

**Doc 9830**  
**AN/452**



# **Manuel sur les systèmes perfectionnés de guidage et de contrôle des mouvements à la surface (A-SMGCS)**

---

Approuvé par le Secrétaire général  
et publié sous son autorité

Première édition — 2004

Organisation de l'aviation civile internationale

*Publié séparément, en français, en anglais, en arabe, en chinois, en espagnol et en russe, par l'Organisation de l'aviation civile internationale. Prière d'adresser toute correspondance, à l'exception des commandes et des abonnements, au Secrétaire général.*

Envoyer les commandes à l'une des adresses suivantes en y joignant le montant correspondant (par chèque, chèque bancaire ou mandat) en dollars des États-Unis ou dans la monnaie du pays d'achat. Les commandes par carte de crédit (American Express, Mastercard ou Visa) sont acceptées au Siège de l'OACI.

*Organisation de l'aviation civile internationale.* Groupe de la vente des documents, 999, rue University, Montréal, Québec, Canada H3C 5H7  
Téléphone: +1 (514) 954-8022; Fax: +1 (514) 954-6769; Sitatex: YULCAYA; Courriel: sales@icao.int; Web: <http://www.icao.int>

*Afrique du Sud.* Avex Air Training (Pty) Ltd., Private Bag X102, Halfway House, 1685, Johannesburg  
Téléphone: +27 (11) 315-0003/4; Facsimile: +27 (11) 805-3649; E-mail: avex@iafrica.com

*Allemagne.* UNO-Verlag GmbH, August-Bebel-Allee 6, 53175 Bonn / Telephone: +49 (0) 228-94 90 2-0; Facsimile: +49 (0) 228-94 90 2-22;  
E-mail: info@uno-verlag.de; Web: <http://www.uno-verlag.de>

*Cameroun.* KnowHow, 1, Rue de la Chambre de Commerce-Bonanjo, B.P. 4676, Douala / Téléphone: +237 343 98 42; Fax: +237 343 89 25;  
Courriel: knowhow\_doc@yahoo.fr

*Chine.* Glory Master International Limited, Room 434B, Hongshen Trade Centre, 428 Dong Fang Road, Pudong, Shanghai 200120  
Téléphone: +86 137 0177 4638; Facsimile: +86 21 5888 1629; E-mail: glorymaster@online.sh.cn

*Égypte.* ICAO Regional Director, Middle East Office, Egyptian Civil Aviation Complex, Cairo Airport Road, Heliopolis, Cairo 11776  
Téléphone: +20 (2) 267 4840; Facsimile: +20 (2) 267 4843; Sitatex: CAICAYA; E-mail: icaomid@cairo.icao.int

*Espagne.* A.E.N.A. — Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea, Calle Juan Ignacio Luca de Tena, 14, Planta Tercera, Despacho 3. 11, 28027 Madrid / Teléfono: +34 (91) 321-3148; Facsimile: +34 (91) 321-3157; Correo-e: ssc.ventasoaci@aena.es

*Fédération de Russie.* Aviaizdat, 48, Ivan Franko Street, Moscow 121351 / Telephone: +7 (095) 417-0405; Facsimile: +7 (095) 417-0254

*France.* Directeur régional de l'OACI, Bureau Europe et Atlantique Nord, 3 bis, villa Émile-Bergerat, 92522 Neuilly-sur-Seine (Cedex)  
Téléphone: +33 (1) 46 41 85 85; Fax: +33 (1) 46 41 85 00; Sitatex: PAREUYA; Courriel: icaoeurnat@paris.icao.int

*Inde.* Oxford Book and Stationery Co., Scindia House, New Delhi 110001 or 17 Park Street, Calcutta 700016  
Téléphone: +91 (11) 331-5896; Facsimile: +91 (11) 332-2639

*Inde.* Sterling Book House – SBH, 181, Dr. D. N. Road, Fort, Bombay 400001  
Téléphone: +91 (22) 2261 2521, 2265 9599; Facsimile: +91 (22) 2262 3551; E-mail: sbh@vsnl.com

*Japon.* Japan Civil Aviation Promotion Foundation, 15-12, 1-chome, Toranomon, Minato-Ku, Tokyo  
Téléphone: +81 (3) 3503-2686; Facsimile: +81 (3) 3503-2689

*Kenya.* ICAO Regional Director, Eastern and Southern African Office, United Nations Accommodation, P.O. Box 46294, Nairobi  
Téléphone: +254 (20) 622 395; Facsimile: +254 (20) 623 028; Sitatex: NBOCAYA; E-mail: icao@icao.unon.org

*Mexique.* Director Regional de la OACI, Oficina Norteamérica, Centroamérica y Caribe, Av. Presidente Masaryk No. 29, 3<sup>er</sup> Piso, Col. Chapultepec Morales, C.P. 11570, México D.F. / Teléfono: +52 (55) 52 50 32 11; Facsimile: +52 (55) 52 03 27 57;  
Correo-e: icao\_nacc@mexico.icao.int

*Nigéria.* Landover Company, P.O. Box 3165, Ikeja, Lagos  
Téléphone: +234 (1) 4979780; Facsimile: +234 (1) 4979788; Sitatex: LOSLORK; E-mail: aviation@landovercompany.com

*Pérou.* Director Regional de la OACI, Oficina Sudamérica, Apartado 4127, Lima 100  
Téléphone: +51 (1) 575 1646; Facsimile: +51 (1) 575 0974; Sitatex: LIMCAYA; Correo-e: mail@lima.icao.int

*Royaume-Uni.* Airplan Flight Equipment Ltd. (AFE), 1a Ringway Trading Estate, Shadowmoss Road, Manchester M22 5LH  
Téléphone: +44 161 499 0023; Facsimile: +44 161 499 0298; E-mail: enquiries@afeonline.com; Web: <http://www.afeonline.com>

*Sénégal.* Directeur régional de l'OACI, Bureau Afrique occidentale et centrale, Boîte postale 2356, Dakar  
Téléphone: +221 839 9393; Fax: +221 823 6926; Sitatex: DKRCAYA; Courriel: icaodkr@icao.sn

*Slovaquie.* Air Traffic Services of the Slovak Republic, Letové prevádzkové služby Slovenskej Republiky, State Enterprise, Letisko M.R. Štefánika, 823 07 Bratislava 21 / Telephone: +421 (7) 4857 1111; Facsimile: +421 (7) 4857 2105

*Suisse.* Adeco-Editions van Diermen, Attn: Mr. Martin Richard Van Diermen, Chemin du Lacuez 41, CH-1807 Blonay  
Téléphone: +41 021 943 2673; Facsimile: +41 021 943 3605; E-mail: mvandiermen@adeco.org

*Thaïlande.* ICAO Regional Director, Asia and Pacific Office, P.O. Box 11, Samyae Ladprao, Bangkok 10901  
Téléphone: +66 (2) 537 8189; Facsimile: +66 (2) 537 8199; Sitatex: BKKCAYA; E-mail: icao\_apac@bangkok.icao.int

11/05

## Le Catalogue des publications et des aides audiovisuelles de l'OACI

Publié une fois par an, le Catalogue donne la liste des publications et des aides audiovisuelles disponibles. Des suppléments au Catalogue annoncent les nouvelles publications et aides audiovisuelles, les amendements, les suppléments, les réimpressions, etc.

On peut l'obtenir gratuitement auprès du Groupe de la vente des documents, OACI.

**Doc 9830**  
**AN/452**



# **Manuel sur les systèmes perfectionnés de guidage et de contrôle des mouvements à la surface (A-SMGCS)**

---

Approuvé par le Secrétaire général  
et publié sous son autorité

Première édition — 2004

Organisation de l'aviation civile internationale



## TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>		<i>Page</i>
<b>Avant-propos .....</b>	<b>V</b>	3.3 Besoins liés à la mise en œuvre.....	3-3
<b>Sigles, abréviations et symboles .....</b>	<b>VII</b>	3.4 Besoins fonctionnels fondamentaux.....	3-6
<b>Glossaire.....</b>	<b>IX</b>	3.5 Besoins supplémentaires .....	3-15
<b>Chapitre 1. Introduction .....</b>	<b>1-1</b>	3.6 Besoins du système .....	3-28
1.1 Fonctionnement d'un système de guidage et de contrôle des mouvements à la surface (SMGCS) .....	1-1	<b>Chapitre 4. Spécifications de performance.....</b>	<b>4-1</b>
1.2 Objectifs des améliorations du SMGCS .....	1-2	4.1 Spécifications du système .....	4-1
1.3 Le concept A-SMGCS .....	1-2	4.2 Spécifications de la surveillance.....	4-2
<b>Chapitre 2. Besoins de l'exploitation .....</b>	<b>2-1</b>	4.3 Spécifications du routage.....	4-2
2.1 Généralités .....	2-1	4.4 Spécifications du guidage .....	4-2
2.2 Objectifs et fonctions du système .....	2-1	4.5 Spécifications du contrôle.....	4-2
2.3 Partage des responsabilités et des fonctions .....	2-2	<b>Chapitre 5. Questions de mise en œuvre .....</b>	<b>5-1</b>
2.4 Conditions relatives à la mise en œuvre des systèmes .....	2-2	5.1 Introduction .....	5-1
2.5 Besoins fonctionnels de base .....	2-2	5.2 Évaluation de la capacité .....	5-1
2.6 Besoins complémentaires.....	2-5	5.3 Évaluation du rapport coûts-avantages.....	5-2
2.7 Besoins du système.....	2-9	5.4 Méthodologie générique pour évaluer si des systèmes particuliers permettent de répondre aux besoins A-SMGCS.....	5-7
<b>Chapitre 3. Éléments indicatifs sur l'application des besoins de l'exploitation et de performance.....</b>	<b>3-1</b>	5.5 Évaluation de la sécurité .....	5-10
3.1 Objectifs et fonctions du système .....	3-1	5.6 Certification .....	5-13
3.2 Partage des responsabilités et des fonctions .....	3-1	<b>Appendice A. Catégories d'A-SMGCS .....</b>	<b>A-1</b>
		<b>Appendice B. Degrés de mise en œuvre de l'A-SMGCS .....</b>	<b>B-1</b>
		<b>Appendice C. Évolution du matériel A-SMGCS ....</b>	<b>C-1</b>
		<b>Appendice D. Niveau de sécurité visé (TLS).....</b>	<b>D-1</b>
		<b>Appendice E. Recherches sur l'A-SMGCS.....</b>	<b>E-1</b>



## AVANT-PROPOS

Les systèmes décrits dans le *Manuel sur les systèmes de guidage et de contrôle de la circulation de surface (SMGCS)* (Doc 9476) ne permettent pas toujours de répondre comme il convient aux besoins de l'exploitation aérienne en matière de maintien des niveaux de capacité et de sécurité voulus, particulièrement en conditions de faible visibilité. On escompte donc qu'un système perfectionné de guidage et de contrôle des mouvements à la surface (A-SMGCS) permettra d'obtenir une capacité et une sécurité satisfaisantes dans toutes les conditions météorologiques, de densité de circulation et de configuration des aérodromes, grâce au recours à des technologies modernes et à une intégration très poussée des diverses fonctions.

