

APPENDICE A

MODULE N° B0-101 : AMÉLIORATIONS DE L'ACAS

Résumé	Apporter des améliorations à court terme aux systèmes anticollision embarqués actuels (ACAS) afin de réduire le nombre d'alertes injustifiées tout en maintenant les niveaux actuels de sécurité. Cela réduira les écarts par rapport aux trajectoires et augmentera la sécurité dans les cas où il y a une rupture de séparation.	
Principale incidence sur la performance conformément au Doc 9854	KPA-04 – Efficacité, KPA-10 – Sécurité.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Les phases de vol en route et les phases de vol en approche.	
Considérations relatives à l'application	Les avantages en termes de sécurité et les avantages opérationnels augmenteront en fonction du nombre d'aéronefs équipés.	
Composant(s) du concept mondial d'après le Doc 9854	CM – Gestion des conflits	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-2 : Minima réduits de séparation verticale GPI-9 : Conscience de la situation du trafic GPI-16 : Systèmes d'aide à la décision et systèmes d'alerte	
Principales interdépendances	S/O	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt maintenant ou vers [date])
	État de préparation des normes	√
	Disponibilité de l'avionique	√
	Disponibilité des systèmes au sol	S/O
	Procédures disponibles	√
	Approbations d'exploitation	√

1. NARRATIF

1.1 Généralités

1.1.1 Le présent module traite des améliorations à court terme des performances du système anticollision embarqué actuel (ACAS). L'ACAS est le filet de sauvetage de dernier ressort pour les pilotes. Bien que l'ACAS soit indépendant des moyens d'assurer la séparation, il fait partie du système ATM.

1.2 Niveau de référence

1.2.1 L'emport de l'ACAS est obligatoire à l'échelle mondiale pour les avions dont la masse maximale au décollage certifiée est supérieure à 5,7 tonnes. La version actuelle de l'ACAS II est 7.0.

1.3 Changement apporté par le module

1.3.1 Ce module incorpore plusieurs améliorations facultatives du système anticollision embarqué afin de réduire à un minimum les "alertes intempestives", tout en maintenant les niveaux actuels de sécurité.

1.3.2 La version 7.1 du système d'alerte de trafic et d'évitement de collision (TCAS) introduit des avantages en termes de sécurité et avantages opérationnels pour les opérations ACAS.

1.3.3 Dés études de sécurité indiquent que l'ACAS II réduit le risque de collision en vol de 75 % – 95 % lors de rencontres avec des avions qui sont équipés soit d'un transpondeur (uniquement) ou de l'ACAS II respectivement. Les normes et pratiques recommandées (SARP) de l'ACAS II sont alignées sur les MOPS RTCA/EUROCAE. Les SARP et les MOPS ont été améliorées en 2009/2010 afin de résoudre des problèmes de sécurité et d'améliorer la performance opérationnelle. Le RTCA DO185B et l'Eurocae ED143 comprennent ces améliorations connues sous l'appellation TCAS, v7.1.

1.3.4 La TCAS, v7.1 comprend de nouvelles caractéristiques, à savoir la surveillance de la vitesse verticale de son propre aéronef pendant un avis de résolution (RA) et une modification de l'annonce RA, qui passe de "Ajustez vitesse verticale, ajustez" à "stabilisez". Il a été confirmé que la nouvelle version de la logique CAS apporterait assurément d'importants avantages en termes de sécurité, bien que ce ne soit le cas que si la majorité des avions dans un espace aérien donné sont correctement équipés. L'OACI est convenue de rendre obligatoire l'ACAS amélioré (TCAS, v7.1), pour les nouvelles installations à compter du 01/01/2014 et pour toutes les installations au plus tard le 01/01/2017.

1.3.5 Lors d'une rencontre TCAS, une réponse prompte et exacte aux RA (avis de résolution) est le facteur clé pour obtenir le maximum d'avantages en termes de sécurité. La surveillance opérationnelle montre que les pilotes ne suivent pas toujours leur RA avec précision (ou ne le suivent pas du tout). Environ 20 % des RA en Europe ne sont pas suivis.

1.3.6 La performance du TCAS en termes de sécurité et la performance opérationnelle dépendent largement de l'espace aérien dans lequel on évolue. La surveillance opérationnelle du TCAS montre que des RA inutiles peuvent être générés lorsque des avions s'approchent de leur niveau de vol autorisé séparés par 1 000 pieds, avec une vitesse verticale élevée. Environ 50 % de tous les RA en Europe sont générés dans des géométries de 1 000 pieds en stabilisation. La onzième Conférence de navigation aérienne (AN-Conf/11) a reconnu ce problème et a demandé que soient étudiés des moyens automatiques d'améliorer la compatibilité de l'ATM.

