et divers éléments opérationnels.

2.3.5 Les applications ADS-B auront une incidence directe sur les opérations aux aérodromes, la synchronisation du trafic, les opérations des usagers de l'espace aérien et la gestion des conflits, ce qui aura des répercussions sur la nature de l'organisation et de la gestion de l'espace aérien, l'équilibre de la demande et de la capacité et la gestion de la prestation des services ATM.

2.3.6 En résumé, il importe de souligner que l'ADS-B pourra fournir une couverture de surveillance de «porte à porte», c'est-à-dire du premier déplacement au sol d'un aéronef jusqu'à l'arrêt des moteurs à destination, en passant par toutes les phases du vol.

2.3.7 **Améliorations de l'ATM et avantages**

2.3.7.1 On s'attend à ce que l'ADS-B et ses applications procurent d'importantes améliorations opérationnelles puisqu'elles éliminent certaines limites du système actuel de surveillance et optimisent la charge de travail du contrôleur et de l'équipage; elles devraient également procurer des avantages importants en matière de sécurité, de capacité, d'efficacité et d'environnement, participant ainsi à l'ensemble des objectifs du CNS/ATM. Les avantages sont notamment les suivants :

- a) prolongement de la couverture de surveillance à basse altitude (au-dessous de la couverture actuelle des radars) et dans les régions actuellement sans couverture radar, permettant ainsi une utilisation plus efficace de l'espace aérien;

- b) instauration d'un service de surveillance sans discontinuité «de porte à porte» dont bénéficieront non seulement l'aviation civile internationale mais également l'aviation générale et l'aviation militaire;
- c) intégration de données provenant des aéronefs dans un grand nombre de systèmes : système terrestre d'alerte de conflit, système d'avertissement d'altitude minimale de sécurité, système d'avertissement de proximité de zone dangereuse, outils automatisés de soutien, traitement et distribution de données de surveillance. Les données provenant des aéronefs donneront en outre aux contrôleurs l'accès aux paramètres des vecteurs d'état (appelés aussi *paramètres d'accès du contrôleur* ou CAP);
- d) capacité de surveillance à partir des systèmes embarqués, ce qui peut donner à l'équipage une meilleure conscience de la situation et rendre possible la mise en œuvre progressive de systèmes embarqués d'aide à la séparation;
- e) accroissement de la sécurité et de la capacité des aéroports, surtout en conditions de faible visibilité, en surveillant la circulation à la surface et, en même temps, en protégeant les pistes contre les incursions. L'ADS-B permettra d'identifier et de suivre les véhicules pertinents aux aéroports ainsi que les aéronefs;
- f) modification, grâce à une surveillance améliorée, de la sectorisation de l'espace aérien et de la structure des routes, ce qui devrait procurer un acheminement plus efficace;
- g) réduction des coûts d'infrastructure. En effet, dans l'espace aérien où tous les aéronefs sont équipés en ADS-B, il pourrait être possible de retirer du service certains équipements radar; par contre, si la couverture de surveillance multiple est requise, il serait possible d'optimiser l'infrastructure de surveillance au moyen d'une combinaison adéquate de détecteurs radar et d'ADS-B. L'ADS-B pourrait donc contribuer à réduire le nombre de détecteurs radar;
- h) réduction de coûts obtenue en mettant en œuvre un système de surveillance fondé sur l'ADS-B plutôt qu'en perpétuant les dépenses associées à l'installation, à l'entretien et à l'expansion des systèmes de surveillance actuels fondés sur l'utilisation du radar.

2.3.7.2 Nul ne nie le fait que d'autres technologies telles que la surveillance améliorée en mode S, l'ADS-C et les systèmes de multilatération terrestres peuvent aussi procurer certains des avantages énoncés ci-dessus.

2.4 Applications ADS-B

2.4.1 Aperçu

2.4.1.1 Plusieurs applications ont fait l'objet de recherches et, dans certains cas, ont été mises en œuvre, dans le but de produire les améliorations opérationnelles mentionnées ci-haut. Ces applications ne couvrent pas l'ensemble des besoins, mais elles comprennent la plus grande partie de celles prises en considération pour régler les problèmes à court et à moyen terme. Étant donné que les services se trouvent à des étapes différentes de développement, seules quelques-unes des applications mentionnées au Tableau 1 figurent dans les scénarios (voir le paragraphe 3.2).

Catégorie	Applications
Applications de surveillance installées au sol	a) surveillance ATC en espace aérien avec couverture radar; b) surveillance ATC en espace aérien sans couverture radar; c) surveillance de la circulation à la surface aux aéroports; d) données dérivées des systèmes embarqués utilisées par les outils ATM terrestres.
Applications de surveillance embarquées	a) Conscience de la situation : 1) amélioration de la conscience de la situation au sol aux aéroports; 2) amélioration de la conscience de la situation en vol; 3) amélioration de l'acquisition visuelle; 4) amélioration des approches visuelles successives. b) Espacement et séparation en vol : 1) amélioration du séquençement et de la combinaison du trafic; 2) procédure de séparation en séquence; 3) amélioration des manœuvres de croisement et de dépassement.
Autres applications	gestion de l'aire de trafic et des portes d'embarquement; contrôle du bruit; suivi des vols (AOC, écoles de pilotage); surveillance à distance des aéroports aux fins du paiement de redevances; amélioration de la conscience de la situation en ce qui concerne les obstacles; SAR, ELT, intervention d'urgence.

Tableau 1. Applications possibles de l'ADS-B envisagées pour une mise en œuvre future

2.4.2 Applications de surveillance installées au sol

2.4.2.1 Surveillance ATC en espace aérien avec couverture radar

2.4.2.1.1 L'amélioration de la précision et le rythme accru de mises à jour que permettent les rapports ADS-B, sans compter les autres capacités du système, peuvent améliorer les services de surveillance et laisser envisager l'application de normes de séparation ayant des valeurs plus faibles.

2.4.2.1.2 L'application permettra, pour les vols en route dans l'espace aérien, la surveillance ATC que l'on obtient actuellement à l'aide du radar. Ce serait le cas des régions où la surveillance s'effectue avec la couverture d'un radar primaire. Quand le SSR est employé, l'ADS-B peut servir de système de secours et compléter les mises à jour des indications de positions radar grâce aux rapports de position additionnels. Lorsque le PSR est utilisé, l'ADS-B peut fournir des données additionnelles telles que l'identification de l'aéronef et l'altitude barométrique.

2.4.2.1.3 Dans ces environnements, l'ADS-B peut en outre fournir des données dérivées des systèmes embarqués qui peuvent améliorer le traitement des données de surveillance (par exemple, données sur les intentions, vecteurs d'état).

2.4.2.2 Surveillance ATC en espace aérien sans couverture radar

2.4.2.2.1 L'application permet la surveillance ATC dans les régions sans radar (par exemple, régions continentales peu peuplées, régions d'opération au large des côtes, certaines régions océaniques), l'objet ici étant d'améliorer les services de séparation et d'information sur le trafic.

2.4.2.2.2 Même si l'ADS-C est utilisé, l'ADS-B pour fournir des mises à jour de positions plus fréquentes, ce qui permet d'envisager des normes de séparation ayant des valeurs plus faibles.

2.4.2.3 Surveillance de la circulation à la surface aux aéroports

2.4.2.3.1 L'application ajoute une nouvelle source de données de surveillance aux aéroports, ce qui permet une gestion plus sûre et plus efficace de la circulation à la surface. Certains véhicules aéroportuaires peuvent aussi être équipés en ADS-B et affichés, comme les aéronefs, sur le dispositif d'affichage de situation.

2.4.2.3.2 L'ADS-B appuiera la détection des conflits au sol en fournissant de fréquentes mises à jour sur la position des aéronefs et des véhicules, ce qui permettra de suivre leurs déplacements et d'éviter les incursions sur piste.