Grâce à la mise au point de nouvelles technologies, dont l'automation, il est possible d'augmenter la capacité des aérodromes en conditions de faible visibilité et aux aérodromes complexes à forte densité de circulation. Pour éviter les solutions trop axées sur la technologie, des besoins de l'exploitation généraux ont été formulés (voir Chapitre 2) lesquels, quelles que soient les techniques utilisées, fournissent des lignes directrices pour l'analyse et la formulation des besoins locaux.

Les spécifications de performances décrites dans le présent manuel (voir Chapitre 4) visent à fournir une solution possible

aux problèmes de sécurité ou de capacité qui ont été mis en lumière jusqu'à présent. Il est toutefois envisagé que le concept A-SMGCS (voir Chapitre 1) continuera d'évoluer quand la technologie, les systèmes et les procédures nécessaires auront été mis au point.

Les besoins de l'exploitation et les performances décrits dans le présent manuel (voir Chapitres 3 et 4) semblent être nécessaires pour dicter le choix, la mise au point et la mise en œuvre d'un A-SMGCS à un aérodrome dont le SMGCS actuel doit être perfectionné, ou pour l'implantation d'un A-SMGCS à un aérodrome qui est actuellement dépourvu d'un SMGCS, mais auquel la densité de la circulation et/ou la configuration en exigent un.

Il est prévu que le présent manuel aidera les constructeurs et les exploitants, ainsi que les services de certification, à élaborer et à mettre en service l'A-SMGCS en tenant compte des circonstances locales et aussi de l'interopérabilité mondiale nécessaire des opérations de l'aviation civile internationale. Les normes et pratiques recommandées (SARP) de l'OACI devraient aussi être prises en compte à tous les stades de la mise en œuvre de l'A-SMGCS.



## SIGLES, ABRÉVIATIONS ET SYMBOLES

### *Acronymes et abréviations*

ADREP	Données relatives aux accidents/incidents d'aviation (OACI)	km	Kilomètre
ADS-B	Surveillance dépendante automatique en mode diffusion	kt	Nœuds
AMRT	Accès multiple à répartition dans le temps	L	Léger, faible
ARP	Point de référence d'aérodrome	LAAS	Système de renforcement à couverture locale
ARTS	Système de poursuite radar avancé	LSS	Sous-système des capteurs en boucle
ASDE	Radar de surveillance des mouvements de surface	m	Mètre
A-SMGCS	Système perfectionné de guidage et de contrôle des mouvements à la surface	M	Moyen/moyenne
ASR	Radar de surveillance d'aérodrome	NM	Mille marin
ATC	Contrôle de la circulation aérienne	NOTAM	Avis aux aviateurs
ATCO	Contrôleur de la circulation aérienne	NTSB	National Transportation Safety Board (É.-U.)
ATIDS	Système aéroportuaire d'identification des cibles	OACI	Organisation de l'aviation civile internationale
ATM	Gestion du trafic aérien	PD	Probabilité de détection
ATS	Services de la circulation aérienne	PDA	Probabilité de détection d'un avertissement
AVOL	Niveau opérationnel de visibilité d'aérodrome	PDAS	Système d'aide aux pilotes/conducteurs de véhicule
B	De base	PFA	Probabilité d'un faux avertissement
C	Complexe	PFD	Probabilité de fausse détection
CDB	Équilibre capacité/demande	PFID	Probabilité de fausse identification
CEAC	Conférence européenne de l'aviation civile	PID	Probabilité d'identification
CFMU	Organisme central de gestion des courants de trafic	RIRP	Programme de réduction des incursions sur piste (FAA)
CWP	Poste, pupitre de contrôleur	RNP	Qualité de navigation requise
DEFAMM	Installations et services de démonstration pour la gestion des mouvements aux aéroports (Commission européenne)	RVR	Portée visuelle de piste
DLM	Gestionnaire des liaisons de données	s	Seconde
ETA	Heure d'arrivée prévue	S	Simple
ETD	Heure de départ prévue	SARP	Normes et pratiques recommandées
EUROCONTROL	Organisation européenne pour la sécurité de la navigation aérienne	SID	Départ normalisé aux instruments
FAA	Federal Aviation Administration (É.-U.)	SMGCS	Système de guidage et de contrôle des mouvements à la surface
ft	Pieds	SMR	Radar de surface
h	Heure	SSDS	Serveur de données des mouvements au sol
H	Fort/forte	STAR	Arrivée normalisée aux instruments
HMI	Interface homme/machine	TDOA	Différence d'instant d'arrivée
ILS	Système d'atterrissage aux instruments	TLS	Niveau de sécurité visé
		VDGS	Système de guidage visuel pour l'accostage
		VFR	Règles de vol à vue
		VHF	Très hautes fréquences
		WGS-84	Système géodésique mondial — 1984

*Symboles*

° Degré  
= Égal  
> Plus grand que

< Plus petit que  
- Moins  
% Pour cent  
+ Plus  
± Plus ou moins

---

## GLOSSAIRE

*Note.*— Certains des termes ci-après sont définis dans des documents en vigueur de l'OACI, par exemple l'Annexe 14.

**Aérodrome.** Surface définie sur terre ou sur l'eau (comprenant éventuellement, bâtiments, installations et matériel), destinée à être utilisée, en totalité ou en partie, pour l'arrivée, le départ et les évolutions des aéronefs à la surface.

**Aire de manœuvre.** Partie d'un aérodrome à utiliser pour les décollages, les atterrissages et la circulation des aéronefs à la surface, à l'exclusion des aires de trafic.

**Aire de mouvement.** Partie d'un aérodrome à utiliser pour les décollages, les atterrissages et la circulation des aéronefs à la surface, et qui comprend l'aire de manœuvre et les aires de trafic.

*Note.*— Pour l'A-SMGCS, l'aire de mouvement ne comprend pas les postes de stationnement passifs, les postes innocupés et les parties de l'aire ou des aires de trafic expressément réservées aux mouvements des véhicules.

**Aire de trafic.** Aire définie, sur un aérodrome terrestre, destinée aux aéronefs pendant l'embarquement ou le débarquement des voyageurs, le chargement ou le déchargement de la poste ou du fret, l'avitaillement ou la reprise de carburant, le stationnement ou l'entretien.

**Avertissement.** Indication d'une situation existante ou imminente pendant le fonctionnement d'un aérodrome, ou indication d'un fonctionnement anormal de l'A-SMGCS dont il faut tenir compte ou qui appellera des mesures.

*Note.*— Le terme avertissement couvre les alertes, les mises en garde, les avis consultatifs et les alarmes qui correspondent à divers degrés d'urgence ou de fonctionnement du matériel.

**Capacité de l'A-SMGCS.** Nombre maximal de mouvements simultanés d'aéronefs et de véhicules que le système peut acheminer sans danger, dans un délai acceptable fonction de la capacité des pistes et des voies de circulation d'un aérodrome donné.

**Conflit.** Situation dans laquelle existe un risque de collision entre des aéronefs et/ou des véhicules.

**Continuité du système.** Possibilité pour un A-SMGCS d'effectuer une fonction requise sans interruption imprévue pendant une opération prévue à l'intérieur de sa zone de couverture.

**Disponibilité du système.** Possibilité pour un A-SMGCS d'effectuer une fonction requise au début d'une opération prévue à l'intérieur de sa zone de couverture.

**Durée de rétablissement.** Durée maximale à l'expiration de laquelle le contrôle manuel des feux doit être rétabli.

**Étiquette.** Image d'un aéronef, d'un véhicule ou d'un obstacle qui s'affiche sur un écran de surveillance.

**Exploitant d'aéroport.** Service responsable de l'exploitation de l'aéroport.

**Fiabilité du système.** Possibilité pour un A-SMGCS d'effectuer une fonction requise dans des conditions et pendant un intervalle de temps donnés.

**Identification.** Corrélation entre l'indicatif d'appel d'un aéronef ou d'un véhicule et l'étiquette de cet aéronef ou de ce véhicule qui est affichée par le système de surveillance.

**Incursion.** Tout événement survenant à un aérodrome dans lequel un aéronef, un véhicule ou une personne est indûment présent dans les parties protégées d'une surface réservée aux atterrissages, aux décollages, au roulement à la surface et au stationnement des aéronefs.

**Incursion sur piste.** Événement à un aérodrome au cours duquel un aéronef, un véhicule ou une personne se trouve indûment dans la partie protégée d'une surface réservée à l'atterrissage et au décollage des aéronefs.

**Intégrité du système.** Confiance que peut inspirer l'exactitude des renseignements fournis par un A-SMGCS. Il s'agit de la possibilité pour le système d'adresser en temps voulu à l'utilisateur ou aux utilisateurs des avertissements valides pour signaler que l'A-SMGCS ne doit pas être utilisé pour une opération prévue.

**Mobile.** Aéronef ou véhicule en mouvement sur l'aérodrome.

**Niveau de sécurité visé. (TLS).** Probabilité qu'un accident (mortel ou provoquant la destruction totale d'un ou plusieurs aéronefs) se produise pendant que des aéronefs circulent sur un aéroport.

**Niveau opérationnel de visibilité d'aéroport (AVOL).** Visibilité minimale à laquelle ou au-dessus de laquelle le flux de circulation déclaré peut être maintenu.

**Obstacle.** Tout ou partie d'un objet fixe (temporaire ou permanent) ou mobile qui est situé sur une aire destinée à la circulation des aéronefs à la surface ou qui fait saillie au-dessus d'une surface définie destinée à protéger les aéronefs en vol.

**Parcours.** Trajectoire entre un point de départ et un point d'arrêt définis de l'aire de mouvement.

**Poste de stationnement.** Partie d'une aire de trafic destinée à être utilisée pour le stationnement d'un aéronef :

- a) un poste de stationnement actif est un poste qui est occupé par un aéronef stationnaire dont les moteurs tournent, ou sur lequel un aéronef se déplace, ou vers lequel un aéronef se dirige ;
- b) un poste de stationnement passif est un poste qui est occupé par un aéronef stationnaire dont les moteurs sont éteints ; ou

- c) un poste de stationnement inoccupé est un poste dans lequel aucun aéronef ne stationne ou vers lequel aucun aéronef ne se dirige.

**Précision du système.** Degré de conformité entre une valeur mesurée ou estimée et la valeur réelle.

*Note.*— Pour l'A-SMGCS, cette précision concerne notamment la position et la vitesse.

**Service de gestion d'aire de trafic.** Service fourni pour assurer la régulation des activités et des mouvements des aéronefs et des autres véhicules sur une aire de trafic.