1.3.7 En outre, deux fonctions optionnelles peuvent améliorer les performances de l'ACAS :

- a) le couplage du TCAS et du pilote automatique/directeur de vol afin de s'assurer que des réponses exactes sont données aux RA soit automatiquement, soit manuellement, grâce à la fonction pilote automatique/directeur de vol (APFD) ;
- b) l'application d'une nouvelle loi de capture d'altitude afin d'améliorer la compatibilité du TCAS avec l'ATM (fonction TCAP).

2. AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE VISÉE

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

<i>Efficacité</i>	L'amélioration de l'ACAS réduira les avis de résolution (RA) inutiles et donc réduira les écarts par rapport à la trajectoire.
<i>Sécurité</i>	L'ACAS augmente la sécurité en cas de perte de séparation.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	À déterminer.

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

3.1 Les procédures ACAS sont définies dans les PANS-ATM, Doc 4444 et dans les PANS-OPS, Doc 8168. Cette évolution ne change pas les procédures.

4. **CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME**

4.1 **Avionique**

- Des MOPS RTCA DO185B / EUROCAE DO143 sont disponibles pour la mise en œuvre du TCAS.
- L'Annexe C de RTCA DO325 est en cours de modification pour tenir compte des deux fonctions (APFD et TCAP).

5. **PERFORMANCES HUMAINES**

5.1 **Considérations relatives aux facteurs humains**

5.1.1 Les performances de l'ACAS dépendent du comportement de l'humain. L'ACAS est une fonction de dernier ressort mise en œuvre sur des aéronefs avec un équipage de conduite de deux pilotes. Les procédures opérationnelles (PANS-OPS et PANS-ATM) ont été élaborées et améliorées pour des équipages de conduite qualifiés. Airbus a pu certifier la fonction APFD, qui inclut des considérations relatives aux facteurs humains, sur l'A380.

5.1.2 Les facteurs humains ont été pris en considération durant l'élaboration des processus et procédures liés à ce module. Pour les endroits où l'on aura recours à l'automatisation, l'interface humain-machine a été examinée à la fois du point de vue fonctionnel et du point de vue ergonomique (voir des exemples dans la Section 6). La possibilité de défaillances latentes demeure cependant, et il faut faire preuve de vigilance dans toutes les activités de mise en œuvre. Il est également demandé que les questions liées aux facteurs humains qui seront mises en évidence au cours de ces activités soient signalées à la communauté internationale par l'intermédiaire de l'OACI dans le cadre de toute activité de compte rendu de sécurité.

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

5.2.1 Une formation aux normes et procédures opérationnelles est requise pour ce module; des liens concernant cette formation mènent vers les documents inclus dans la Section 8 du présent module. De même, les exigences en matière de qualifications sont définies dans les exigences réglementaires de la Section 6, qui font partie intégrante de la mise en œuvre du présent module. Des lignes directrices en

matière de formation sont décrites dans le *Manuel du système anticollision embarqué (ACAS)* (Doc 9863). Une formation continue est recommandée.

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

- Réglementation/normatisation : utilisation des exigences publiées actuelles qui incluent des éléments figurant Section 8.4.
- Plans d'approbation : doivent être conformes aux exigences en matière d'application, par exemple l'exigence du 2010-03 à savoir 01/03/2012 pour les nouvelles installations et 01/12/2015 pour toutes les installations dans le cas de l'EASA NPA, ou les dates mandatées par l'OACI du 01/01/2014 pour les nouvelles installations et du 01/01/2017 pour toutes les installations.

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

7.1 **Utilisation actuelle**

7.1.1 Le TCAS v7.1 est déjà en cours d'installation sur de nouveaux avions, par exemple l'Airbus A380. La surveillance opérationnelle par les États et leurs organisations internationales qui sont en mesure de le faire est recommandée.

7.2 **Essais prévus ou en cours**

7.2.1 Airbus a déjà élaboré, évalué et certifié la fonction APFD sur l'A380. Airbus a élaboré et évalué la fonction TCAP sur l'A380. La certification est attendue d'ici la fin de 2012.

7.2.2 Le projet SESAR a apporté la preuve que les fonctions APFD et TCAP apporteraient dans l'environnement européen d'importants avantages opérationnels et en termes de sécurité.

7.2.3 TCAP : avec un équipage théorique de 100 % en Europe, la probabilité de réception d'un RA pendant une rencontre de mise en palier à 1 000 pieds est réduite de 97 % pour les RA dans une rencontre en mise en palier ; pour un équipage de 50 %, la probabilité est réduite de 50 %. Il est noté qu'en Europe, plus de la moitié des RA sont émis lors d'une rencontre en mise en palier, ce qui est une amélioration nette de la compatibilité de l'ATM.