2.4.2.4 Données dérivées des systèmes embarqués utilisées par les outils ATM terrestres

2.4.2.4.1 L'application transmet par ADS-B des données additionnelles provenant des systèmes embarqués, tels que les vecteurs d'état et les intentions, que le système ATC terrestre peut utiliser dans des outils d'aide automatisés spécialement élaborés ou modifiés pour les inclure, et qui servent à :

- a) la surveillance du respect des règles et des normes;
- b) la prédiction des conflits;
- c) la détection des conflits;
- d) le déclenchement du système d'avertissement d'altitude minimale de sécurité;
- e) le déclenchement du système d'avertissement de proximité de zone dangereuse;
- f) le séquençage du trafic.

2.4.3 Applications de surveillance embarquées

2.4.3.1 Conscience de la situation

2.4.3.1.1 Les applications ayant pour objet la «conscience de la situation» visent à donner aux membres d'équipage de conduite une meilleure connaissance du trafic qui entoure leur aéronef, tant dans les airs qu'au sol, et à améliorer leur processus décisionnel en vue d'une gestion sûre et efficace de leur

Appendice

vol. On n'envisage pas que la mise en œuvre de ces applications donnera lieu à des modifications des tâches et des responsabilités de séparation.

2.4.3.1.2 Une formation adéquate sera nécessaire afin d'éviter une utilisation inadéquate des applications de conscience de la situation (interrogations inadéquates ou manœuvres inattendues) qui pourraient perturber les services ATC.

2.4.3.1.3 Amélioration de la conscience de la situation au sol aux aéroports

2.4.3.1.3.1 L'application donne aux équipages de conduite une conscience améliorée de la situation concernant le trafic sur la surface d'un aéroport, tant sur les pistes que sur les voies de circulation, en tout temps, et notamment en conditions de mauvaise visibilité. Avec ce genre d'application, on cherche à améliorer la sécurité lors du refoulement, aux intersections des voies de circulation et lors de l'entrée sur les pistes.

2.4.3.1.4 Amélioration de la conscience de la situation en vol

2.4.3.1.4.1 L'application communique aux équipages de conduite une conscience améliorée de la situation du trafic en vol, quelles que soient les conditions de visibilité. Elle donne aux équipages des données additionnelles sur le trafic qui complètent celles fournies par les contrôleurs ou les équipages d'autres aéronefs. Elle permet à l'équipage de conduite de mieux comprendre les instructions de l'ATC. Elle permet également de diminuer les communications en phonie et, aux endroits où les communications par CPDLC et/ou par hautes fréquences (HF) sont disponibles, elle peut servir à compenser la perte d'une liaison multipoint. Par conséquent, l'atteinte des objectifs devrait produire une amélioration de la sécurité et de l'efficacité des services de la circulation aérienne.

2.4.3.1.5 Amélioration de l'acquisition visuelle

2.4.3.1.5.1 L'application augmente la capacité des équipages de conduite à faire l'acquisition visuelle des autres aéronefs, surtout quand ils sont tenus de suivre la méthode «voir pour éviter» lors d'opérations VFR/VFR ou IFR/VFR en espace aérien de classes D, E et G. En fait, compte tenu de l'augmentation de la vitesse des aéronefs, du faible champ de vision à partir d'un poste de pilotage moderne et de la charge de travail des pilotes dans certaines phases du vol, les limites de la méthode «voir pour éviter» ont été atteintes.

2.4.3.1.6 Amélioration des approches visuelles successives

2.4.3.1.6.1 L'application constitue une aide visuelle pour les équipages de conduite d'aéronefs qui effectuent des approches les uns à la suite des autres quand ces équipages sont tenus de maintenir la séparation visuelle par rapport aux aéronefs qui les précèdent. L'atteinte des objectifs devrait permettre d'effectuer plus souvent des procédures d'approches visuelles successives et d'augmenter le rythme d'utilisation des pistes tout en accroissant la sécurité des opérations.

2.4.3.2 Espacement et séparation en vol

2.4.3.2.1 Amélioration du séquençement et de la combinaison du trafic

2.4.3.2.1.1 L'objectif est de redistribuer les tâches des contrôleurs et des équipages en matière de séquençement (par exemple, file d'aéronefs) et de combinaison de trafic. Les contrôleurs auront à leur disposition de nouvelles procédures qui permettront à l'équipage d'un aéronef d'établir et de maintenir un

certain espace, en temps ou en distance, entre leur appareil et un autre aéronef désigné. Les équipages de conduite effectueront ces tâches à l'aide d'interfaces homme-machine. Les avantages escomptés sont une meilleure gestion des tâches par les contrôleurs et moins d'écarts par rapport aux valeurs d'espacement requis.

2.4.3.2.2 Procédure de séparation en séquence dans l'espace aérien océanique

2.4.3.2.2.1 La procédure de séparation en séquence dans l'espace aérien océanique sans couverture radar permettrait à des aéronefs équipés en ADS-B séparés en séquence et qui peuvent ne pas avoir entre eux la distance minimale d'espacement actuellement en vigueur de traverser en montée ou en descente les niveaux de vol occupés par d'autres aéronefs. L'objectif visé est d'optimiser l'utilisation de l'espace aérien océanique en autorisant plus fréquemment les changements de niveaux de vol qu'à l'heure actuelle de façon à obtenir un meilleur rendement des vols (c'est-à-dire : économies de carburant, évitement de la turbulence à certains niveaux).

2.4.3.2.3 Amélioration des manœuvres de croisement et de dépassement

2.4.3.2.3.1 L'objectif est de redistribuer les tâches des contrôleurs et des équipages en matière de croisement et de dépassement pour certains types de trafic. Les contrôleurs auront à leur disposition de nouvelles procédures qui leur permettront de communiquer à l'équipage d'un aéronef l'instruction d'effectuer une manœuvre de façon à obtenir une séparation donnée par rapport à un autre aéronef. Les équipages de conduite effectueront ces tâches à l'aide d'interfaces homme-machine. Les avantages escomptés sont de libérer le contrôleur en redistribuant les tâches.

2.4.4 Autres applications

2.4.4.1 D'autres applications de l'ADS-B sont examinées par divers forums, groupes d'experts et groupes de l'industrie aéronautique. Ces applications permettraient, entre autres, de :

- a) surveiller des trajectoires de vol de façon à s'assurer que les aéronefs respectent les environnements sensibles au bruit (par exemple, couvre-feu);
 - b) obtenir plus facilement des données en vue de réclamer les redevances en régions éloignées là où c'est possible;
 - c) permettre aux écoles de pilotage de surveiller les évolutions de pilotes débutants, lors des premiers vols de navigation par exemple;
 - d) générer l'affichage d'obstacles temporaires tels qu'une grue distributrice à tour équipée d'un émetteur ADS-B;
 - e) accroître les capacités en matière de recherches et sauvetage (SAR), de localisation d'urgence (ELT) et d'intervention d'urgence. Des appareils d'avionique pourraient être conçus de façon à diffuser des messages ADS-B appropriés lorsqu'ils ont été activés lors d'un écrasement. Les messages ADS-B numériquement codés pourraient être diffusés sur le médium de transport de données servant à la circulation normale des messages ADS-B.
-

CHAPITRE 3. SCÉNARIOS OPÉRATIONNELS

3.1 Description de l'ADS-B et de son environnement

3.1.1 Les environnements opérationnels dans lesquels l'ADS-B sera utilisé peuvent avoir une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- a) infrastructure hétérogène, de l'absence totale de moyen de surveillance à la coexistence de l'ADS-B avec différents types de sources de données conventionnelles telles que le radar primaire et le radar secondaire. Il est prévu que diverses autres technologies telles l'ADS-C et la CPDLC joueront un rôle complémentaire dans la fourniture du service ATC;
- b) variété des niveaux d'équipements embarqués, du moins pendant la période de transition;
- c) variété des types d'espace aérien (c'est-à-dire, niveaux différents de densité de trafic);
- d) variété des phases de vol, c'est-à-dire activités à la surface des aéroports, dans les TMA, en route, en espace continental, en espace océanique, etc.;
- e) variété des types d'applications et de services dans des environnements différents.