**Surveillance.** Fonction du système qui fournit des renseignements sur l'identification et la position exacte des aéronefs, des véhicules et des obstacles situés à l'intérieur d'une zone désignée.

**Système perfectionné de guidage et de contrôle des mouvements à la surface (A-SMGCS).** Système fournissant des indications d'acheminement (de routage), de guidage et de contrôle des aéronefs et des véhicules pour préserver le flux des mouvements sol déclaré dans toutes les conditions météorologiques comprises dans le niveau opérationnel de visibilité d'aéroport (AVOL) en maintenant le degré de sécurité requis.

**Voie de service.** Route de surface aménagée sur l'aire de mouvement et destinée à l'usage exclusif des véhicules.

# Chapitre 1

## INTRODUCTION

### 1.1 FONCTIONNEMENT D'UN SYSTÈME DE GUIDAGE ET DE CONTRÔLE DES MOUVEMENTS À LA SURFACE (SMGCS)

1.1.1 Les procédures SMGCS actuelles sont essentiellement fondées sur le principe « voir et être vu » pour maintenir la séparation entre des mobiles qui circulent sur l'aire de mouvement d'un aérodrome. Or, le nombre des accidents et des incidents qui se produisent pendant les mouvements à la surface, notamment les incursions sur piste, augmente constamment. Plusieurs facteurs contribuent à cet état de chose : nombre croissant de mouvements effectués en conditions de faible visibilité\*, augmentation progressive de la circulation, complexité de la configuration des aérodromes et prolifération des techniques et procédures d'augmentation de la capacité. C'est pourquoi des moyens perfectionnés sont nécessaires pour assurer la séparation lorsque les observations visuelles ne suffisent pas pour maintenir la capacité des aérodromes dans toutes les conditions météorologiques.

1.1.2 En général, les mouvements à la surface d'un aérodrome sont réglés par les contrôleurs de la circulation aérienne, les pilotes et les conducteurs de véhicule qui estiment à vue la position relative des mobiles. Les pilotes et les conducteurs se fient aux indications des aides visuelles (balisage lumineux, marques et panneaux de signalisation) pour se guider le long du parcours qui leur est assigné et pour repérer les intersections et les points d'attente. Par faible visibilité, les contrôleurs doivent se fier aux comptes rendus des pilotes et aux indications des radars de surface pour surveiller l'espacement et éviter les conflits potentiels. En pareilles circonstances, les pilotes et les conducteurs se rendent compte qu'il leur est extrêmement difficile de s'en remettre au principe « voir et être vu ». Aucun minimum de séparation n'est prescrit pour ces conditions et les contrôleurs, les pilotes et les conducteurs doivent veiller conjointement à ne pas créer un risque de collision.

1.1.3 Il existe sous une forme ou une autre un SMGCS à tous les aérodromes. Les systèmes les plus largement utilisés par le passé sont décrits dans le *Manuel sur le système de guidage et de contrôle de la circulation de surface (SMGCS)*

(Doc 9476). Dans leur conception la plus simple, les SMGCS se composent de lignes de guidage peintes au sol et de panneaux de signalisation, alors que les plus perfectionnés et les plus complexes utilisent aussi des feux axiaux de voie de circulation et des barres d'arrêt commutables. Tous les SMGCS guident les aéronefs entre leur piste d'atterrissage et leur poste de stationnement sur l'aire de trafic et inversement pour les décollages, ainsi que tous les autres mouvements au sol, par exemple entre une aire d'entretien et une aire de trafic, ou d'une aire de trafic à une autre. Les SMGCS peuvent aussi guider les véhicules. Dans le cas des aires de manœuvre, le contrôle des activités et des mouvements des mobiles relève normalement de la responsabilité du contrôle de la circulation aérienne (ATC). En revanche, pour les aires de trafic, cette responsabilité incombe au service de gestion d'aire de trafic. Enfin, le SMGCS peut aussi guider le personnel autorisé à se trouver sur l'aire de mouvement d'un aérodrome et contrôler ou réglementer ses mouvements.

1.1.4 Les plans du SMGCS prescrivent les procédures opérationnelles qui doivent être respectées pendant les mouvements au sol par faible visibilité. Ces procédures varient d'un aérodrome à l'autre selon, par exemple, les règlements et les politiques des services de la circulation aérienne (ATS), les responsabilités des divers services et aussi la configuration et les installations et services de l'aérodrome.

1.1.5 Les procédures SMGCS à suivre par faible visibilité sont déclenchées quand la portée visuelle de piste (RVR) tombe à une valeur préétablie (normalement entre 400 m et 600 m). Les exploitants d'aéronefs sont alors prévenus et ils appliquent les procédures prescrites en utilisant des listes de vérification.

1.1.6 Par faible visibilité, des parcours sol peuvent être désignés et ils sont représentés sur les cartes d'aérodrome dont disposent les pilotes et les conducteurs de véhicule. Les balisages lumineux, par exemple les barres d'arrêt et les feux de

---

\* Les conditions de visibilités mentionnées dans le présent manuel sont définies à l'Appendice A.

protection de piste, sont utilisés pour aider l'ATC à contrôler l'accès vers les pistes actives. Les aéronefs atterrissent sur une piste ou en sortent par des voies de circulation préétablies et ils suivent les instructions de roulement que leur donne le contrôleur sol. L'accès aux pistes par les véhicules est strictement contrôlé et seuls ceux qui sont essentiels sont autorisés à pénétrer dans l'aire de mouvement.

1.1.7 Les procédures actuelles permettent aux aéronefs d'atterrir dans des conditions de visibilité nulle et de décoller lorsque la RVR tombe à environ 75 m. Bien que certains États utilisent des systèmes perfectionnés de guidage sur voie de circulation comportant des barres d'arrêt pour contrôler les mouvements, aucune disposition de l'OACI ne traite du fonctionnement d'un SMGCS qui puisse assurer la fluidité et la sécurité nécessaires dans toutes les conditions météorologiques.

## 1.2 OBJECTIFS DES AMÉLIORATIONS DU SMGCS

L'examen des performances requises repose sur les objectifs de haut niveau ci-après qui peuvent être utiles pour déterminer les améliorations à apporter à la fluidité des mouvements au sol :

- a) les contrôleurs, les pilotes et les conducteurs devraient disposer de systèmes ayant le même niveau de performance ;
- b) les contrôleurs, les pilotes et les conducteurs devraient avoir des rôles et des responsabilités bien définis qui éliminent, dans l'application des procédures, les ambiguïtés de nature à provoquer des erreurs et des écarts ;
- c) des moyens améliorés devraient être mis à la disposition des contrôleurs, des pilotes et des conducteurs pour leur permettre d'avoir une meilleure conscience de leur position, compte tenu des conditions de visibilité, de la densité de la circulation et de la configuration de l'aérodrome ;
- d) il faudrait améliorer les moyens de surveillance ;
- e) il faudrait abrégé les retards de la circulation au sol et freiner la croissance de l'exploitation, notamment la capacité des pistes, devrait être satisfaite ;
- f) les fonctions relatives aux mouvements à la surface devraient permettre d'utiliser tous les types d'aéronef et tous les véhicules nécessaires ;

- g) un guidage et des procédures améliorés devraient être mis en place pour permettre :
  - 1) la sécurité des mouvements à la surface de l'aérodrome, compte tenu de la visibilité, de la densité de la circulation sol et de la configuration de l'aérodrome ;
  - 2) aux pilotes et aux conducteurs de suivre les parcours qui leur sont assignés de façon non ambiguë et fiable ;
- h) des aides visuelles d'aérodrome améliorées pour le guidage des mouvements à la surface devraient faire partie intégrante du système ;
- i) l'automatisation et l'aménagement des facteurs humains devraient fournir le lien entre la surface et l'aérogare et entre l'aérogare et l'espace aérien en route pour créer une exploitation sans solution de continuité qui réduise la charge de travail des contrôleurs et des pilotes ;
- j) le SMGCS devrait être amélioré de façon modulaire pour pouvoir être adapté aux aérodromes de toutes les catégories ;
- k) le système devrait permettre la prédiction et/ou la détection des conflits, leur analyse et leur résolution.

## 1.3 LE CONCEPT A-SMGCS

1.3.1 Le A-SMGCS diffère du SMGCS en ce qu'il permet de fournir un service pleinement individualisé dans une plage beaucoup plus vaste de conditions météorologiques, de densités de circulation et de configurations des aérodromes. La modularité des A-SMGCS doit être la même dans toutes les situations. Le choix des modules qui doivent être utilisés dans des circonstances particulières est dicté par les besoins propres à chaque aérodrome.

1.3.2 L'utilisation d'un A-SMGCS conduira à un nouveau partage des responsabilités relatives aux diverses fonctions du système. Il faudra moins compter sur les aptitudes du pilote ou du service de contrôle à procéder à la surveillance à vue. Certaines fonctions feront appel à l'automatisation du routage, du guidage et du contrôle.

1.3.3 Les principaux avantages qui découleront de la mise en œuvre d'un A-SMGCS seront associés mais sans s'y

limiter, à l'exploitation sol par faible visibilité. Par bonne visibilité, la capacité de l'aérodrome pourra aussi être nettement améliorée.

1.3.4 Les différences les plus marquées entre les fonctions d'un SMGCS actuel et d'un A-SMGCS sont les suivantes. Le second devrait guider et contrôler plus précisément tous les mobiles circulant sur l'aire de mouvement et il devrait permettre aussi d'assurer la séparation entre tous ces mobiles, surtout quand elle ne peut être maintenue à vue. Il est donc important d'admettre que, sauf quand très peu de mobiles sont autorisés à circuler simultanément sur l'aire de mouvement, le contrôleur n'est pas en mesure de s'acquitter de cette tâche même s'il dispose d'un radar de surface (SMR) classique. Ainsi, un A-SMGCS devrait permettre non seulement à tous les contrôleurs mais aussi à tous les mobiles qui risquent de se rapprocher dangereusement les uns des autres, d'avoir une meilleure conscience de la situation.

1.3.5 Quand les courants de circulation sol sont complexes, il peut être nécessaire que l'A-SMGCS remplisse les fonctions d'un système de gestion des mouvements à la surface en permettant de planifier et de gérer le mouvement de tous les mobiles autorisés à circuler sur l'aire de mouvement, et qu'il constitue une interface avec le système de gestion du trafic aérien (ATM).

1.3.6 L'A-SMGCS vise à permettre de faire face aux futures augmentations des mouvements à la surface qui auraient pour effet d'encombrer l'aéroport et qui causeraient des retards, à moins que de nouvelles techniques ne soient mises à la disposition des contrôleurs pour réduire leur charge de travail. Du point de vue des autorisations de départ et de la gestion des aires de trafic, il faudra que l'information soit mieux échangée pour gérer la disponibilité des postes et des aires de stationnement, ce qui réduirait jusqu'à un minimum les retards pendant le roulement au sol.