7.2.4 L'évaluation des performances dans l'espace aérien états-unien devrait être réalisée en 2012.

7.2.5 APFD : les résultats sont exprimés en taux de risques, à savoir l'indicateur de sécurité clé pour l'équipage TCAS. Taux de risques = (risque de collision avec le TCAS)/(risque de collision sans le TCAS) : avec un équipage théorique de 100 %, le taux de risques est réduit de 33 % (situation actuelle) à 15,5 %. Avec un équipage de 50 %, le taux de risques est déjà réduit à 22 %.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

- Annexe 6 de l'OACI – *Exploitation technique des aéronefs*, 1^{re} partie – *Aviation de transport commercial international – Avions*
- Annexe 10 de l'OACI – *Télécommunications aéronautiques*, Volume IV – *Systèmes radar de surveillance et systèmes anticollision* (y compris l'amendement 85 – Juillet 2010)
- EUROCAE ED-143/RTCA DO-185B, Spécifications de performances opérationnelles minimales (MOPS) pour le système d'alertes de trafic et d'évitement de collision II (TCAS II)
- RTCA DO-325, Spécifications de performances opérationnelles minimales (MOPS) pour le guidage automatique des vols et les systèmes et équipements de contrôle. Appendice C, estimation 2013
- Les MOPS RTCA DO185B/EUROCAE DO143 pour la mise en œuvre du TCAS.

8.2 Procédures

- OACI Doc 4444, *Procédures pour les services de la navigation aérienne – Gestion du trafic aérien*
- OACI Doc 8168, *Procédures pour les services de navigation aérienne – Exploitation technique des aéronefs*, Volume I – *Procédures de vol*.

8.3 Éléments indicatifs

- OACI Doc 9863, *Manuel du système anticollision embarqué (ACAS)*

8.4 Documents d'approbation

- FAA TSO-C119c.
 - EASA ETSO-C119c.
 - FAA AC120-55C.
 - FAA AC20-151a.
 - MOPS pour le TCAS II RTCA DO-185B
 - Appendice C, pour APFD et TCAP RTCA DO-325
 - MOPS pour le TCAS II EUROCAE ED-143.
-

APPENDICE B

MODULE N° B0-102: EFFICACITÉ ACCRUE DES FILETS DE SAUVEGARDE AU SOL

Résumé	Surveiller l'environnement opérationnel pendant les phases de vol afin de communiquer au sol des alertes opportunes concernant un risque accru pour la sécurité du vol. Dans ce cas, une alerte de conflit à court terme, des avertissements de proximité de zone protégée et des avertissements d'altitude minimale de sécurité sont proposés. Des filets de sauvegarde au sol apportent une contribution essentielle à la sécurité et restent requis tant que le concept opérationnel reste centré sur l'humain.	
Principale incidence sur la performance conformément au Doc 9854	KPA-10 – Sécurité.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Toutes les phases de vol.	
Considérations relatives à l'application	Les avantages augmentent à mesure qu'augmentent la densité et la complexité du trafic. Les filets de sauvegarde au sol ne sont pas tous pertinents pour chaque environnement. Le déploiement de ce module devrait être accéléré.	
Composant(s) du concept mondial d'après le Doc 9854	CM – Gestion des conflits	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-9 : Conscience de la situation du trafic GPI-16 : Systèmes d'aide à la décision et d'alerte	
Principales interdépendances	S/O	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt maintenant ou vers [date])
	État de préparation des normes	Sans objet
	Disponibilité de l'avionique	Prêt maintenant
	Disponibilité des systèmes au sol	Prêt maintenant
	Procédures disponibles	Prêt maintenant
	Approbatons d'exploitation	Prêt maintenant

1. NARRATIF

1.1 Généralités

1.1.1 Le présent module a pour objet de mettre en place un ensemble référence de filets de sauvegarde au sol. Les filets de sauvegarde au sol sont censés aider le contrôleur de la circulation aérienne à émettre, en temps opportun, des alertes d'un risque accru pour la sécurité des vols (collision, pénétration non autorisée dans un espace aérien donné et impact sans perte de contrôle), qui peuvent inclure des avis de résolution.

1.2 **Changement apporté par le module**

1.2.1 Les filets de sauvegarde au sol sont des fonctionnalités des systèmes ATM qui ont pour unique objet de surveiller l'environnement de l'exploitation, pendant les phases de vol, afin d'émettre à temps des alertes d'un risque accru pour la sécurité des vols. Les filets de sauvegarde au sol apportent une contribution essentielle à la sécurité et restent requis tant que le concept opérationnel reste centré sur l'humain.