3.1.2 Le mode diffusion de l'ADS-B permet de communiquer des données de surveillance à tous les récepteurs capables de capter la transmission. Les fonctions peuvent être aussi bien celles de surveillance en vol que celles de surveillance au sol. Selon le type d'espace aérien, la phase du vol ou les conditions opérationnelles, la cadence des rapports ADS-B peut varier de façon à satisfaire la cadence requise par les différentes applications.

3.2 Description des scénarios

3.2.1 Les scénarios qui suivent décrivent le vol de XYZ123, un avion de transport régional effectuant un service régulier entre l'aéroport de la capitale nationale et un aéroport régional. Bien que les noms, les indicatifs d'appel et les numéros de vol soient fictifs, les scénarios veulent présenter une image réaliste d'une variété d'applications de la technologie ADS-B pouvant être mises en œuvre à court terme.

Note.— Ces scénarios ont pour but de démontrer certaines fonctions possibles de l'ADS-B sans faire une liste exhaustive des possibilités d'application de ce système.

3.2.2 Scénario de circulation à la surface

3.2.2.1 XYZ123 attend à la porte d'embarquement pour faire la correspondance du vol ABC022. Des nuages bas couvrent le ciel au-dessus de l'aéroport tandis qu'ABC022 est en approche aux instruments dans une pluie intense. Sur l'affichage d'informations de trafic dans le poste de pilotage (CDTI), le commandant de bord de XYZ123 s'aperçoit que ABC022 effectue une remise des gaz. Il appelle l'agent technique d'exploitation qui a aussi observé la progression d'ABC022 sur l'écran de son

poste de travail. Ils s'entendent pour ne pas attendre les passagers d'ABC022 et le commandant ordonne de fermer la porte.

3.2.2.2 L'équipage de XYZ123 consulte l'affichage du poste de pilotage, attend qu'un aéronef ait dégagé le passage derrière l'avion et demande l'autorisation de refoulement. Le contrôleur de la circulation à la surface (SMC) ne peut pas voir ce qui se passe sur l'aire de manœuvre à cause de la forte pluie, mais il vérifie si son écran affiche des véhicules ou des aéronefs à proximité de XYZ123 et autorise le refoulement. Quand leur avion est décroché du tracteur, l'équipage de XYZ123 vérifie encore une fois sur le CDTI s'il y a du trafic au sol dans le voisinage et commence ses vérifications prévol.

3.2.2.3 Il pleut encore à torrent quand l'équipage de XYZ123 demande son autorisation de circuler, à l'heure indiquée à l'horaire. La tour est très occupée en raison de nombreuses remises des gaz d'avions à l'arrivée et le contrôleur de la circulation à la surface a une tâche très alourdie en raison de la visibilité limitée, des portes d'embarquement très occupées et de la période de pointe qui vient de commencer. Le contrôleur note que le bloc de données de XYZ123 indique que cet avion est équipé d'un CDTI et l'autorise à suivre HIPPO35 via la voie de circulation B jusqu'à la position d'attente E pour la piste 27.

3.2.2.4 L'équipage de XYZ123 note la position de HIPPO35 sur le CDTI et le suit à une distance plus faible que la sécurité ne le permettrait sans cet équipement dans une telle mauvaise visibilité. Arrivé à l'intersection avec la voie de circulation E, l'avion régional ralentit et tourne en direction de la piste avant de s'immobiliser au point d'attente tandis que HIPPO35 continue vers l'est en direction de son point d'attente en vue d'un décollage sur la pleine longueur de la piste. L'équipage de XYZ123 avise la tour que l'avion est prêt pour le décollage.

3.2.2.5 L'équipage de XYZ123 et le contrôleur de tour réalisent simultanément que l'extrémité de la piste 27 est encore occupée par CAR004, le véhicule d'un préposé à la sécurité de l'aéroport qui effectue une inspection de piste. XYZ123 reçoit l'instruction de s'aligner et d'attendre. Mais avant de pénétrer sur la piste, l'équipage examine la trajectoire d'approche sur le CDTI et remarque que DEF987 est établi en finale à 10 milles et ABC022 à 14 milles.

3.2.2.6 ABC022 effectue une procédure d'espacement à l'aide de l'équipement embarqué, en se tenant à environ 4 NM derrière DEF987, après avoir été guidé vers cette position par le contrôleur d'approche. Grâce à l'affichage des intentions sur le CDTI et les données en temps réel provenant de DEF987, ABC022 est capable de maintenir constamment une séparation de 85 secondes derrière l'avion qui le précède, jusqu'au seuil de piste.

Scénario de circulation à la surface			
Événement	Usager	Application	Fonction ATM
Avant le refoulement	Agent technique d'exploitation	Contrôle d'aire de manœuvre	Opérations aux aéroports
	XYZ123	Amélioration de la conscience de la situation	Opérations des usagers de l'espace aérien
Refoulement et démarrage	SMC	Surveillance ATC principale	Gestion des conflits
	XYZ123	Amélioration de la conscience de la situation	Synchronisation du trafic

Circulation au sol	SMC	Surveillance ATC principale	Opérations aux aérodromes
	XYZ123	Amélioration de la conscience de la situation Amélioration de l'acquisition visuelle Navigation de surface	Opérations des usagers de l'espace aérien
Entrée sur la piste	Tour	Surveillance ATC complémentaire	Gestion des conflits
	XYZ123	Amélioration de la conscience de la situation	Synchronisation du trafic
	CAR004	Amélioration de la conscience de la situation	
Approche finale	ABC022 DEF987	Séparation avec équipement embarqué Amélioration de la conscience de la situation Aide à la séparation	Gestion des conflits Synchronisation du trafic

3.2.3 Scénario en région terminale et en espace aérien en route à forte activité

3.2.3.1 XYZ123 est aligné, prêt à un départ à partir d'une intersection sur la piste 27 pendant que le préposé à la sécurité de l'aérodrome effectue son inspection à l'extrémité ouest de la piste. Derrière XYZ123, DEF987 et ABC022 sont établis en finale pour la piste 27 et HIPPO35 est immobile à la position d'attente au seuil de piste. Les affichages ADS-B ont permis à l'ATC, au préposé à la sécurité et à deux des équipages de maintenir en commun la conscience de la situation. HIPPO35 n'est pas équipé d'un CDTI et son équipage, dans la forte pluie, est tout juste capable de distinguer l'avion régional sur la piste. Au bout d'une minute, le préposé à la sécurité a dégagé la piste; le contrôleur lui donne l'instruction de se tenir à l'écart, puis autorise XYZ123 à décoller. L'équipage de XYZ123 fait un balayage visuel de la piste, confirme l'absence de danger à l'aide du CDTI et affiche la puissance de décollage. Une fois l'avion établi en montée, l'équipage de XYZ123 appelle le contrôleur des départs qui l'autorise au FL150, un niveau intermédiaire, en raison d'un avion d'évacuation sanitaire en sens contraire qui est désigné prioritaire et qui maintient le FL160. Le CDTI permet à l'équipage de voir un courant continu d'aéronefs en rapprochement suivant les routes d'arrivée normalisées au nord et au sud-est et localisent rapidement l'avion d'évacuation sanitaire à 65 milles au nord-est. L'équipage de XYZ123 détermine qu'il n'est pas avantageux de maintenir le taux de montée affiché et demande plutôt une augmentation de vitesse pour hâter le croisement.

3.2.3.2 Le contrôleur des départs a identifié les deux avions sur son radar, mais il utilise les données d'intention ADS-B diffusées par les deux appareils pour compléter ses informations de surveillance au radar. Grâce à ce complément d'information, le contrôleur des départs réautorise XYZ123 à aller directement à sa destination, observe les modifications de données d'intention après que l'équipage a reprogrammé le FMS pour la nouvelle route, puis transfère le contrôle de l'avion régional au contrôleur en route responsable du secteur suivant.