1.3.7 Un A-SMGCS aura pour effet de réduire le nombre des communications vocales, d'améliorer les aides de guidage à la surface et d'accroître la confiance des pilotes à l'égard de l'avionique, ce qui permettra de mieux guider les aéronefs qui s'approchent ou s'éloignent des pistes. Il augmentera aussi les possibilités pour l'ATC d'assurer une surveillance par des moyens électroniques. L'automation jouera un rôle plus important dans le contrôle des mouvements à la surface.

1.3.8 Les communications migreront à un environnement mixte d'échanges vocaux et de messages par liaisons de données, des communications automatiques de données entre éléments du système, y compris du sol vers le poste de pilotage, permettant aux usagers d'obtenir des renseignements

sur la situation. Les communications vocales continueront d'être utilisées quand elles seront nécessaires.

1.3.9 Pour le guidage à la surface, les aides visuelles seront améliorées et elles permettront le guidage et le contrôle automatiques le long des parcours à suivre. Toutefois, par faible visibilité, le pilote devra pouvoir disposer d'une avionique appropriée, par exemple d'une carte défilante pour contrôler sa progression et le respect du parcours qui lui a été assigné. L'avionique pourra être utilisée aussi pour afficher des renseignements sur la circulation au sol.

1.3.10 La surveillance ATC améliorée fournira des renseignements précis sur la position et l'identité de tous les mobiles circulant sur l'aire de mouvement. Ils seront utilisés pour améliorer les fonctions automatisées concernant le respect des instructions et les avertissements de conflit. De plus, les renseignements de surveillance seront utiles pour perfectionner les fonctions de planification de la circulation associées à la prédiction de la fluidité de la circulation sol et des heures d'arrivée et de départ.

1.3.11 Les fonctions automatiques consisteront notamment à contrôler le respect des instructions de circulation au sol et à détecter et résoudre les conflits potentiels. Il sera aussi fait appel à l'automation pour contrôler le fonctionnement des aides visuelles sol à partir des indications des contrôleurs et des services de surveillance. Ainsi, les aides visuelles seront implantées en fonction de la configuration des pistes actives et les intersections piste/voie de circulation seront contrôlées sur la base d'une connaissance précise de l'emplacement et du mouvement des mobiles.

1.3.12 Les fonctions automatisées de planification de la circulation à la surface seront intégrées aux opérations d'approche et de départ. Le séquençage des arrivées sur chaque piste et l'affectation des postes de stationnement seront utilisés pour mieux prédire les heures d'arrivée à ces postes. Ces renseignements amélioreront l'acheminement des aéronefs et abrègeront la durée de leur immobilisation au sol. Pour les départs, les heures de démarrage des moteurs et de rétro-poussage pourront être coordonnées de manière à optimiser le séquençage des départs en fonction des destinations planifiées. De plus, les changements apportés à la configuration des aérodromes seront programmés et réalisés plus efficacement, ce qui minimisera leurs incidences éventuelles sur le taux d'utilisation de l'aérodrome.

1.3.13 La mise au point de systèmes complexes et les besoins différents des usagers exigeront une évolution modulaire de la mise en œuvre de divers éléments (dont certains sont déjà en place). En raison du caractère évolutif de

l'A-SMGCS qui est prévu et des besoins différents des usagers, toutes les dispositions du présent manuel ne seront pas appliquées à tous les aérodromes. De plus, le manuel ne peut que décrire en grandes lignes les diverses étapes de l'amélioration continue des opérations aux aérodromes.

1.3.14 Il est admis que les normes techniques sous-entendues dans le présent manuel sont les plus strictes pour les conditions les plus critiques de visibilité, de densité de la circulation et de configuration des aérodromes. La mise en œuvre des installations, services et procédures à ces niveaux ne sera peut-être pas la plus appropriée à tous les aérodromes. L'implantation d'un A-SMGCS ne peut être possible qu'après une évaluation des études de coûts/avantages effectuées et un examen des besoins des usagers qui évoluent constamment.

Il faudra donc qu'un dialogue s'instaure entre les prestataires de services, les fabricants et les usagers pour que les besoins de l'exploitation puissent se traduire en besoins techniques.

1.3.15 Il est indispensable qu'un A-SMGCS soit en relation avec les conditions d'exploitation prévues à l'aérodrome où il sera installé. S'il ne répond pas aux besoins de l'aérodrome, les mouvements seront beaucoup plus lents ou pourront nuire à la sécurité. Il est important d'admettre qu'il n'est pas indispensable que les systèmes soient complexes et qu'ils ne seront pas économiques aux aérodromes où la visibilité, la densité de la circulation, la complexité et toute combinaison de ces facteurs n'entravent pas les mouvements des mobiles au sol.

---

## Chapitre 2

### BESOINS DE L'EXPLOITATION

#### 2.1 GÉNÉRALITÉS

2.1.1 Les besoins de l'exploitation énoncés dans le présent manuel se rapportent aux conditions les plus rigoureuses et doivent être appliqués quelles que soient la visibilité, la densité de la circulation, la configuration de l'aérodrome et les autres circonstances locales. Ainsi qu'il a déjà été mentionné, les conditions de visibilité envisagées dans le présent manuel sont décrites à l'Appendice A.

2.1.2 À un aérodrome donné, un A-SMGCS serait un système intégré fournissant un guidage et un contrôle améliorés des mouvements à la surface de cet aérodrome. Au bout du compte, le prestataire de services, les compagnies aériennes et l'exploitant de l'aéroport seront responsables de la sécurité de l'exploitation faisant appel à un A-SMGCS. Dans le présent manuel, le terme « responsabilité » se rapporte seulement à la personne ou au système et à un rôle ou à une fonction désignée à l'intérieur d'un A-SMGCS.

2.1.3 Les exploitants d'aéroport affectent leurs aires de trafic à différents services de contrôle. Dans certains cas, l'ATC en est pleinement responsable alors que dans d'autres il existe sous une forme ou une autre un service de contrôle des aires de trafic qui en est totalement ou partiellement responsable au nom de l'exploitant de l'aéroport. Quelle que soit la méthode utilisée, le niveau de service fourni par l'A-SMGCS devrait être ininterrompu entre les pistes et les postes de stationnement, et inversement.

2.1.4 Pour résoudre le problème du contrôle et de la séparation des mobiles à un poste de stationnement donné, le poste de stationnement peut devenir actif ou passif, et inversement. C'est pourquoi l'utilisation dans le présent manuel de l'expression « aire de mouvement » exclut les postes de stationnement passifs, les postes inoccupés et les parties de la ou des aires de trafic qui sont expressément réservées au mouvement des mobiles.

2.1.5 Un A-SMGCS ayant les caractéristiques décrites dans le présent manuel appelle la mise en place d'une interface homme/machine (HMI) intégrée qui réduira la charge de travail

des contrôleurs, des pilotes et des conducteurs de véhicule grâce au recours aux ordinateurs et à l'automatisation mais qui continuera de permettre le contrôle manuel.

#### 2.2 OBJECTIFS ET FONCTIONS DU SYSTÈME

2.2.1 Pour optimiser l'exploitation « de porte à porte », un A-SMGCS devrait pouvoir aider les aéronefs et les véhicules autorisés à manœuvrer sûrement et efficacement sur l'aire de mouvement. Un A-SMGCS devrait pouvoir renforcer les fonctions primaires ci-après :

- a) surveillance ;
- b) routage ;
- c) guidage ;
- d) contrôle.

*Note.— On considère que les communications font partie intégrante de chacune des fonctions primaires.*

2.2.2 Pour tirer tout le parti possible de la mise en œuvre d'un A-SMGCS, à toutes ses étapes, il faudrait prévoir aussi une fonction complémentaire de planification.

2.2.3 Un A-SMGCS devrait pouvoir fonctionner à un nombre de mouvements spécifié dans des conditions de visibilité pouvant tomber jusqu'au niveau opérationnel de visibilité d'aérodrome (AVOL). Quand la visibilité est inférieure à AVOL, l'A-SMGCS devrait pouvoir s'adapter à une réduction des mouvements des mobiles jusqu'à un niveau acceptable dans la nouvelle situation.

2.2.4 Le système devrait prendre en compte tous les mouvements afin de fournir à tous les usagers des renseignements complets sur la situation et aussi pour permettre les prédictions et la résolution des conflits pendant ces mouvements.

2.2.5 L'A-SMGCS devrait être modulaire pour que le niveau de service approprié puisse être fourni à des aéroports différents ainsi que dans les diverses zones d'un aéroport.

### 2.3 PARTAGE DES RESPONSABILITÉS ET DES FONCTIONS

Bien que les responsabilités et les fonctions puissent varier, elles devraient être clairement définies à l'intention de tous les usagers du système. Un A-SMGCS devrait être conçu de façon que les responsabilités et fonctions puissent être assignées aux intéressés ci-après :

- a) système automatique ;
- b) contrôleurs ;
- c) pilotes ;
- d) conducteurs de véhicule ;
- e) agents techniques d'exploitation ;
- f) services d'urgence ;
- g) exploitant d'aéroport ;
- h) services de réglementation ;
- i) services de sûreté.

*Note.— Les pilotes qui utilisent un A-SMGCS continuent d'être responsables de la sécurité et de la maîtrise de leur aéronef.*

### 2.4 CONDITIONS RELATIVES À LA MISE EN ŒUVRE DES SYSTÈMES

2.4.1 Le principe qui régit la conception d'un A-SMGCS devrait permettre son amélioration modulaire. L'A-SMGCS de chaque aéroport comprendra sa propre combinaison de modules, en fonction des facteurs d'exploitation énumérés à l'Appendice A. Par exemple, certains modules d'un A-SMGCS seront nécessaires dans une ou plusieurs des conditions ci-après :

- a) conditions de visibilité 2, 3 ou 4 ;

- b) forte densité de la circulation sol ;
- c) configuration complexe de l'aéroport.

2.4.2 La certification d'un A-SMGCS devrait porter sur son ensemble.

*Note 1.— Un A-SMGCS complet se compose de sous-systèmes, de matériels et d'autres éléments nécessaires pour qu'il puisse remplir sa fonction, et comprend aussi des procédures opérationnelles, l'attribution des responsabilités, des fonctions de gestion et des moyens d'appui au système.*

*Note 2.— L'addition de modules ou l'amélioration des modules existants appellera une analyse pour veiller à ce que la validité de la certification initiale ne soit pas dégradée. Lorsque cette validité ne pourra être assurée, il faudra procéder à une nouvelle certification du système complet.*

### 2.5 BESOINS FONCTIONNELS DE BASE

*Note.— L'interdépendance des fonctions primaires de l'A-SMGCS doit être prise en compte comme suit lorsque ces besoins sont établis.*

#### 2.5.1 Surveillance

2.5.1.1 La fonction de surveillance d'un A-SMGCS devrait :

- a) fournir des renseignements de position précis sur tous les déplacements à l'intérieur de l'aire de mouvement ;
- b) identifier et étiqueter les mouvements autorisés ;
- c) porter sur les aéronefs et les véhicules mobiles et statiques à l'intérieur de la zone de couverture de la fonction de surveillance ;
- d) pouvoir rafraîchir les données nécessaires pour répondre aux besoins de guidage et de contrôle, dans le temps et à diverses positions le long du parcours suivi ;
- e) ne pas être gênée par des conditions nuisant nettement à l'exploitation, par exemple les conditions météorologiques et topographiques défavorables.