1.2.2 Les filets de sauvegarde au sol sont utilisés depuis les années 1980. Des dispositions concernant les filets de sauvegarde au sol ont été introduites dans les PANS-ATM, Doc 4444 au début des années 2000. Entre-temps, les fournisseurs de systèmes au sol ont inclus les filets de sauvegarde au sol dans leurs lignes de produits standard.

1.2.3 Le présent module correspond à une version de référence des filets de sauvegarde telle qu'elle est déjà mise en œuvre ou en cours de mise en œuvre dans de nombreuses régions.

1.3 **Élément 1 : avertissement de conflit à court terme (STCA)**

1.3.1 Cet élément aidera le contrôleur à prévenir une collision entre des avions en générant, de manière opportune, une alerte d'une violation potentielle ou réelle des minima de séparation. Le STCA doit alerter lorsque la couche d'établissement de la séparation a été compromise, mais il doit également donner un délai d'avertissement suffisant pour permettre que soient prises des mesures correctrices, c'est-à-dire en évitant l'émission d'un avis de résolution (RA) du système anticollision embarqué (ACAS). Dans certains environnements, il faut pour cela, dans le STCA, utiliser des minima de séparation qui sont nettement inférieurs aux minima de séparation utilisés dans la couche d'établissement de la séparation. Le STCA n'est efficace que quand chaque alerte amène le contrôleur à évaluer immédiatement la situation et, au besoin, à prendre des mesures appropriées.

1.3.2 Il n'y a actuellement pas de compatibilité système entre le STCA (qui n'informe que l'ATC de conflits potentiels) et l'ACAS (qui ne fournit qu'au pilote des avis de résolution et injonctions). Cependant, les deux systèmes peuvent se compléter et des procédures doivent être mises en place, qui tiennent compte des limites et des avantages de chaque système.

1.4 **Élément 2 : avertisseur de proximité de zone protégée (APW)**

1.4.1 Cet élément est destiné à avertir le contrôleur de la pénétration non autorisée dans un volume d'espace aérien en émettant, de manière opportune, une alerte d'une violation potentielle ou réelle de l'espacement requis dans ce volume d'espace aérien. L'APW peut être utilisé pour protéger des volumes d'espace aérien statiques, fixes (par exemple des zones de danger), mais de plus en plus, également, des volumes d'espace aérien dynamiques, modulaires, afin de permettre l'utilisation souple de l'espace aérien.

1.5 **Élément 3 : système d'avertissement d'altitude minimale de sécurité (MSAW)**

1.5.1 Cet élément est destiné à avertir le contrôleur d'un risque accru d'impact sans perte de contrôle en émettant, de manière opportune, une alerte de proximité de l'avion par rapport au relief ou à des obstacles. Le MSAW n'est efficace que quand chaque alerte amène le contrôleur à évaluer immédiatement la situation et, au besoin, à prendre des mesures appropriées.

2. AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE VISÉE ET PARAMÈTRES POUR DÉTERMINER LE SUCCÈS

<i>Sécurité</i>	Nette réduction du nombre d'incidents majeurs.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	L'analyse de rentabilité pour cet élément est entièrement articulée autour de la sécurité et de l'application de l'ALARP (aussi bas que raisonnablement possible) dans la gestion des risques.

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 Les dispositions pertinentes des PANS-ATM existent. En outre, elles doivent régulièrement analyser les données et les circonstances relatives à chaque alerte afin d'identifier et de rectifier toutes insuffisances des filets de sauvegarde au sol, de la conception de l'espace aérien et des procédures ATC.

4. CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME

4.1 Avionique

4.1.1 L'avion devrait disposer de moyens de surveillance coopérative utilisant des technologies comme le transpondeur mode C/S ou l'ADS-B en mode diffusion.

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 Les organes ATS qui assurent des services de surveillance doivent être équipés de filets de sauvegarde au sol qui sont appropriés et optimisés pour leur environnement.

4.2.2 Des outils hors ligne appropriés devraient être disponibles pour appuyer l'analyse de chaque alerte de sécurité.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 Les alertes générées devraient normalement être appropriées et opportunes et le contrôleur devrait comprendre dans quelles circonstances des interactions peuvent survenir avec les pratiques normales de contrôle ou les filets de sauvegarde embarqués. Les deux problèmes principaux en matière de performances humaines sont liés aux alertes intempestives, qui devraient être maintenues à un minimum, et au délai d'avertissement d'une alerte réelle, qui devrait être suffisamment long pour permettre l'achèvement de la procédure.

5.1.2 L'utilisation des filets de sauvegarde au sol dépendra de la confiance du contrôleur. La confiance est le résultat de nombreux facteurs, comme la fiabilité et la transparence. Ni la méfiance ni la complaisance ne sont souhaitable ; la formation et l'expérience sont nécessaires pour développer la confiance au niveau approprié.