3.2.3.3 Grâce à l'outil de détection des conflits à moyen terme, le contrôleur en route s'aperçoit que la nouvelle autorisation va faire passer les aéronefs à une distance de séparation entre l'un et l'autre de 3,5 milles lorsqu'ils seront approximativement à 42 milles de la tête radar. Cet outil dont les capacités

ont été amplifiées grâce aux données réelles et d'intention fournies par l'ADS-B, permet de prévoir l'écart au moment du croisement avec une plus grande précision. À cette distance, une séparation normalisée effectuée au radar serait de 5 milles, mais comme les deux avions sont équipés de l'ADS-B, la performance de surveillance améliorée, qui incorpore notamment une cadence rapide de mise à jour, permet d'appliquer un minimum réduit de séparation. Quand l'équipage de XYZ123 entre en communication avec le centre de contrôle de la circulation aérienne, le contrôleur peut supprimer la restriction d'altitude et réautoriser l'avion régional au FL250.

3.2.3.4 Au cours de la montée, l'équipage a pu surveiller une cible non identifiée obtenue par liaison montante du TIS-B qui apparaît par intermittence sur le CDTI, légèrement à gauche de la route prévue et se dirigeant lentement vers l'ouest. Le symbole indique que l'information est fondée sur un écho du radar primaire, ce qui permet à l'équipage de croire qu'il s'agit probablement d'un avion de loisirs évoluant beaucoup plus pas que le plancher de la région de contrôle.

Scénario en région terminale et en espace aérien en route à forte activité			
Événement	Usager	Application	Fonction ATM
Décollage	Tour	Surveillance ATC complémentaire	Opérations des usagers de l'espace aérien
	XYZ123	Amélioration de la conscience de la situation	
Départ	ACC	Surveillance ATC complémentaire	Gestion des conflits Synchronisation du trafic
		Outils ATM	
	XYZ123	Amélioration de la conscience de la situation	
Montée	ACC	Surveillance ATC complémentaire	
		Outils ATM	
	XYZ123	Amélioration de la conscience de la situation	

3.2.4 Scénario en espace aérien à faible densité de trafic

3.2.4.1 XYZ123 est en croisière au FL250 vers sa destination et suit une route directe que l'avion a prise peu de temps après le décollage. L'avion se trouve maintenant dans un espace aérien à faible densité de trafic et il est sorti de la couverture radar peu de temps après la fin de montée. Toutefois, l'avion apparaît toujours sur l'écran d'affichage de la situation du contrôleur en route grâce à la capacité de liaison de données de l'ADS-B. La destination n'est plus qu'à quarante minutes.

3.2.4.2 L'équipage qui gardait l'écoute sur la fréquence VHF d'urgence entend soudain un signal provenant d'un émetteur de localisation d'urgence. L'équipage signale la réception de ce signal à l'ATC et reste à l'écoute. Le signal devient progressivement plus faible. Sur demande de l'ATC, l'équipage examine leur CDTI à la recherche de cibles ADS-B stationnaires et communique à l'ATC l'emplacement et l'indicatif d'appel d'un aéronef apparemment au sol, à 96 milles au nord-ouest. Le signal de l'ELT disparaît au bout de quelques minutes et XYZ123 continue sa route vers le nord-est.

Appendice

3.2.4.3 L'équipage vérifie la météo à destination et se prépare pour la descente. Le CDTI indique la présence d'un avion de la même compagnie, XYZ205, à destination du même aéroport en provenance du sud-est et ayant une distance restante similaire à parcourir. Le contrôle d'exploitation aéronautique (AOC) de la compagnie a également surveillé les deux avions et s'est arrangé pour que le personnel de réserve s'occupe de XYZ205 à un emplacement de stationnement à part. Le contrôle d'exploitation a également noté que XYZ123 a deux minutes d'avance sur l'horaire.

3.2.4.4 À 85 milles de la destination, l'équipage reçoit l'autorisation de descendre à 4 000 pieds et est avisé d'un aéronef VFR qui traverse sa route en espace aérien de classe E, 30 milles plus loin, à 8 500 pieds. À l'aide du CDTI, l'équipage localise le trafic et confirme que le profil de descente choisi devrait garantir une séparation adéquate.

3.2.4.5 Le contrôleur en route remarque que les deux avions vont passer à distance de sécurité l'un de l'autre et autorise l'avion régional à aller directement au repère d'approche initiale (IAF) pour la piste 36. Le contrôleur en route avise ensuite l'équipage de XYZ123 qu'il suivra XYZ205, l'autre avion de la compagnie.

3.2.4.6 Peu de temps après avoir mis à jour les données de plan de vol pour tenir compte de l'autorisation d'aller directement à l'IAF, le contrôleur reçoit un message d'alerte lui signalant que les données d'intention ADS-B provenant du système de gestion de vol (FMS) de l'avion ne correspondent pas à ses données de plan de vol. L'affichage graphique des données d'intention indique que l'avion continue de diffuser son intention de se diriger directement vers le centre de l'aérodrome.

3.2.4.7 Avant que le contrôleur n'ait eu le temps de faire une autre transmission pour obtenir des précisions sur les données de route de la part de l'équipage, celui-ci modifie la route dans le FMS pour qu'elle corresponde à la nouvelle autorisation et l'alerte au poste du contrôleur disparaît.

3.2.4.8 Quelques minutes plus tard, le contrôleur s'aperçoit que XYZ123 a réduit sa vitesse et qu'il aura par conséquent au repère une séparation adéquate avec l'autre avion. Immédiatement avant que l'avion franchisse la limite de l'espace aérien, le contrôleur en route le transfère au contrôleur d'approche et de tour.

Scénario en espace aérien à faible densité du trafic en route			
Événement	Usager	Application	Fonction ATM
Croisière	ACC	Surveillance ATC principale	Opérations des usagers de l'espace aérien
	XYZ123	Amélioration de la conscience de la situation	
	AOC	Gestion des portes d'embarquement	Gestion des conflits
Signal ELT	ACC	Alertes et rapports SAR	Synchronisation du trafic
Descente	ACC	Surveillance ATC principale	
		Outils ATM	
	XYZ123	Amélioration de la conscience de la situation	
		Assistance à la séparation	

3.2.5 Scénario en espace aérien de région terminale sans couverture radar

3.2.5.1 À 30 NM de sa destination, XYZ123 appelle le contrôleur de tour et d'approche. Comme prévu, aucune autre descente n'est autorisée à ce moment-là en raison des marges nécessaires de franchissement des obstacles et du relief. Le CDTI affiche un certain nombre d'obstacles temporaires dus à la construction d'édifices qui ont été munis d'émetteurs ADS-B. Les pilotes sont aussi au courant d'un NOTAM qui signale qu'un émetteur ADS-B qui équipe un des obstacles temporaires est hors service.

3.2.5.2 Les conditions météorologiques s'améliorent de minute en minute : à 20 NM de sa destination, XYZ123 se trouve en conditions météorologiques de vol à vue (VMC) et l'équipage demande à effectuer une approche visuelle. Le contrôleur l'avise qu'il sera numéro deux derrière XYZ205 et lui donne l'instruction de signaler s'il a l'autre appareil de la compagnie en vue. À l'aide du CDTI, l'équipage peut immédiatement établir un contact visuel avec XYZ205 et annonce qu'il a le trafic en vue à deux heures, six milles. Le contrôleur lui donne l'instruction de suivre XYZ205 en tant que «numéro deux» pour une approche visuelle. Comme l'équipage avait déjà été avisé de s'attendre à être numéro deux, il avait déjà réduit la vitesse à une valeur appropriée de sorte qu'il n'est pas nécessaire de modifier la vitesse.