2.5.1.2 L'état de fonctionnement de tout l'équipement de surveillance devrait être contrôlé par le système et des avertissements devraient être lancés le cas échéant.

2.5.1.3 Des données concernant la surveillance des parties prescrites d'un aéroport devraient être fournies à tous les services de contrôle compétents.

2.5.1.4 À l'intérieur de la zone prescrite de l'aérodrome, la surveillance devrait être effectuée jusqu'à une altitude qui permette de couvrir les approches interrompues et les vols d'hélicoptère à basse altitude.

2.5.1.5 La surveillance devrait porter sur les aéronefs en approche vers chaque piste jusqu'à une distance telle que les aéronefs en rapprochement puissent être pris en compte par l'A-SMGCS de façon que les mouvements à l'aérodrome, dont ceux des aéronefs au départ et ceux qui traversent des pistes actives, puissent être gérés.

2.5.1.6 Il faudrait que la surveillance effectuée au moyen de l'A-SMGCS et la surveillance de la circulation au voisinage de l'aérodrome ne souffre d'aucune solution de continuité.

2.5.1.7 L'A-SMGCS devrait pouvoir détecter toute incursion dans les zones utilisées par les aéronefs en mouvement et dans les bandes de piste, et à l'intérieur de toute zone protégée désignée par l'exploitant de l'aéroport. Le système de surveillance devrait aussi indiquer continuellement la position des mobiles non autorisés ainsi que celle des obstacles dans les zones mentionnées ci-dessus.

2.5.1.8 Pour les mobiles qui se trouvent à l'intérieur des zones mentionnées au § 2.5.1.7, la fonction de surveillance d'un A-SMGCS devrait fournir continuellement les renseignements nécessaires pour détecter les écarts par rapport au parcours affecté, à une fréquence de rafraîchissement suffisante pour assurer que le système réagisse comme il convient.

## 2.5.2 Routage

2.5.2.1 Quelle soit manuelle ou automatique, la fonction de routage d'un A-SMGCS devrait :

- a) pouvoir assigner un parcours à chaque aéronef ou à chaque véhicule se déplaçant dans l'aire de mouvement ;
- b) permettre à tout moment un changement de destination ;
- c) permettre toute modification d'un parcours ;
- d) pouvoir répondre aux besoins des aérodromes complexes à forte densité de circulation ;
- e) ne pas limiter le choix d'une sortie de piste par un pilote qui vient d'atterrir.

2.5.2.2 En mode semi-automatique, la fonction de routage devrait fournir aussi au service de contrôle des avis consultatifs sur les parcours assignés.

*Note.— En mode semi-automatique, c'est le service de contrôle qui assigne les parcours.*

2.5.2.3 En mode automatique, la fonction de routage devrait aussi :

- a) assigner les parcours ;
- b) fournir des renseignements appropriés pour permettre l'intervention manuelle en cas de défaillance ou à la discrétion du service de contrôle.

2.5.2.4 Quand il assigne des parcours, l'A-SMGCS devrait :

- a) réduire le plus possible les distances de roulement au sol, conformément à la configuration de l'aéroport la plus opérationnellement efficace ;
- b) être interactif avec la fonction de contrôle afin de réduire le plus possible les conflits aux intersections des pistes et des voies de circulation ;
- c) réagir aux changements apportés dans l'exploitation (par exemple changements de piste, routes de service fermées pour cause d'entretien, dangers ou obstacles temporaires) ;
- d) utiliser une terminologie ou des symboles conventionnels ;
- e) pouvoir assigner aux usagers autorisés les parcours qu'ils ont demandés ;
- f) comporter un moyen de validation des parcours.

## 2.5.3 Guidage

La fonction de guidage d'un A-SMGCS devrait :

- a) assurer le guidage nécessaire pendant tous les mouvements autorisés ; être disponible et pouvoir fonctionner quels que soient les parcours assignés ;
- b) donner aux pilotes et aux conducteurs des indications non ambiguës qui leur permettront de suivre les parcours qui leur sont assignés ;

- c) permettre à tous les pilotes et à tous les conducteurs d'avoir pleinement conscience de leur position le long du parcours qui leur a été assigné ;
- d) pouvoir accepter à tout moment un changement de parcours ;
- e) pouvoir indiquer les parcours et les aires réglementés ou inutilisables ;
- f) permettre de contrôler l'état de fonctionnement de toutes les aides de guidage ;
- g) fournir un contrôle en ligne, avec des alarmes lorsque les aides de guidage sont commutées sélectivement pour répondre à des besoins de routage et de contrôle.

*Note.— Quand les conditions de visibilité permettent des mouvements autorisés sûrs, ordonnés et rapides, la fonction de guidage fait essentiellement appel aux aides visuelles normalisées. Si la mauvaise visibilité ralentit les mouvements au sol, du matériel ou des systèmes supplémentaires sont nécessaires pour renforcer les aides visuelles afin d'éviter tout ralentissement.*

## 2.5.4 Contrôle

2.5.4.1 La fonction de contrôle d'un A-SMGCS devrait :

- a) avoir une capacité suffisante pour faire face au flux maximal des mouvements autorisés (capacité dynamique) ;
- b) avoir une capacité suffisante pour la planification par l'aérodrome des mouvements demandés pendant une période pouvant atteindre une heure (capacité statique) ;
- c) détecter les conflits et les résoudre ;
- d) pouvoir maintenir l'espacement longitudinal à des valeurs préétablies :
  - 1) des vitesses ;
  - 2) des directions relatives ;
  - 3) des dimensions des aéronefs ;
  - 4) des effets du souffle des réacteurs ;

- 5) des délais de réponse de l'être humain et des systèmes ;
- 6) des performances de décélération ;
- e) générer des alarmes en cas d'incursions sur pistes et activer les dispositifs de protection (par exemple barres d'arrêt ou alertes) ;
- f) générer des alarmes en cas d'incursions sur voies de circulation et activer les dispositifs de protection (par exemple barres d'arrêt ou alertes) ;
- g) générer des alarmes en cas d'incursions dans les zones critiques et sensibles qui ont été établies pour les aides de radionavigation ;
- h) générer des alarmes en cas d'incursions dans les zones d'urgence ;
- i) pouvoir intégrer des outils de gestion informatisés ;
- j) constamment veiller à ce que les contrôleurs, les pilotes et les conducteurs soient tenus informés des décisions qui seront prises ;
- k) contrôler les mouvements à l'intérieur d'une plage de vitesses préétablie afin de couvrir l'exploitation dans toutes les situations, en tenant compte du genre de mouvement ;
- l) pouvoir autoriser la poursuite des opérations dans toutes les conditions de visibilité jusqu'à AVOL ;
- m) pouvoir établir les priorités des diverses activités de contrôle.

2.5.4.2 La fonction de contrôle d'un A-SMGCS devrait aussi permettre :

- a) de séquencer les aéronefs après leur atterrissage ou au départ, afin de réduire le plus possible les retards et permettre l'utilisation maximale de la capacité disponible à l'aérodrome ;
- b) de maintenir comme il convient les véhicules de service et d'entretien à l'écart des activités opérationnelles ;
- c) d'échelonner les mouvements d'aérodrome, conformément aux minima prescrits en tenant compte :
  - 1) de la turbulence de sillage ;

- 2) du souffle des réacteurs, des hélices et des rotors ;
- 3) des dimensions des aéronefs ;
- 4) des emplacements et des configurations différents (piste, voie de circulation, aire de trafic ou poste de stationnement d'aéronef) ;
- d) d'éviter les obstacles pendant les mouvements ;
- e) de prescrire une distance minimale d'espacement entre tous les aéronefs et un aéronef isolé pour des raisons de sûreté (Annexe 14 de la Convention relative à l'aviation civile internationale — *Aérodromes*, Volume I, Chapitre 3).

2.5.4.3 L'A-SMGCS devrait émettre les avertissements de conflits à court terme ci-après assez tôt pour que les mesures appropriées puissent être prises immédiatement :

- a) avertissement de conflit à court terme : l'avertissement est donné automatiquement quand l'espacement prédit est inférieur aux minima préétablis ;
- b) avertissement de pénétration dans une zone : l'avertissement est donné automatiquement quand le mouvement d'un véhicule qui pénétrera probablement dans une zone critique ou réglementée est détecté ;
- c) avertissement d'écart : l'avertissement est donné automatiquement quand l'écart calculé sera supérieur à l'écart maximal préétabli ;
- d) avertissement d'incursion sur une piste : l'avertissement est donné automatiquement quand le mouvement d'un véhicule qui pénétrera probablement sur une piste active (bande de piste) est détecté ;
- e) avertissement d'incursion sur une voie de circulation (ou sur une piste inactive utilisée comme voie de circulation) : l'avertissement est donné automatiquement quand le mouvement d'un véhicule qui pénétrera probablement sur une voie de circulation ou une aire de trafic active, en s'écartant du parcours qui lui a été assigné, est détecté.

2.5.4.4 Des avertissements à moyen terme distinctifs devraient être donnés très à l'avance pour que les mesures correctrices appropriées puissent être prises pour ce qui concerne :

- a) la prédiction de conflit ;

- b) la détection de conflit ;
- c) la résolution de conflit.

2.5.4.5 Dès qu'un conflit a été détecté, l'A-SMGCS devrait le résoudre automatiquement ou, à la demande d'un contrôleur, proposer la solution la plus appropriée.

## 2.6 BESOINS COMPLÉMENTAIRES

### 2.6.1 Coefficient de risque global

La mise en œuvre d'un A-SMGCS ne devrait pas créer un risque global supérieur à la probabilité d'un accident mortel par  $10^7$  mouvements.

### 2.6.2 Types d'aéronef

Un A-SMGCS devrait appuyer les mouvements de tous les types d'aéronef et il devrait pouvoir être adapté pour répondre aux besoins de futurs types d'aéronef.

### 2.6.3 Véhicules

2.6.3.1 Un A-SMGCS devrait pouvoir être utilisé par les véhicules convenablement équipés utilisés à l'intérieur de l'aire de mouvement.