5.2 Exigences en matière de formation et de qualifications

5.2.1 Les contrôleurs doivent recevoir une formation spécifique aux filets de sauvegarde au sol et ils doivent être évalués afin que soient déterminées leurs compétences à l'utilisation des filets de sauvegarde au sol pertinents et des techniques de rattrapage.

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

6.1 Utilisation actuelle

6.1.1 Dans le monde, la plupart des organes des services de la circulation aérienne qui assurent des services de surveillance et qui utilisent des systèmes récents de surveillance sont déjà équipés de filets de sauvegarde au sol qui sont en principe adaptés au but recherché. Toutefois, dans de nombreux cas, il y a un manque de compétences, un manque d'outils ou des priorités conflictuelles pour des ressources limitées qui rendent inefficaces ces filets de sauvegarde au sol.

6.2 Essais prévus ou en cours

6.2.1 Aucune validation générale n'est requise.

7. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

7.1 Normes

Spécifications d'EUROCONTROL relatives à STCA, APW, MSAW et APM, disponibles sur <http://www.EUROCONTROL.int/safety-nets>

7.2 Procédures

PANS-ATM (Doc 4444), sections 15.7.2 et 15.7.4

7.3 Éléments indicatifs

Éléments indicatifs d'EUROCONTROL concernant STCA, APW, MSAW et APM, disponibles sur <http://www.EUROCONTROL.int/safety-nets>

— — — — —

APPENDICE C

MODULE N° B1-102 : FILETS DE SAUVEGARDE AU SOL

Résumé	Renforcer la sécurité en réduisant le risque d'impact sans perte de contrôle lors de l'approche finale grâce à l'utilisation d'un système de surveillance de la trajectoire d'approche (APM). L'APM avertit le contrôleur de risques accrus d'impact sans perte de contrôle lors de l'approche finale. L'avantage principal est une nette réduction du nombre d'incidents majeurs.	
Principale incidence sur la performance conformément au Doc 9854	KPA-10 – Sécurité	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Approche	
Considérations relatives à l'application	Ce module augmentera les avantages en termes de sécurité pendant l'approche finale, en particulier là où le relief ou des obstacles représentent des dangers pour la sécurité. Les avantages augmentent en fonction de l'augmentation de la densité et de la complexité du trafic.	
Composant(s) du concept mondial d'après le Doc 9854	CM – Gestion des conflits.	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-9 : Conscience de la situation. GPI-16 : Systèmes d'aide à la décision et systèmes d'alerte.	
Principales interdépendances	B0-102	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt maintenant ou vers [date])
	État de préparation des normes	Sans objet
	Disponibilité de l'avionique	Prêt maintenant
	Disponibilité des systèmes au sol	Estimation 2014
	Procédures disponibles	Estimation 2014
	Approbations d'exploitation	Estimation 2014

1. NARRATIF

1.1 Généralités

1.1.1 Ce module vise à augmenter de manière significative l'efficacité des filets de sauvegarde au sol.

1.2 Niveau de référence

1.2.1 Le niveau de référence est le module B0-102. Toutefois, il se peut qu'on puisse mettre en œuvre, dans un seul ensemble, le niveau de référence et les améliorations qu'apporte ce module.

1.3 Changement apporté par le module

1.3.1 Ce module ajoute aux filets de sauvegarde prévus dans le module B0-102 un système de surveillance de la trajectoire d'approche (APM). L'APM avertit le contrôleur de risques accrus d'impact sans perte de contrôle lors de l'approche finale.

1.3.2 Ce module propose un APM optimisé qui maintient actuellement le nombre d'alertes intempestives et fausses à un minimum efficace, grâce à l'utilisation de modèles exacts de trajectoires d'approche.

2. AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE VISÉE ET PARAMÈTRES POUR DÉTERMINER LE SUCCÈS

<i>Sécurité</i>	Nette réduction du nombre d'incidents majeurs.
<i>Analyse des coûts et des avantages</i>	L'analyse de rentabilité pour cet élément est entièrement articulée autour de la sécurité et de l'application de l'ALARP (aussi bas que raisonnablement possible) dans la gestion des risques.

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 Les dispositions pertinentes des PANS-ATM, Doc 4444 devront être revues et complétées.

4. CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME

4.1 Avionique

4.1.1 L'avion devrait disposer de moyens de surveillance coopérative utilisant des technologies comme le transpondeur mode C/S ou l'ADS-B en mode diffusion. Il faudrait envisager d'étendre ces dispositions à tous les véhicules aériens (avec ou sans pilote) qui seront exploitées à l'intérieur ou à proximité des limites de l'espace aérien contrôlé.