3.2.5.3 Dès que le contrôleur des services au sol de la compagnie (CGSC) XYZ est au courant de l'arrivée (ETA) plus tôt que prévue de l'avion, il déclenche les activités d'avitaillement, de ravitaillement et de manutention des bagages plus tôt que prévu. Ce gain de temps réduit l'attente des services au stationnement, réduit la consommation de carburant et atténue l'impact sur l'environnement.

3.2.5.4 Une fois que leur avion est établi en final, l'équipage de XYZ123 s'aperçoit que la vitesse de l'appareil précédent a diminué considérablement. Afin de maintenir la séparation, il réduit aussi la vitesse et, au même moment, l'équipage de XYZ205 signale au contrôleur de tour et d'approche qu'il y a de la turbulence en finale.

3.2.5.5 Le contrôleur de tour observe la réduction de vitesse des deux avions sur son écran et appelle XYZ123 pour s'assurer que l'équipage est au courant du rapport de turbulence. Le même rapport est entré également dans l'ordinateur hôte de l'ATC pour qu'il soit transmis par FIS-B à tout trafic concerné.

3.2.5.6 Le seuil de piste est décalé en ce moment à cause des travaux. Un certain nombre de cibles sont affichées sur le CDTI de sorte qu'il y a du fouillis sur l'écran avec l'échelle d'affichage sélectionnée. L'équipage choisit une échelle plus grande et peut alors observer trois véhicules de service et un véhicule d'urgence qui se déplacent dans la zone des travaux.

3.2.5.7 XYZ205 atterrit et dégage la piste. Le contrôleur vérifie visuellement que la piste est libre et confirme son observation à l'aide de l'affichage de la situation dans la tour. Le contrôleur rappelle à XYZ123 que le seuil est décalé et l'autorise à atterrir. L'équipage fait aussi une vérification de la situation sur la piste avant d'accuser réception de l'autorisation.

3.2.5.8 Après avoir atterri et dégagé la piste, XYZ123 reçoit l'instruction de se rendre à la porte 3 par la voie de circulation Alpha, le trafic étant XYZ205 qui se dirige à son stationnement à l'écart.

Scénario en espace aérien de région terminale sans couverture radar			
Événement	Usager	Application	Fonction ATM
Arrivée	Tour	Surveillance ATC principale	Opérations des usagers de l'espace aérien Gestion des conflits Synchronisation du trafic
	XYZ123	Amélioration de la conscience de la situation Évitement des obstacles Amélioration de l'acquisition visuelle	
Approche	Tour	Surveillance ATC principale	
	XYZ123	Amélioration de la conscience de la situation Assistance à la séparation	
Atterrissage	Tour	Surveillance ATC principale	Opérations aux aéroports Opérations des usagers de l'espace aérien Gestion des conflits Synchronisation du trafic
	XYZ123	Amélioration de la conscience de la situation	
Circulation au sol	SMC CGSC	Surveillance ATC principale Services d'escale	
	XYZ123	Amélioration de la conscience de la situation Navigation de surface	

CHAPITRE 4. CONSIDÉRATIONS PARTICULIÈRES

4.1 La transition vers le concept opérationnel de la gestion du trafic aérien envisagée par l'ATMCP de l'OACI impose de nombreuses considérations. Ces considérations ont déjà fait l'objet de débats lors de réunions et d'articles dans des publications de l'OACI. Elles sont pertinentes à l'ADS-B, mais aussi à d'autres systèmes et technologies. Les éléments techniques et opérationnels dont il est question ci-dessous sont à prendre en considération lors du développement et de la mise en œuvre de l'ADS-B. La liste n'est pas exhaustive mais elle peut servir aux États qui envisagent la technologie ADS-B.

4.2 Considérations techniques

4.2.1 Normes techniques

4.2.1.1 À mesure que la technologie ADS-B acquiert de la maturité, on cerne mieux les normes techniques devant s'appliquer aux systèmes tant terrestres qu'embarqués. Il apparaît donc qu'il faudra éventuellement mettre ces systèmes à niveau de façon à satisfaire aux exigences nationales et internationales. Au sein de l'OACI, plusieurs démarches ont été entreprises en vue de garantir l'interopérabilité mondiale de la technologie ADS-B.

4.2.2 Surveillance de type dépendante fondée sur les données de navigation

4.2.2.1 Si l'ADS-B et les systèmes de navigation utilisent la même source de données telle que, par exemple, le système mondial de navigation par satellite (GNSS), il existe un point commun de panne possible; il faut donc mettre en œuvre des mesures d'atténuation de façon à satisfaire aux exigences opérationnelles. Cet aspect doit être pris en compte dans le développement du système, pour respecter les spécifications de performance du système total.

4.2.2.2 Les pistes à explorer concernant les solutions de ce problème pourraient être les suivantes :

- a) adopter une approche descendante prenant pour origine la définition d'exigences applicables du futur système de surveillance, dont l'ADS-B fait partie. Lors du processus de validation, la preuve devra être faite que ces exigences sont respectées pour autoriser l'utilisation de l'ADS-B;
- b) faire une analyse exhaustive de l'ADS-B en tant que moyen unique de navigation, compte tenu de la confiance pouvant être placée dans sa qualité de service;
- c) imposer des exigences applicables aux intrants (c'est-à-dire les données de navigation) de façon à garantir le niveau de performance requis des fournisseurs de données.

4.2.3 Validité des données d'intention

4.2.3.1 Il est nécessaire de faire d'autres travaux pour s'assurer de la validité des données d'intention avant d'utiliser ces données dans l'ADS-B.

4.2.4 **Installation de l'équipement de bord**

4.2.4.1 Différents types d'aéronefs auront différentes exigences concernant la certification et l'intégration de l'installation et, bien entendu, les coûts seront également différents. Les questions de position de l'antenne par rapport aux antennes d'autres systèmes, d'intégration du système de navigation, de compatibilité avec les diverses technologies de liaison ADS-B et de panneaux de commande et d'affichage devront être résolues. La certification variera aussi en fonction du rôle prévu de l'équipement (par exemple, services de surveillance ATC, conscience de situation air-air) ainsi que du type d'aéronef (par exemple, monomoteur léger ou avion lourd à réaction).

4.2.5 **Stations terrestres déportées**

4.2.5.1 L'installation, la certification et la surveillance de la maintenance des stations terrestres déportées en vue de garantir le niveau de service désiré posent aussi certains problèmes qu'il faudra résoudre : contrats de location, besoin d'alimentation électrique, communications avec l'installation centrale (par exemple, centre de contrôle de la circulation aérienne), accessibilité de l'installation, sûreté, etc.

4.2.6 **Adaptation des systèmes automatisés**

4.2.6.1 L'adaptation du système terrestre de contrôle de la circulation aérienne afin de permettre l'acquisition, le traitement et la diffusion des données ADS-B constitue un problème de taille. Les aspects à considérer sont, entre autres : la capacité d'automation pour le traitement des données (puissance de traitement disponible, réseau local, capacité de stockage des données, etc.), surveillance de la maintenance, corrélation entre diverses sources de surveillance (radar, ADS-C, ADS-B, etc.), intégration avec les fonctions de sécurité existantes (alerte de conflit, avertissement d'altitude minimale de sécurité, etc.).

4.2.7 **Sûreté**

4.2.7.1 Grâce à sa souplesse et sa polyvalence, le système ADS-B favorisera, à court et à long terme, l'introduction d'applications qui accroîtront la sécurité et la capacité. À mesure que ces applications viendront à maturité et qu'elles auront des exigences de plus en plus complexes, elles deviendront de plus en plus sensibles aux interférences externes. Puisqu'il est question d'un déploiement de grande envergure du système en question, la question de la sûreté doit être abordée proactivement.