2.6.3.2 Tout véhicule autorisé destiné à être utilisé sur l'aérodrome à proximité de l'aire de manœuvre devrait être équipé d'un matériel lui permettant d'informer l'A-SMGCS de sa position.

### 2.6.4 Vitesses et orientation

Le système devrait pouvoir appuyer les mouvements des mobiles dans le respect des paramètres ci-après :

- a) vitesses minimale et maximale des aéronefs en approche finale, en approche interrompue et sur les pistes ;
- b) vitesses minimale et maximale des aéronefs roulant sur les voies de circulation ;
- c) vitesses minimale et maximale des véhicules ;
- d) tout cap.

### 2.6.5 Susceptibilité

Les performances du système ne devraient pas être altérées :

- a) par le brouillage radio, notamment celui qui est produit par les moyens de navigation, de télécommunication et radar (y compris l'équipement de bord) ;
- b) par la réflexion des signaux et l'effet de masque provoqué par les aéronefs, les véhicules, les bâtiments, les bancs de neige et autres obstacles (fixes ou temporaires) en saillie sur l'aérodrome ou à son voisinage ;
- c) par les conditions météorologiques ou tout état de l'aérodrome résultant de conditions météorologiques défavorables dans lesquelles les mouvements seraient autrement possibles.

### 2.6.6 Système de référence

2.6.6.1 Un A-SMGCS devrait être référencé par rapport au Système géodésique mondial — 1984 (WGS-84).

2.6.6.2 Un A-SMGCS devrait utiliser un point de référence commun sur les aéronefs et les véhicules.

### 2.6.7 Planification

2.6.7.1 Pour appuyer les fonctions primaires (surveillance, routage, guidage et contrôle), les moyens de planification d'un A-SMGCS devraient permettre :

- a) la planification stratégique qui indiquera des situations prédites de la circulation plus de 20 minutes avant des heures établies ;
- b) la planification pré tactique qui indiquera la situation prédite de la circulation plus de 20 minutes avant une heure établie ;
- c) la planification tactique qui indiquera la situation instantanée de la circulation.

2.6.7.2 Les moyens de planification devraient comprendre des méthodes de prévision de la capacité d'un aérodrome ainsi qu'une indication des heures de mise en route des moteurs pour que la circulation puisse être adoptée à cette capacité.

*Note 1.— L'évaluation de la capacité doit être fondée sur des facteurs tels que les conditions météorologiques, l'état de*

*fonctionnement du matériel et la fermeture de certaines parties de l'aire de mouvement.*

*Note 2.— Les autres éléments à prendre en compte pour évaluer la capacité sont les activités qui doivent se dérouler sur l'aire de mouvement telles que les inspections des surfaces, la mesure du frottement et le déblaiement de la neige.*

*Note 3.— La mise en œuvre d'un A-SMGCS exige la désignation de parcours sol qui garantiront la sécurité et l'efficacité des mouvements des mobiles. Les parcours assignés dépendront de considérations stratégiques, pré tactiques et tactiques dont il sera tenu compte pendant la planification globale.*

### 2.6.8 Enregistrement

2.6.8.1 Des données sélectionnées sur l'activité de contrôle des communications et les informations affichées devraient être enregistrées aux fins des enquêtes sur les accidents et les incidents.

2.6.8.2 Une fonction devrait permettre de reproduire directement les données enregistrées dans le système opérationnel, pour la vérification immédiate de matériel suspect et l'enquête initiale d'un incident.

### 2.6.9 Défaillances du système

2.6.9.1 Le matériel qui affiche les données de contrôle devrait être à sûreté intégrée et à panne limitée.

*Note.— L'expression « à sûreté intégrée » signifie dans ce contexte que la redondance est suffisante pour que les données soient acheminées vers les écrans d'affichage en permettant que certains éléments du matériel tombent en panne sans qu'il en résulte une perte des données affichées. L'expression « à panne limitée » signifie que le système est conçu de manière que même s'il tombe en panne au point que certaines des données soient perdues, celles qui continuent d'être affichées permettent au contrôleur de poursuivre sa tâche.*

2.6.9.2 En cas de défaillance d'un élément d'un A-SMGCS, le système devrait continuer de fonctionner « sûrement ».

2.6.9.3 Tous les éléments critiques du système devraient comporter des moyens audio et visuels pour indiquer leur défaillance en temps voulu.

2.6.9.4 Un A-SMGCS devrait se remettre à fonctionner automatiquement en quelques secondes. Sa remise en marche

devrait comprendre la restitution des renseignements pertinents sur la circulation du moment et les performances du système.

### 2.6.10 Considérations concernant l'aérodrome

Un A-SMGCS devrait pouvoir s'adapter à tout changement de la configuration de l'aérodrome (pistes, voies de circulation et aires de trafic).

### 2.6.11 Considération concernant le pilote

Devraient être fournis au pilote :

- a) en tout temps, des renseignements d'emplacement et de direction ;
- b) un guidage et un contrôle continu pendant :
  - 1) le roulement à l'atterrissage ;
  - 2) le roulement jusqu'au poste de stationnement et du poste de stationnement au point d'attente avant piste ;
  - 3) l'alignement vers le point de décollage assigné ;
  - 4) le roulement au sol avant le décollage ;
- c) l'indication du parcours à suivre, y compris les changements de direction et l'indication des arrêts ;
- d) le guidage dans les aires de stationnement, d'accostage et d'attente ;
- e) l'indication de l'espacement par rapport à l'aéronef qu'il suit, y compris les ajustements de vitesse ;
- f) par condition de visibilité 4, l'indication de la séparation par rapport à tous les aéronefs, véhicules et obstacles ;
- g) l'indication du séquençement nécessaire ;
- h) des renseignements pour éviter l'effet de souffle des réacteurs, des hélices et des rotors ;
- i) l'identification des zones à éviter ;
- j) des renseignements pour éviter les collisions avec d'autres aéronefs, véhicules et obstacles connus ;
- k) des renseignements sur les défaillances du système qui portent atteinte à la sécurité ;

- l) l'emplacement des pistes actives ;
- m) des avertissements d'incursion sur les pistes et voies de circulation ;
- n) la superficie des zones critiques et sensibles.

*Note.— La plupart des besoins décrits ci-dessus peuvent être satisfaits au moyen des aides visuelles.*

### 2.6.12 Considérations concernant les conducteurs de véhicule

2.6.12.1 Les conducteurs de véhicule devraient recevoir :

- a) en tout temps, des renseignements d'emplacement et de direction ;
- b) des renseignements sur le parcours à suivre ;
- c) un guidage le long du parcours qu'ils suivent ou le guidage nécessaire pour qu'ils restent à l'intérieur des zones désignées ;
- d) des renseignements et, s'il y a lieu, un contrôle pour éviter les collisions avec les aéronefs, les véhicules et les obstacles connus ;
- e) des avertissements d'incursion dans les zones non autorisées.

2.6.12.2 En plus du § 2.6.12.1, les conducteurs de véhicule d'urgence et des véhicules nécessaires à l'exploitation devraient disposer de moyens :

- a) leur permettant de repérer le lieu d'une urgence dans la zone de couverture effective du système ;
- b) leur permettant d'obtenir des renseignements sur les routes de service prioritaires spéciales.

*Note.— La plupart des besoins décrits ci-dessus peuvent être satisfaits au moyen des aides visuelles.*

### 2.6.13 Considérations concernant la gestion des aires de trafic

Les services de gestion des aires de trafic devraient disposer des renseignements ci-après :

- a) renseignements sur l'identité, la position et la progression des aéronefs, y compris ceux qui sont remorqués ;

- b) renseignements sur l'identité, la position et la progression des véhicules dont les mouvements risquent de gêner ceux des aéronefs ;
- c) renseignements sur la présence d'obstacles ou d'autres dangers ;
- d) renseignements sur l'état de fonctionnement des éléments du système ;
- e) renseignements sur les moyens qui peuvent être utilisés pour procéder à un contrôle satisfaisant.

- e) détection des incursions sur piste ;
- f) détection des intrus ;
- g) prédiction des conflits ;
- h) détection des conflits ;
- i) résolution des conflits ;
- j) indication des alarmes ;
- k) indication du réglage approprié de l'éclat des aides visuelles ;
- l) assignation des postes de stationnement.

#### 2.6.14 Automatisation

2.6.14.1 Lorsque des moyens automatiques sont disponibles, le niveau d'efficacité de l'interface homme/machine devrait être satisfaisant.

2.6.14.2 La conception d'un A-SMGCS devrait permettre de faire la distinction entre les divers éléments et fonctions du système ci-après :

- a) assistance du système dans la prise de décision ;
- b) avis émis par le système sur les décisions prises ;
- c) décisions du système communiquées directement à tous ses usagers.

2.6.14.3 Si le système ne permet pas de contrôler les aéronefs, de détecter les conflits et de résoudre les avertissements de conflit, il ne faut pas l'utiliser pour le guidage automatique.

2.6.14.4 En cas de dégradation de l'intégrité du système, celui-ci devrait automatiquement avertir tous ses usagers et il devrait permettre de transférer sûrement et aisément aux contrôleurs les fonctions automatiques.

2.6.14.5 Sans automatisation, il peut être impossible de répondre à certains besoins de l'exploitation. Les fonctions ci-après de l'A-SMGCS peuvent être automatisées :

- a) identification des aéronefs et des véhicules ;
- b) poursuite et étiquetage des cibles ;
- c) assignation des parcours ;
- d) guidage et contrôle ;

*Note.— On attend des processus de validation de l'automatisation qu'ils portent sur toutes les conditions environnementales et sur toutes les défaillances, y compris le rétablissement automatique du contrôle manuel.*

#### 2.6.15 Interface homme/machine (HMI)

2.6.15.1 Le fonctionnement d'un A-SMGCS ne devrait pas dégrader les autres fonctions de l'ATC.

2.6.15.2 L'interface homme/machine de l'A-SMGCS devrait :

- a) maintenir un équilibre entre les fonctions de l'être humain et celles des machines ;
- b) permettre à l'être humain de continuer de prendre des décisions concernant les fonctions dont il est chargé ;
- c) permettre une combinaison équilibrée d'actions et de réactions visuelles, verbales et tactiles.

2.6.15.3 Le fonctionnement des dispositifs d'entrée des contrôleurs devrait être simple, c'est-à-dire qu'il ne devrait exiger qu'un nombre minimal de commandes.

2.6.15.4 Les affichages et indicateurs devraient être visibles dans toutes les conditions normales d'intensité lumineuse de l'environnement d'une tour de contrôle d'aérodrome.

2.6.15.5 Il faudrait tenir compte des possibilités pour l'équipage de conduite et pour les conducteurs de véhicule de réagir aux indications de guidage et de contrôle du système.