4.2 Systèmes au sol

4.2.1 Selon le cas, une fonctionnalité permettant la surveillance de la trajectoire d'approche devrait être ajoutée au système de l'organe ATS. Les outils d'alertes de sécurité hors ligne devraient être améliorés pour tenir compte de ce nouveau type d'alertes.

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

5.1.1 Les alertes générées devraient normalement être appropriées et opportunes et le contrôleur devrait comprendre dans quelles circonstances des interactions peuvent survenir avec les pratiques normales de contrôle ou les filets de sauvegarde embarqués.

5.1.2 Les deux problèmes principaux en matière de performances humaines sont posés par les alertes intempestives, qui devraient être maintenues à un minimum, et par le délai d'avertissement en cas d'alerte réelle, qui devrait être suffisamment long pour permettre l'achèvement de la procédure.

5.1.3 L'utilisation des filets de sauvegarde au sol dépendra de la confiance du contrôleur. La confiance est le résultat de nombreux facteurs, comme la fiabilité et la transparence. Ni la méfiance ni la complaisance ne sont souhaitables ; la formation et l'expérience sont nécessaires pour développer la confiance au niveau approprié.

5.2 Exigences en matière de formation et de qualifications

5.2.1 Les contrôleurs doivent recevoir une formation spécifique aux filets de sauvegarde au sol et ils doivent être évalués afin que soient déterminées leurs compétences à l'utilisation des filets de sauvegarde au sol pertinents et des techniques de rattrapage.

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

6.1 Essais prévus ou en cours

EUROPE : le programme SESAR développe des améliorations des filets de sauvegarde au sol comme des algorithmes à plusieurs hypothèses et l'utilisation de paramètres d'avion téléchargés. Les essais en cours de fonctionnalités améliorées ont commencé en 2011.

7. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

7.1 Normes

Spécifications d'EUROCONTROL relatives à STCA, APW, MSAW et APM, disponibles sur <http://www.EUROCONTROL.int/safety-nets> (à compléter)

7.2 Procédures

OACI Doc 4444, *Procédures pour les services de la navigation aérienne – Gestion du trafic aérien*, paragraphes 15.7.2 et 15.7.4 (à revoir et à compléter).

7.3 Éléments indicatifs

- Éléments indicatifs d'EUROCONTROL concernant STCA, APW, MSAW et APM, disponibles sur <http://www.EUROCONTROL.int/safety-nets> (à compléter)
 - Manuel OACI des filets de sauvegarde au sol (à rédiger).
-

APPENDICE D

MODULE N° B2-101 : NOUVEAU SYSTÈME ANTICOLLISION EMBARQUÉ

Résumé	La mise en œuvre d'un système anticollision embarqué (ACAS) adaptée à des opérations basées sur trajectoire avec une fonction de surveillance améliorée appuyée par l'ADS-B et une logique adaptée d'évitement de collision visant à réduire les alertes intempestives et à réduire à un minimum les écarts par rapport à la trajectoire. La mise en œuvre d'un nouveau système embarqué d'avertissement de collision permettra des opérations plus efficaces et des procédures futures de vol plus efficaces tout en respectant les règlements de sécurité. Le nouveau système distinguera de manière précise les alertes nécessaires et les "alertes intempestives". Cette différenciation améliorée aboutira à une réduction de la charge du travail du contrôleur, car le personnel consacrera moins de temps à répondre aux "alertes intempestives". Il en résultera une réduction de la probabilité d'un quasi-abordage en vol.	
Principale incidence sur la performance conformément au Doc 9854	KPA-02 – Capacité, KPA-10 – Sécurité.	
Environnement d'exploitation/Phases de vol	Tous les espaces aériens.	
Considérations relatives à l'application	Les avantages en termes de sécurité ou les avantages opérationnels augmenteront en proportion des aéronefs équipés. L'étude de sécurité devra être faite soigneusement.	
Composant(s) du concept mondial d'après le Doc 9854	CM – gestion des conflits	
Initiatives du plan mondial (GPI)	GPI-2 : minima réduits de séparation verticale GPI-9 : conscience de la situation du trafic GPI-16 : systèmes d'aide à la décision et systèmes d'alerte	
Principales interdépendances	B0-101, B1-102 et B1-85	
Liste de contrôle de l'état de préparation		État (prêt maintenant ou vers [date])
	État de préparation des normes	Estimation 2023
	Disponibilité de l'avionique	Estimation 2023
	Disponibilité des systèmes au sol	S/O
	Procédures disponibles	√
	Approbatons d'exploitation	√
	État de préparation des normes	√