4.2.7.2 Les interférences peuvent être dues à la malveillance ou au hasard; elles peuvent être intermittentes ou se prolonger pendant longtemps. L'interférence peut être due à une source locale qui provoque, par exemple, un «brouillage sur voie commune» ou peut être associée à une opération militaire d'interdiction d'accès à l'espace aérien au moyen du brouillage intentionnel. Les sources, causes et effets d'une interférence peuvent être grossièrement classés en plusieurs catégories. Il faut admettre qu'il y a des limites pratiques à la lutte contre les interférences dues à des raisons techniques, politiques et économiques. Les solutions ne seront pas toutes techniques, c'est-à-dire contenues dans un boîtier. Certaines seront procédurales, d'autres juridiques ou techniques, ou une combinaison de tout cela. En bref, les États devront prendre en compte la probabilité et la sévérité des interférences en effectuant des évaluations des risques et de la sécurité en vue d'élaborer des stratégies d'atténuation.

4.2.7.3 Questions de sécurité opérationnelle et de sécurité des communications

4.2.7.3.1 Transplexion, interférences, brouillage ou intrusion dans le but de nuire à un aéronef, à ses occupants ou au système aéronautique.

4.2.7.3.2 Le brouillage intentionnel est un moyen efficace de perturber les opérations CNS/ATM. Une personne ayant des intentions malicieuses pourrait brouiller le système à l'aide d'un émetteur syntonisant la fréquence appropriée avec une puissance suffisante pour que les signaux nuisibles qu'il émet soient plus puissants que les bons signaux au niveau du récepteur.

Note.— Les brouilleurs ont un effet sur les récepteurs et non pas sur les émetteurs.

4.2.7.3.3 Contrefaçon des signaux (*spoofing*)

4.2.7.3.3.1 Sous l'effet d'un acte délibéré ou d'un mode de panne particulier, le récepteur peut recevoir des signaux d'information de position contrefaits. L'ADS-B utilisé comme moyen principal de surveillance et de navigation est particulièrement vulnérable à la contrefaçon des signaux. Si la contrefaçon est réussie, les effets peuvent aller d'un agacement pour les utilisateurs (contrôleurs et pilotes) et des opérations perturbées à l'affichage d'une route de l'aéronef entièrement fausse produite par l'auteur de la contrefaçon.

4.2.7.3.4 Confidentialité des informations sur les vols

4.2.7.3.4.1 L'ADS-B diffuse des renseignements précis sur la position et l'identification d'un aéronef (par exemple, identification du vol et «adresse» de l'avion) que peut capter tout récepteur terrestre ou embarqué à portée de réception. Certains aéronefs tels que les appareils militaires, les aéronefs en VFR qui n'utilisent pas les services de la circulation aérienne, les appareils transportant des dirigeants d'entreprises ou de gouvernements, peuvent ne pas vouloir être identifiés. Il conviendrait donc de songer à créer un mode «privé» qui serait l'équivalent du mode 1200 ou «code VFR» sur le transpondeur. Ce problème est soulevé en raison de l'intérêt manifesté par l'aviation d'affaires qui veut protéger l'anonymat de passagers importants. Les chefs politiques peuvent aussi vouloir conserver l'anonymat lors de leurs déplacements.

4.2.7.3.5 Surveillance par personnes autres que des usagers pour recueillir des renseignements ou agir directement.

4.2.7.3.5.1 Les données diffusées publiquement peuvent aussi être utilisées pour recueillir des renseignements sur les aéronefs et les organismes de contrôle. Les personnes qui se livrent à ces activités de recherche de renseignements sont généralement des groupes licites tels que des organismes médiatiques, des entreprises spécialisées dans les voyages, des amateurs d'aviation, des gouvernements qui ne font pas partie du système, etc., et qui se trouvent donc hors des opérations aériennes ou des activités des organismes d'aviation. Les activités de ces groupes correspondent à un besoin légitime de la société et dépendent de données disponibles publiquement.

4.2.7.3.5.2 Par contre, les groupes illicites tels que les organisations terroristes et les groupes criminels peuvent aussi utiliser ces renseignements à des fins illicites et peut-être dangereuses.

4.2.7.3.5.3 L'impossibilité de se conformer aux exigences d'équipement peut empêcher les aéronefs d'État de participer ou peut les obliger à limiter leurs transmissions. Une telle situation pourrait avoir une incidence sur les aéronefs non participants qui se trouvent dans le système de trafic aérien.

4.2.8 Performances de la liaison de données

4.2.8.1 La largeur de bande et les performances de la liaison de données ADS-B dépendent de la complexité des scénarios envisagés et pourraient être la source d'obstacles importants.

4.2.8.2 Par exemple, le niveau d'équipement (c'est-à-dire quels véhicules d'aéroport et/ou quels obstacles seront munis d'émetteurs ADS-B), le nombre d'aéronefs participants et l'utilisation possible du TIS-B devront être pris en considération. Tous constituent des facteurs pouvant avoir une influence sur la largeur de bande disponible de la liaison de données ADS-B.

4.3 Considérations opérationnelles

4.3.1 Considérations sur les facteurs humains

4.3.1.1 Les considérations sur les facteurs humains associés à l'ADS-B ne dépendent pas de la technologie mais des applications spécifiques. En d'autres mots, les facteurs à prendre en compte dépendent des réponses données à certaines questions telles que celles qui suivent :

- a) Quelles informations faut-il afficher? (par exemple, Faut-il afficher les données de position de l'aéronef ou les données d'intention dérivées des systèmes embarqués?) Les informations différentes devront être présentées différemment.
- b) Qui est l'utilisateur de l'information? (L'équipage de conduite? Le contrôleur de la circulation aérienne?) Les affichages devront être conçus et évalués pour utilisation dans les postes de pilotage et dans les applications ATM.
- c) Comment l'affichage sera-t-il présenté à l'utilisateur? Selon l'application, il sera peut-être nécessaire de faire la différence entre l'information fondée sur l'ADS-B de celle provenant d'autres sources de surveillance telles que les données radar.
- d) Comment cette information sera-t-elle utilisée? (Pour maintenir la conscience de la situation du trafic? Pour la tenue d'espacement? Pour les manœuvres en vol?) L'information ADS-B et la méthode retenue pour la présenter doivent être adéquates pour que les utilisateurs puissent prendre des décisions fondées à partir de cette information.

4.3.1.2 Bien que les problèmes et leurs solutions spécifiques dépendent des applications spécifiques, il convient de faire certaines considérations d'ordre plus général, et notamment les suivantes :

- a) *Intégration efficace de l'information ADS-B dans l'affichage de situation de l'ATM.* La position diffusée de l'aéronef équipé de l'ADS-B pourrait être différente de sa position radar. Ces positions devront être conciliées de façon qu'une seule position (de préférence la plus précise) soit affichée. Étant donné que les aéronefs ne seront pas tous équipés d'ADS-B, les contrôleurs auront besoin de savoir quels aéronefs en sont équipés et pouvoir faire la différence entre les positions indiquées par l'ADS-B et celles provenant du radar. Selon l'application visée, les contrôleurs pourraient aussi avoir besoin de savoir lesquels, parmi les aéronefs affichés sur leurs écrans, sont équipés d'un CDTI utilisant les données ADS-B. Tous ces éléments s'ajouteront à ceux déjà intégrés dans les dispositifs d'affichage actuels.

- b) *Interopérabilité et intégration efficace de l'ADS-B dans le poste de pilotage.* L'interopérabilité avec tous les systèmes à intégrer dans l'ADS-B, comme par exemple les CPDLC, devront faire l'objet d'un examen exhaustif. Les outils de détection et de résolution des conflits qu'utilisent les membres d'équipage et les contrôleurs (ACAS, dispositifs d'alerte de conflit) devront fournir des données qui s'harmonisent avec les données ADS-B, ou qui du moins sont compatibles avec ces données.
- c) *Limites de la technologie.* Les utilisateurs devront avoir une compréhension parfaite des limites de l'information présentée et être au courant des possibilités connues de dégradation ou de panne. Des procédures de secours en cas de panne à l'intention des équipages de conduite et des contrôleurs devront être élaborées.
- d) *Possibilité d'utiliser l'information affichée dans l'application considérée.* L'ADS-B est une technologie habilitante permettant d'instaurer le futur système CNS/ATM. Le niveau de la capacité de l'ADS-B de participer aux tâches d'espacement et de séparation et le niveau de la capacité probable des équipages et des contrôleurs d'accomplir et d'intégrer ces tâches avec succès devront être évalués. La confiance que l'utilisateur aura dans le système dépendra autant de la façon d'afficher l'information que de l'intégrité de cette information.
- e) *Conséquences pour la charge de travail.* Les effets d'un surcroît d'information et des procédures associées aux applications spécifiques sur la charge de travail des utilisateurs devront être évalués. L'information doit pouvoir être intégrée sans ambiguïté, être utilisable immédiatement et ne pas être en contradiction avec les autres informations critiques.