2.6.15.6 Le système devrait fournir aux pilotes et aux conducteurs les données essentielles d'acheminement, de guidage et de contrôle, sous une forme normalisée et ces données devraient en tout temps être bien visibles, lisibles, complètes et crédibles. Le guidage devrait être effectué de manière à minimiser la lecture des affichages et indicateurs par les pilotes et les conducteurs et à maximiser l'utilisation des repères visuels.

2.6.15.7 Le système devrait avoir des interfaces permettant aux contrôleurs de gérer les fonctions de guidage et de contrôle de manière sûre et efficace.

### 2.6.16 Interfaces

2.6.16.1 Pour que tous les intéressés puissent bénéficier pleinement des avantages de l'A-SMGCS, celui-ci devrait pouvoir être en liaison avec :

- a) la gestion du trafic aérien (ATM), pour les fonctions suivantes :
  - 1) gestion des arrivées et des départs ;
  - 2) coordination des arrivées et des départs ;
  - 3) optimisation des séquences et des heures de démarrage des moteurs ;
  - 4) optimisation des séquences et heures de rétro-poussage ;
  - 5) intégration du traitement des plans de vol initiaux, du groupe central de gestion de la circulation, etc. ;
- b) les systèmes de gestion d'aérodrome ;
- c) les systèmes ATS existants et futurs ;
- d) les systèmes météorologiques ;
- e) les aides visuelles ;
- f) l'avionique existante et future ;
- g) les systèmes d'acheminement d'aérodrome ;
- h) les exploitants d'aéronefs ;
- i) les services d'urgence ;
- j) les services de police et de sûreté ;

k) les autres clients ou usagers.

2.6.16.2 Le format de l'échange de données entre systèmes devrait être normalisé.

2.6.16.3 Un A-SMGCS devrait permettre aux contrôleurs, pilotes et conducteurs de véhicule de collaborer entre eux, de fonctionner efficacement et aussi de collaborer avec d'autres systèmes.

## 2.7 BESOINS DU SYSTÈME

### 2.7.1 Précision

2.7.1.1 Lors de l'établissement des paramètres de précision des positions d'un A-SMGCS, il convient de tenir compte de ses fonctions principales et de leurs interdépendances.

2.7.1.2 Pour ce qui est de la fonction de surveillance, l'erreur admissible de la position signalée devrait être compatible avec les besoins établis par les fonctions de guidage et de contrôle.

2.7.1.3 Pour ce qui est de la fonction de guidage, les erreurs de position admissibles devraient être les mêmes, que le guidage sur voie de circulation soit visuel et/ou électronique. Toutefois, dans les conditions de visibilité où le guidage électronique est nécessaire pour spécifier les erreurs admissibles, il convient de tenir compte de la largeur des voies de circulation et de la voie des roues de train principal.

### 2.7.2 Fréquence de rafraîchissement

Quand il y a lieu, la fréquence de rafraîchissement d'un module A-SMGCS devrait être suffisante pour permettre le fonctionnement requis.

### 2.7.3 Intégrité

2.7.3.1 La conception du système devrait éviter les défaillances qui entraîneraient la fourniture de données erronées pendant des périodes importantes pour l'exploitation.

2.7.3.2 Le système devrait pouvoir fournir aux usagers, dans les délais voulus, une validation continue des données et des alarmes pour signaler qu'il ne faut pas utiliser le système.

Le système devrait valider les données conformément à la priorité qui leur est affectée.

2.7.3.3 Les données importantes pour l'exploitation devraient être validées dans les délais voulus et elles devraient être compatibles avec les capacités de perception et/ou le délai de réponse de l'être humain.

#### **2.7.4 Disponibilité et continuité**

2.7.4.1 La disponibilité d'un A-SMGCS devrait être suffisante pour assurer le mouvement sûr, ordonné et rapide des mobiles sur l'aire de mouvement d'un aérodrome, jusqu'aux conditions AVOL.

2.7.4.2 Un A-SMGCS devrait assurer un service continu dans toutes les zones établies par les autorités compétentes. Toute interruption de fonctionnement non prévue devrait être assez brève ou assez rare pour ne pas nuire à la sécurité des aéronefs utilisant le système.

2.7.4.3 Le fonctionnement d'un A-SMGCS devrait être surveillé de manière que toute défaillance importante pour l'exploitation soit détectée et que des mesures soient prises immédiatement pour restaurer le service, en totalité ou en partie.

2.7.4.4 Une indication positive de l'état du système ou de toute défaillance importante pour l'exploitation devrait être donnée automatiquement à tout aéronef, véhicule et service de contrôle dont le fonctionnement peut être compromis.

#### **2.7.5 Fiabilité**

2.7.5.1 Par sa conception, un A-SMGCS devrait comporter un degré de redondance et une tolérance des défauts appropriés, qui soient fonction des conditions de sécurité. Le système devrait comporter un dispositif d'autocontrôle émettant des avertissements de défaillance.

2.7.5.2 Toute défaillance du matériel ne devrait pas provoquer :

- a) une réduction de la sécurité (à panne limitée) ;
- b) la perte de fonctions essentielles.

2.7.5.3 Le système devrait permettre le transfert aux procédures de secours appropriées quand la durée des défaillances dépasse celle qui est importante pour l'exploitation. Les défaillances importantes pour l'exploitation devraient être signalées clairement au service de contrôle et à tous les intéressés.

## Chapitre 3

# ÉLÉMENTS INDICATIFS SUR L'APPLICATION DES BESOINS DE L'EXPLOITATION ET DE PERFORMANCE

### 3.1 OBJECTIFS ET FONCTIONS DU SYSTÈME

Les principaux objectifs d'un A-SMGCS (voir § 2.2) peuvent être atteints grâce aux mesures ci-après :

- a) amélioration de la fonction de surveillance pour veiller à ce que les contrôleurs reçoivent tous les renseignements (dont l'identification) relatifs à tous les mobiles circulant sur l'aire de mouvement, jusqu'aux conditions AVOL ;
- b) amélioration de la conscience qu'ont les pilotes de leur position en particulier par faible visibilité — quand le principe « voir et être vu » ne peut être appliqué ;
- c) mise en place de moyens de routage permettant de tirer plein parti de la capacité de l'aérodrome. Cela exigera l'existence d'un instrument de planification tactique ;
- d) indications claires des parcours affectés aux pilotes et aux conducteurs dans l'aire de mouvement pour qu'ils puissent suivre les parcours qui leur sont assignés jusqu'aux conditions AVOL ;
- e) amélioration du contrôle des opérations sur pistes et voies de circulation en mettant en œuvre des dispositifs d'alarme en cas d'incursion et des instruments de prévision, de détection et de résolution des conflits.

### 3.2 PARTAGE DES RESPONSABILITÉS ET DES FONCTIONS

#### 3.2.1 Généralités

3.2.1.1 La question du partage des responsabilités relatives au fonctionnement des A-SMGCS sera un élément majeur à prendre en compte lors de leur conception. La conception

d'un A-SMGCS ne devrait pas être gênée par le partage de responsabilités existant. Il faudrait admettre que des changements puissent être nécessaires pour rendre possible l'utilisation de nouvelles technologies et l'application de nouveaux concepts d'exploitation. De nouveaux éléments seront introduits à mesure que les systèmes deviendront plus efficaces et le fonctionnement correct de certaines fonctions mettra en jeu les responsabilités des fabricants et des producteurs de logiciels. Il faudra procéder à un examen approfondi et permanent du partage de responsabilités existant pour établir plus clairement comment les nouveaux concepts influenceront sur les arrangements en vigueur.

3.2.1.2 La mise en œuvre d'un A-SMGCS et des procédures qui lui sont associées permet un haut degré d'automatisation, celle-ci donnant la possibilité de gérer à l'échelle de tout le système des tâches liées à la sécurité normalement confiées à l'être humain. Lorsque le rôle et les responsabilités des fonctions du système présentent un risque pour la sécurité, il convient de procéder à une évaluation complète des risques.

3.2.1.3 La conception et l'utilisation d'un A-SMGCS doivent obligatoirement être telles que les responsabilités relatives à la sécurité de fonctionnement du système soient pleinement établies. Cette affectation des responsabilités devrait être fonction des conditions d'exploitation. Par faible visibilité, il faudrait prêter une attention particulière à cet aspect de la conception. Les principaux domaines de responsabilité sont les suivants :

- a) le pilote est en dernier ressort responsable de la sécurité de son aéronef et il en demeure constamment le maître ;
- b) le contrôleur intéressé aura au premier chef la responsabilité de faire fonctionner l'A-SMGCS et d'interpréter la situation ;
- c) on pourra approuver un A-SMGCS approprié qui fournisse automatiquement aux contrôleurs, pilotes et conducteurs des indications particulières concernant

notamment l'identification, le guidage et la détection des conflits ;

- d) le pilote ou le conducteur devra réagir aux instructions ou aux alarmes données par l'A-SMGCS à moins que le contrôleur ne l'en exempte expressément.

3.2.1.4 La détection des conflits est, par exemple, une des responsabilités d'un A-SMGCS qui, dans certaines circonstances, peut être déléguée à un système automatique. La stratégie à appliquer en cas de conflit doit être définie clairement dans toutes les situations. Plusieurs paramètres (par exemple distance, vitesse et emplacement) détermineront si l'on juge que la proximité de deux objets crée un conflit.

### 3.2.2 Responsabilités

3.2.2.1 L'ATC est normalement responsable de l'aire de manœuvre d'un aéroport. Sur l'aire de trafic, les services sont fournis par l'organisme de gestion d'aire de trafic. Certains États autorisent que le groupe de gestion des aires de trafic soit autonome, alors que dans d'autres c'est l'ATC qui a charge de ce service.

3.2.2.2 Les responsables des opérations de surface à un aéroport appartiennent en gros à cinq groupes, dont chacun a des fonctions qui lui sont propres : gestion de l'aéroport, gestion des aires de trafic, ATC, pilotes et conducteurs de véhicule.

3.2.2.3 Le personnel qui surveille et fait fonctionner l'équipement A-SMGCS veille à ce qu'il fonctionne correctement, mais les opérateurs humains sont déchargés de toute responsabilité dans le cas des fonctions automatiques dans lesquelles ils n'interviennent pas.

3.2.2.4 La responsabilité principale du fonctionnement tactique d'un A-SMGCS est confiée à un contrôleur qui peut être chargé entre autres des fonctions ci-après :

- a) guidage fourni par le système ;
- b) utilisation des parcours par le service de contrôle ;
- c) détection des conflits par le système et/ou par le contrôleur ;
- d) résolution des conflits nécessitant la coopération entre le système, le contrôleur, le pilote et le conducteur.

3.2.2.5 Les conducteurs doivent respecter les règlements de l'aéroport ainsi que les instructions A-SMGCS et ATC. Il

leur revient toujours d'exercer tous les soins et toute l'attention voulus pour éviter les collisions entre leur véhicule et les aéronefs et autres obstacles. Les conducteurs devraient suivre une formation qui leur permette de comprendre leurs fonctions et de respecter les procédures de l'aéroport, de l'A-SMGCS et de l'ATC.