1. NARRATIF

1.1 Généralités

1.1.1 Le système anticollision embarqué actuel – ACAS II – est très efficace pour atténuer le risque de collision en vol. Il ressort d'études de sécurité que l'ACAS II réduit le risque de collision en vol de 75 – 95 % dans les rencontres avec les avions qui sont équipés soit d'un transpondeur (uniquement)

soit de l'ACAS II, respectivement. Afin d'obtenir ce haut niveau de sécurité, toutefois, les critères d'alertes utilisés par l'ACAS II chevauchent souvent la séparation horizontale et verticale associée à de nombreuses procédures de vol sûres et légales. Les données de surveillance de l'ACAS II en provenance des États-Unis indiquent que jusqu'à 90 % des avis de résolution observés (RA) sont dus à l'interaction entre les critères d'alerte de l'ACAS II et les procédures normales de séparation de l'ATC (par exemple la séparation de 500 pieds IFR/VFR, les procédures d'approches parallèles visuelles sur piste parallèle, la mise en palier avec une vitesse verticale élevée à 1 000 pieds au-dessus/au-dessous du trafic IFR ou les procédures de circuit de circulation pour les vols VFR). Afin d'obtenir les efficacités prévues dans l'espace aérien futur, une réduction des seuils d'alerte d'évitement de collision pourra être nécessaire afin de réduire encore la séparation, tout en minimisant les "alertes intempestives". Il ressort d'un examen initial des procédures NextGen comme les opérations sur pistes parallèles rapprochées (CSPO) ou l'utilisation d'une séparation ATC de trois milles marins en route que les performances de l'ACAS existant ne seront vraisemblablement pas suffisantes pour appuyer ces futures procédures. Il faut donc une nouvelle approche de l'évitement de collision embarqué.

1.2 Niveau de référence

1.2.1 La référence pour ce module est le résultat des améliorations à court terme de l'ACAS mis en œuvre dans le module B0-101.

1.3 Changement apporté par le module

1.3.1 La mise en œuvre d'un système anticollision embarqué amélioré doit réduire à un minimum les "alertes intempestives" tout en maintenant les niveaux existants de sécurité. En outre, ce nouveau système doit être capable de s'adapter plus rapidement aux changements des procédures de vol et à l'environnement.

1.3.2 Ce nouveau système devrait être capable de prendre en charge des minima de séparation réduits et de nouvelles procédures comme les opérations sur trajectoire 4D ou les applications ACAS, et de répondre aux défis que posent les nouveaux véhicules [notamment les aéronefs télépilotés (RPA)].

1.3.3 La mise en œuvre d'un nouveau système embarqué d'avertissement de collision permettra des opérations plus efficaces et des procédures futures de vol plus efficaces tout en respectant les règlements de sécurité. Le nouveau système discriminera avec précision les alarmes nécessaires et les "alertes intempestives", pour la séparation horizontale et verticale prévue dans les futures procédures de vol. Cette différenciation améliorée entraînera une réduction de la charge du travail du contrôleur car le personnel consacrera moins de temps à répondre aux "alertes intempestives".

1.3.4 Ces procédures de vol futures faciliteront l'utilisation optimale de l'espace aérien limité, tout en maintenant les normes de sécurité. La révision de la séparation horizontale et verticale permet aux zones où le trafic est bloqué de recevoir davantage d'avions dans toutes les dimensions de vol. L'ACAS augmenté facilitera les opérations sur pistes parallèles rapprochées, en augmentant le débit en région terminale et le débit de la circulation d'aérodrome. Le nouvel ACAS augmentera également la capacité en route grâce à la mise en œuvre de minima de séparation de 3 NM.

1.3.5 En outre, les critères et procédures d'alerte seront revus pour le nouveau système anticollision embarqué.

1.3.6 La mise en œuvre de ce module dépend de l'effort en cours visant à développer un successeur de la technologie TCAS actuelle.

1.4 Autres remarques

1.4.1 La Federal Aviation Administration (FAA) des États-Unis a financé des travaux de recherche-développement d'une nouvelle approche de l'évitement des collisions ces trois dernières années. Cette nouvelle approche profite des récents progrès de la programmation dynamique et d'autres techniques informatiques pour générer des alertes au moyen d'une optimisation hors ligne des avis de résolution. Cette approche utilise un grand nombre de données réelles d'aéronefs pour générer un modèle dynamique très précis du comportement de l'avion et des performances des capteurs. Sur la base d'une fonction de coût prédéterminée et grâce à des techniques informatiques d'avant-garde, cette approche génère un tableau optimisé d'actions optimales fondées sur des informations concernant les avions intrus. Cette approche réduit nettement le temps et les efforts de développement de la logique en concentrant les activités de développement sur l'élaboration du processus d'optimisation et non sur des changements itératifs d'un pseudo-code.