4.3.1.3 Les recherches ont déjà fait des progrès substantiels dans les domaines dont il est question ci-dessus. L'exploitation réussie de la technologie ADS-B nécessite la continuation de ces efforts de recherche mettant l'accent sur les facteurs humains. Une approche globale et proactive des considérations sur les facteurs humains contribuera à la réalisation de tous les avantages que devraient offrir les applications ADS-B.

4.3.2 **Élaboration de procédures, normes de séparation, conception de l'espace aérien et formation**

4.3.2.1 L'élaboration de méthodes d'opération, de procédures, de normes de séparation, de techniques de conception de l'espace aérien et de programmes de formation sera nécessaire afin de pouvoir utiliser efficacement l'ADS-B et ses applications. Les contrôleurs, les pilotes et les techniciens d'entretien, ainsi que toutes les autres personnes qui pourront avoir à utiliser l'ADS-B ou qui peuvent être concernées par les procédures qui s'y rattachent, auront besoin d'une formation adéquate sur les opérations en mode normal et en mode de défaillance. En outre, la conception de l'espace aérien (par exemple, la taille des secteurs ATC non radar par rapport aux secteurs avec radar ou ADS-B) devront faire l'objet de considérations appropriées aux services devant être fournis.

4.3.3 **Équipement de la flotte**

4.3.3.1 Compte tenu de la variété des technologies ADS-B disponibles et des coûts qu'impose l'équipement ou le rééquipement des aéronefs, il n'y aura probablement pas d'homogénéité d'équipement dans l'ensemble de la flotte. La situation sera ainsi autant pendant la période de transition qu'à la fin de

celle-ci. Les systèmes au sol devront être capables de traiter les données provenant d'équipements embarqués n'ayant pas le même niveau de sophistication. Dans le poste de pilotage, le service d'information sur le trafic — mode diffusion (TIS-B), pourrait avoir une importance particulière car il assure la cohérence entre les affichages de situation du trafic de bord et ceux au sol.

4.3.4 **Problèmes associés à la transition**

4.3.4.1 La principale question à régler en matière de transition vers le système ADS-B est l'impact que pourrait avoir l'environnement d'équipements disparates sur le fonctionnement de ce système. Dans un avenir prévisible, les divers systèmes devraient être capables de s'accommoder d'un ensemble hétérogène de capacités des équipements embarqués, de types de détecteurs de surveillance, de systèmes locaux ayant des niveaux de sophistication divers, etc. Ils devraient être également capables de fournir la qualité de service requise tant au sol qu'en vol. Cette qualité de service devrait être au moins égale à celle disponible actuellement.

4.3.5 **Considérations institutionnelles**

4.3.5.1 Quels que soient les États où l'ADS-B est mise en œuvre, on retrouve des types de problèmes institutionnels communs. Il est notamment question de problèmes juridiques (par exemple, responsabilité de la garantie de séparation avec applications ASAS), d'allocation et gestion du spectre des radiofréquences, de normes de vol et de certification. Chaque État devra résoudre ces problèmes mais les parties concernées doivent tenir compte de l'harmonisation mondiale afin de garantir la cohérence.

4.3.6 **Considérations environnementales**

4.3.6.1 Quel que soit le système, il faut prendre en considération les questions environnementales en rapport notamment avec la réduction du bruit, les contraintes de l'espace aérien et les installations de systèmes terrestres en régions éloignées.

4.3.6.2 Des études ont déjà démontré que la mise en œuvre des systèmes et procédures CNS/ATM contribuaient à réduire considérablement les dépenses de carburant et, par voie de conséquence, les émissions de polluants. Une étude récente du Comité de la protection de l'environnement en aviation (CAEP) évaluait à 5 % les économies dans la zone continentale des États-Unis et en Europe, en 2015, résultant de la mise en œuvre planifiée des systèmes CNS/ATM.

4.3.6.3 L'étude évaluait la consommation totale de carburant de l'aviation civile en 2015 à 325 millions de tonnes. Pour donner une idée des économies réalisables, l'étude fait observer qu'une réduction de 1 % permettrait d'économiser 3,25 millions de tonnes de carburant qui produiraient normalement 10,25 millions de tonnes de CO₂.

4.3.6.4 L'ADS-B permettrait de créer des applications nouvelles ou améliorées qui devraient entraîner des économies substantielles de carburant en raison, d'une part, de routes plus directes et plus efficaces et, d'autre part, d'un accès plus facile aux altitudes et vitesses optimales.

CHAPITRE 5. MISE EN ŒUVRE

5.1 Planification

5.1.1 Le passage du concept initial de l'ADS-B à son utilisation opérationnelle implique une foule d'activités. La présente section du Chapitre 5 traite de ces activités en examinant deux thèmes particuliers : le processus décisionnel conjoint, la compatibilité et l'intégration des systèmes. La section suivante présente une liste de vérification qui aidera les États à gérer les activités de mise en œuvre de l'ADS-B.

5.1.2 Équipe de mise en œuvre veillant à la coordination internationale

5.1.2.1 Toute décision de mettre en œuvre l'ADS-B que prend un État devrait se faire en collaboration avec la communauté ATM la plus large possible. En outre, la mise en œuvre devrait être coordonnée entre les États et les régions de façon que les usagers de l'espace aérien et les fournisseurs de services en retirent les avantages maximaux.

5.1.2.2 Un moyen efficace de coordonner les diverses demandes des organismes concernés consiste à établir une équipe de mise en œuvre. La composition de l'équipe peut varier d'un État à l'autre ou d'une région à l'autre, mais le noyau du groupe responsable de la planification de la mise en œuvre de l'ADS-B devrait comprendre des membres ayant une expertise opérationnelle dans les disciplines de l'aviation et avoir accès à d'autres spécialistes quand le besoin se fait sentir.

5.1.2.3 Idéalement, cette équipe devrait comprendre des représentants des fournisseurs de services ATS, de l'organisme de réglementation et des usagers de l'espace aérien, ainsi que d'autres parties concernées par l'introduction de l'ADS-B telles que les constructeurs de matériel, les aviateurs et les autorités militaires. Toutes les parties concernées devraient participer dès que possible au processus de façon que les demandes soient identifiées avant d'établir un calendrier ou de conclure des contrats.

5.1.2.4 L'équipe de mise en œuvre a pour rôle de collaborer avec le plus grand nombre possible de parties intéressées, d'identifier les besoins opérationnels, de résoudre les demandes antagoniques et de faire des recommandations aux diverses parties qui gèrent la mise en œuvre. Pour ce faire, l'équipe devrait avoir accès au plus haut niveau hiérarchique de décideurs.

5.1.3 Compatibilité des systèmes

5.1.3.1 Comme le démontre les scénarios descriptifs du Chapitre 3, l'ADS-B pourrait être utilisé dans tous les environnements et dans toutes les opérations et devrait devenir, selon toute probabilité, un pilier du futur système ATM. Des essais techniques et opérationnels ont déjà été entrepris en vue de valider les diverses utilisations à divers endroits, et il appert que les premières applications auront lieu dans certaines régions bien délimitées où la surveillance par radar n'est pas disponible ou possible. Une implantation isolée de l'ADS-B pourrait favoriser la prolifération de normes et de pratiques qui, élargies à un environnement plus vaste, pourrait s'avérer incompatible avec les régions avoisinantes.

5.1.3.2 L'aviation étant par nature internationale, il convient de prendre tout particulièrement soin de garantir l'harmonisation par le biais de la conformité à des normes et pratiques recommandées (SARP) de l'OACI. Le choix de technologies servant à la mise en œuvre de l'ADS-B devrait tenir compte

Appendice

non seulement des performances requises des composantes individuelles, mais aussi de la compatibilité de ceux-ci avec les autres systèmes CNS.

5.1.3.3 Le concept de la future ATM insiste sur les avantages de l'interopérabilité et d'une transition sans discontinuité lors du franchissement des limites de régions d'information de vol (FIR). Les équipes de mise en œuvre de l'ADS-B devraient donc effectuer des simulations, des essais et des analyses coûts-avantages afin de s'assurer que ces avantages seront effectivement obtenus.

5.1.4 **Intégration**

5.1.4.1 Les plans de mise en œuvre de l'ADS-B devraient comprendre des analyses de rentabilité et des dossiers de sécurité. L'adoption d'un nouveau système CNS entraîne des conséquences majeures pour les fournisseurs de services, les autorités de réglementation et les usagers de l'espace aérien. Il convient donc d'envisager une planification spéciale en vue de l'intégration de l'ADS-B dans le système CNS/ATM actuel et prévu. Chaque élément est examiné brièvement ci-dessous.

5.1.4.2 Système de communication

5.1.4.2.1 Le système de communication est un élément essentiel du CNS. Un contrôleur de la circulation aérienne peut maintenant surveiller un aéronef à l'aide de l'ADS-B alors qu'auparavant il ne pouvait compter que sur les rapports de position en phonie. Il sera toutefois nécessaire d'établir un système de communication qui viendra étayer les nouveaux services que permet la surveillance améliorée. Il apparaît donc que les travaux entourant l'ADS-B qui se déroulent actuellement ont une incidence sur le développement de l'infrastructure de communications.

5.1.4.3 Infrastructure du système de navigation

5.1.4.3.1 L'ADS-B dépend des données d'un système de navigation (ordinairement le GNSS) pour fonctionner. Par conséquent, l'infrastructure de navigation devrait satisfaire aux exigences correspondantes de l'application ADS-B en termes :

- a) d'éléments de données;
- b) de performances (c'est-à-dire précision, intégrité, disponibilité, etc.).

5.1.4.3.2 Cet aspect a bien entendu un impact sur le développement du système de navigation dont l'évolution se fait parallèlement au développement du système de surveillance.

5.1.4.4 Autre infrastructure de surveillance

5.1.4.4.1 L'ADS-B peut servir de complément aux systèmes de surveillance existants ou de source principale de données de surveillance. Idéalement, les systèmes de surveillance devraient incorporer des données de l'ADS-B et d'autres sources en vue de produire une image cohérente qui accroît la quantité et l'utilité des données de surveillance mises à la disposition de l'utilisateur. Le choix de la combinaison optimale de sources de données dépendra des demandes opérationnelles, de la technologie disponible de la sécurité et des avantages coûts-bénéfices.

5.2 Liste de vérification de la mise en œuvre

5.2.1 La liste de vérification de la mise en œuvre vise à présenter l'ensemble des activités devant se dérouler pour faire cheminer une application ADS-B du concept initial à l'utilisation opérationnelle. Cette liste de vérification peut servir de référence de base pour un mandat attribué à une équipe de mise en œuvre d'ADS-B, bien que certaines activités puissent ne relever que de parties concernées spécifiques.

5.2.2 Les activités sont énumérées suivant un ordre approximativement séquentiel, mais il n'est pas nécessaire que chacune de ces activités soit terminée avant d'entreprendre la suivante. Dans de nombreux cas, il sera nécessaire de suivre un processus en parallèle et itératif afin de transférer des données et des connaissances d'une activité à l'autre. Il convient de noter que les activités ne seront pas toutes requises pour toutes les applications.

5.2.3 Phase conceptuelle

a) Réalisation du concept opérationnel :

- 1) objet;
- 2) environnement opérationnel;
- 3) fonctions ATM;
- 4) infrastructure.

b) Identification des avantages :

- 1) amélioration de la sécurité;
- 2) efficacité;
- 3) capacité;
- 4) préservation de l'environnement;
- 5) réduction des coûts;
- 6) accès;
- 7) autres paramètres (prévisibilité, flexibilité, utilité).

c) Identification des contraintes :

- 1) duplication de l'équipement;
- 2) compatibilité avec les aéronefs non équipés;
- 3) exclusivité de l'espace aérien;

- 4) infrastructure terrestre requise;
 - 5) spectre des radiofréquences;
 - 6) intégration à la technologie existante;
 - 7) disponibilité de la technologie.
- d) Analyse de rentabilité :
- 1) analyse coûts-avantages;
 - 2) demande et justification.

5.2.4

Phase de l'avant-projet

- a) Identification des besoins opérationnels :
- 1) sûreté;
 - 2) interopérabilité des systèmes.
- b) Identification des problèmes de facteurs humains :
- 1) interfaces homme-machine;
 - 2) développement et validation de la formation;
 - 3) demandes de la charge de travail;
 - 4) rôle de l'automatisation par rapport à celui de l'être humain;
 - 5) interactions touchant la coordination de l'équipage et la prise de décision par les pilotes;
 - 6) processus décisionnel conjoint de l'ATM.
- c) Identification des exigences techniques :
- 1) élaboration des normes;
 - 2) données requises;
 - 3) traitement fonctionnel;
 - 4) performance fonctionnelle;
 - 5) niveaux de certification requis.

- d) Développement, essais et évaluation de l'équipement :
 - 1) construction de systèmes prototypes en fonction de normes et spécifications existantes ou à l'état de projet;
 - 2) tests de développement au banc d'essai ou en vol;
 - 3) choix de la technologie.
- e) Élaboration de procédures :
 - 1) actions et responsabilités des pilotes et des contrôleurs;
 - 2) phraséologie;
 - 3) critères et exigences de séparation et d'espacement;
 - 4) responsabilité des contrôleurs concernant le maintien d'une fonction de surveillance, si nécessaire;
 - 5) procédures spéciales;
 - 6) procédures d'urgence.
- f) Élaboration d'un dossier de sécurité de phase d'avant-projet² :
 - 1) analyse raisonnée des problèmes de sécurité;
 - 2) budget et attribution de ressources pour la sécurité;
 - 3) évaluation fonctionnelle des dangers.

5.2.5

Phase de mise en œuvre

- a) Élaboration d'un dossier de sécurité de phase de mise en œuvre.²
- b) Essais opérationnels et évaluations des essais :
 - 1) simulations en vue de la validation (poste de pilotage et de ATC);
 - 2) essais en vol et mises à l'épreuve opérationnelles.
- c) Certification des systèmes :
 - 1) équipement embarqué;
 - 2) équipement au sol.

² Ou utilisation d'une autre méthode, selon ce qu'exige le système de gestion de sécurité mis en œuvre par le fournisseur ATS concerné.

- d) Approbations par l'organisme de réglementation :
 - 1) opérations en vol;
 - 2) circulation aérienne.
- e) Transition de mise en œuvre :
 - 1) continuation de la collecte et de l'analyse des données;
 - 2) résolution de problèmes inattendus;
 - 3) continuation de la rétroaction dans les processus d'élaboration des normes.
- f) Surveillance de la performance en vue de s'assurer que la performance convenue est maintenue.

5.2.5.1 Après que la mise en œuvre est achevée, les instances appropriées devraient poursuivre la surveillance interne/externe de la maintenance continue ainsi que de la mise à niveau des opérations et de l'infrastructure de l'ADS-B.

— FIN —