2. AMÉLIORATION OPÉRATIONNELLE VISÉE

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

2.2 Les principaux paramètres de performances comprennent la probabilité d'un quasi-abordage en vol (P/NMAC) et le taux d'alertes avec RA.

Capacité	Utilisation réduite du spectre 1030/1090 MHz
Sécurité	a) Améliorer la précision des avis de résolution (RA) afin d'appuyer les procédures de vol futures, comme des nouveaux minima de séparation, avec des réductions : 1) du taux d'avis de résolution ; 2) du taux d'alertes intempestives ; et b) réduction de la probabilité d'un quasi-abordage en vol : 1) probabilité d'un quasi-abordage en vol – P(NMAC).

3. PROCÉDURES NÉCESSAIRES (AIR ET SOL)

3.1 Les procédures opérationnelles nécessaires pour l'ACAS futur figurent dans les *Procédures pour les services de la navigation aérienne – Exploitation des aéronefs* (Doc 8168) et les *Procédures pour les services de la navigation aérienne – Gestion du trafic aérien* (Doc 4444). Les capacités du futur ACAS devraient appuyer la mise en œuvre de ces procédures.

4. CAPACITÉ NÉCESSAIRE DU SYSTÈME

4.1 Avionique

4.1.1 Il faudra une amélioration des algorithmes et des techniques de calcul ainsi que l'hybridation de l'ADS-B pour améliorer la précision des taux de RA et mieux faire la différence entre les alertes "intempestives" et les alertes légitimes. Les questions et spécifications techniques nécessaires figurent dans l'Annexe 6 – *Exploitation technique des aéronefs*, 1^{re} partie – *Aviation de transport commercial international – Avions* et le *Manuel de système anticollision embarqué (ACAS)* (Doc 9863).

5. PERFORMANCES HUMAINES

5.1 Considérations relatives aux facteurs humains

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

5.2 Exigences en matière de formation et de qualifications

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

6. BESOINS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION/NORMALISATION ET PLAN (AIR ET SOL)

- Réglementation/normalisation : les mises à jour nécessaires pour l'équipage et les procédures ACAS afin de permettre des seuils réduits d'évitement de collision dans les critères comprennent :
 - Annexe 6 de l'OACI – *Exploitation technique des aéronefs*, 1^{re} partie – *Aviation de transport commercial international – Avions* ;
 - Annexe 6 de l'OACI – *Exploitation technique des aéronefs*, 2^{ème} partie – *Aviation générale internationale – Avions*
 - Annexe 10 de l'OACI – *Télécommunications aéronautiques*, Volume IV – *Système radar de surveillance et systèmes anticollision* ;
 - OACI Doc 4444, *Procédures pour les services de la navigation aérienne – Gestion du trafic aérien*
- Plans d'approbation : à déterminer.

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

7.1 Utilisation actuelle

7.1.1 L'Annexe 6 de l'OACI prescrit l'ACAS II pour certaines catégories d'avions, selon la masse maximale au décollage (MTOW) de l'avion. Actuellement, le TCAS II v7 est la spécification minimale d'équipement qui est conforme à la norme ACAS II. Certains espaces aériens exigeront l'équipement TCAS II v7.1 à compter de 2015.

7.2 Activités prévues ou en cours

7.2.1 Lorsque l'installation d'un nouvel ACAS est exigée des exploitants ou leur est recommandée, il faudrait tenir compte de l'incidence sur les exploitants en termes de coûts.

États-Unis : des essais ACAS sont actuellement prévus pour 2012 afin de valider la faisabilité opérationnelle dans un environnement PBN.

8. DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

8.1 Normes

RTCA DO-298 *Safety Analysis of Proposed Change to TCAS RA Reversal Logic (Analyse de sécurité de la modification proposée de la logique d'inversion de l'avis de résolution TCAS)*.

8.2 Éléments indicatifs

M. J. Kochenderfer et J. P. Chryssanthacopoulos, "*Robust airborne collision avoidance through dynamic programming*," (Évitement efficace d'abordage en vol par la programmation dynamique) Massachusetts Institute of Technology, Lincoln Laboratory, Project Report ATC-371, 2010.

8.3 Documents d'approbation

- Annexe 6 de l'OACI – *Exploitation technique des aéronefs*, 1^{re} partie – *Aviation de transport commercial international – Avions*
- Annexe 6 de l'OACI – *Exploitation technique des aéronefs*, 2^{ème} partie – *Aviation générale internationale – Avions*
- Annexe 10 de l'OACI – *Télécommunications aéronautiques*, Volume IV – *Système radar de surveillance et systèmes anticollision*
- OACI Doc 4444, *Procédures pour les services de la navigation aérienne – Gestion du trafic aérien*.