3.2.2.6 Dans les conditions envisagées pour le fonctionnement d'un A-SMGCS, le système et ceux qui le font fonctionner devront accepter une grande responsabilité dans l'établissement de l'espacement entre aéronefs. Dans certaines circonstances, le pilote continuera d'être responsable de son maintien à vue. Il y aura aussi des conditions d'exploitation dans lesquelles il ne sera pas en mesure de se rendre compte de l'existence d'un conflit de circulation et d'obstacles.

3.2.2.7 Les conditions dans lesquelles un A-SMGCS fonctionnera sont telles que le pilote devra se fier au guidage et au contrôle fournis par le système. Ce guidage et ce contrôle doivent s'exercer sur toute la distance qui sépare la piste du poste de stationnement et inversement. Les aires utilisées par les véhicules de service qui ne participent pas à l'A-SMGCS devront être strictement séparées de celles dans lesquelles les aéronefs circulent. De plus, en raison de l'environnement de travail et de l'interface HMI extrêmement complexes d'un A-SMGCS, la formation est indispensable et elle doit comporter des conditions de délivrance de licences, pour garantir la compétence continue du personnel d'exploitation. La responsabilité du contrôle doit être affectée de manière que la qualité du service fourni aux aéronefs et aux véhicules soit la même dans toute l'aire de mouvement.

3.2.2.8 L'ATC contrôle tous les mobiles sur les aires de manœuvre en donnant la priorité aux aéronefs. À cette fin, il doit utiliser des communications radiotéléphoniques normalisées pour ce qui est des expressions conventionnelles, des procédures et de la langue. En conditions de faible visibilité, quand l'organisme ATC est de plus en plus responsable des mesures anticollisions au sol, les contrôleurs peuvent être appelés à limiter le nombre des véhicules en mouvement sur l'aire de manœuvre.

3.2.2.9 Pour permettre à l'ATC de s'acquitter des responsabilités décrites ci-dessus, un A-SMGCS devrait contribuer au minimum à la prévention :

- a) des incursions des mobiles sur les pistes et voies de circulation dans toutes les conditions de visibilité ;
- b) des collisions entre :
  - 1) les aéronefs circulant sur l'aire de manœuvre dans toutes les conditions de visibilité ;

- 2) les mobiles circulant sur l'aire de manœuvre dans toutes les conditions de visibilité ;
- 3) les aéronefs circulant sur l'aire de manœuvre et les obstacles situés sur cette aire dans toutes les conditions de visibilité ;
- 4) les véhicules circulant sur l'aire de manœuvre dans les conditions de visibilité 4 ;
- 5) les véhicules évoluant sur l'aire de manœuvre et les obstacles situés sur cette aire dans les conditions de visibilité 4.

3.2.2.10 Pour que l'organisme de gestion d'aire de trafic puisse s'acquitter de ses responsabilités, un A-SMGCS devrait contribuer à éviter, sur l'aire de manœuvre :

- a) les incursions d'aéronefs, de véhicules et de personnel non autorisé dans les aires et parcours désignés, dans toutes les conditions de visibilité ;
- b) les collisions en conditions de visibilité 3 et 4 entre :
  - 1) les aéronefs ;
  - 2) les aéronefs et les véhicules ;
  - 3) les aéronefs et les obstacles ;
  - 4) les véhicules contrôlés ;
  - 5) les véhicules contrôlés et les obstacles.

3.2.2.11 Il faudrait prévoir une interface entre les services de gestion d'aire de trafic et le contrôle d'aérodrome. Les premiers pourraient être chargés de l'affectation des postes de stationnement d'aéronef et de la diffusion aux exploitants d'aéronefs de renseignements sur les mouvements, de la veille sur les fréquences ATC et de la mise à jour des renseignements de base sur l'heure des arrivées, des atterrissages et des décollages.

3.2.2.12 L'exploitant de l'aérodrome a la charge d'inspecter régulièrement l'aire de manœuvre et les aires de trafic de l'aéroport pour veiller à ce que tout le balisage lumineux, toutes les marques et tous les panneaux de signalisation soient constamment utilisables et ne soient pas occultés par des contaminants, neige et glace par exemple. De plus, l'exploitant d'aérodrome doit désigner des parcours de roulement normalisés pour les aéronefs et pour les véhicules, contrôler l'accès à l'aire de mouvement ainsi que former et motiver le personnel de l'aérodrome.

### **3.3 BESOINS LIÉS À LA MISE EN ŒUVRE**

#### **3.3.1 Mise en œuvre évolutive**

3.3.1.1 Il n'est pas envisagé que les besoins de l'exploitation de l'A-SMGCS provoqueront immédiatement l'obsolescence du SMGCS. La stratégie sous-jacente aux besoins A-SMGCS repose sur l'hypothèse que la mise au point et la mise en œuvre du système progresseront à une vitesse essentiellement déterminée par des considérations d'exploitation et d'économie propres à chaque aérodrome. L'Appendice B contient une liste des critères à appliquer pour déterminer les degrés de mise en œuvre de l'A-SMGCS.

3.3.1.2 De manière générale, un A-SMGCS devrait évoluer, à partir du SMGCS déjà installé, par des améliorations progressives de l'équipement au sol existant pour atteindre le niveau de fonctionnement souhaité. La manière dont cela sera réalisé à un aérodrome donné devra être compatible avec le volume de la circulation au sol, les conditions d'exploitation et la configuration de cet aérodrome. Des éléments pourront être ajoutés à un SMGCS existant quand les besoins de la circulation justifieront son expansion. Par conséquent, la solution A-SMGCS adoptée à un aérodrome donné sera fonction des besoins de l'exploitation et des caractéristiques physiques de cet aérodrome. L'évolution du système est illustrée à l'Appendice C.

#### **3.3.2 Normalisation et certification**

3.3.2.1 Un mécanisme de certification, appliqué universellement, existe pour les aéronefs, leur utilisation et leur avionique. Ce mécanisme comporte des objectifs de réglementation et des procédures communes convenus. Aucun mécanisme de ce genre n'est normalement adopté pour les systèmes ATS. Les prestataires de services sol spécifient les caractéristiques du système en tenant compte des normes et pratiques recommandées (SARP) en vigueur, mais ils mettront le système en service sans pouvoir s'appuyer sur des objectifs de sécurité convenus et harmonisés indépendamment. L'adoption d'un A-SMGCS entraînera la nécessité d'adopter un mécanisme de certification qui traitera globalement des aspects sécurité du système ou des services. Pareille démarche est proposée pour tous les nouveaux systèmes ATS comportant une intégration aux éléments air et sol de nouvelles technologies et quand des techniques d'automatisation avancées sont utilisées.

3.3.2.2 La certification des systèmes tiendrait compte de la sécurité nécessaire à chaque fonction d'un A-SMGCS et des objectifs de sécurité des procédures, et fournirait la preuve qu'ils sont tous respectés. Il faudra de plus démontrer que les infrastructures de gestion de la sécurité et de la qualité au sein

des organisations fournissant ou utilisant un A-SMGCS seront satisfaisantes et leur conformité devra être vérifiée en permanence. Dès lors que les critères de certification seraient satisfaits, l'utilisation en exploitation de l'A-SMGCS et la participation des exploitants d'aéronefs seraient approuvées.

3.3.2.3 Le recours à pareille méthodologie de la sécurité constitue un des moyens de démontrer la sécurité d'un A-SMGCS. Elle permet de confirmer par le raisonnement que la sécurité du système est acceptable. Elle fournit aussi des mécanismes par lesquels la sécurité de l'exploitation est continuellement contrôlée et, si nécessaire, améliorée.

3.3.2.4 La certification devrait résulter d'un travail d'équipe. L'équipe comprendrait le prestataire A-SMGCS, le prestataire ATS, l'exploitant d'aérodrome, les exploitants d'aéronefs participants et les services de délivrance des certificats et licences. Ces derniers devraient de préférence être autonomes.

3.3.2.5 La conception d'un A-SMGCS devrait reposer sur des normes et des spécifications internationales pour permettre l'interopérabilité des systèmes et leur modularité ouverte. L'interopérabilité devrait assurer que les systèmes de bord sont compatibles avec tout A-SMGCS installé n'importe où dans le monde.

3.3.2.6 Pour qu'une composante du système respecte les exigences d'interopérabilité, il faut que des normes s'appliquant dans toute l'aviation soient établies. Ces normes définiraient les besoins minimaux en matière de fonctionnement et de performance. La confirmation de l'interopérabilité appellerait aussi une analyse de la sécurité du rendement fonctionnel de la composante pour établir qu'elle ne créerait pas de nouveaux risques. Cela conduirait à la délivrance d'une approbation de type pour cette composante et éviterait en partie la nécessité de recertifier la totalité ou la majeure partie d'un A-SMGCS.

3.3.2.7 Lors de la modification d'une partie d'un système certifié, il faudrait tenir compte en particulier des conséquences de la modification sur l'utilisation du système. Par exemple, avant de remplacer une composante d'un A-SMGCS d'une marque donnée par une composante d'une autre marque, il faudrait démontrer que la nouvelle composante a les mêmes caractéristiques fonctionnelles et que son utilisation ne porte aucunement atteinte à la sécurité.

### **3.3.3 Adoption de nouvelles technologies**

3.3.3.1 De manière générale, l'adoption d'une nouvelle technologie A-SMGCS devrait respecter les normes internationales. L'autorité compétente devrait approuver l'adoption de nouvelles technologies.

3.3.3.2 Pour des raisons de sécurité et d'entretien, il est hautement souhaitable que tous les modules sol d'un A-SMGCS soient implantés à l'aérodrome même.

3.3.3.3 Il n'entre pas dans le cadre des besoins de l'exploitation de spécifier des solutions techniques, mais certains facteurs qui nuisent à l'efficacité de l'exploitation doivent être pris en compte lors de la détermination de la technique à utiliser et de l'incidence qu'elle pourrait avoir sur le fonctionnement du système. Les principales considérations sont décrites ci-après :

a) surveillance :

- 1) actuellement, les procédures de contrôle d'aérodrome exigent que le maintien des niveaux de sécurité soit confirmé à vue. Par faible visibilité, cette confirmation est plus difficile. Les aides de surveillance peuvent être améliorées pour permettre l'identification et la classification des étiquettes ;
- 2) des moyens de surveillances peuvent fournir des données pour la prédiction, la détection et la résolution des conflits ;

b) communications :

- 1) à tous les aérodromes, la radiotéléphonie devrait continuer d'être le principal moyen de diffusion des instructions tactiques ;
- 2) la liaison de données pourra s'ajouter à la radiotéléphonie. Elle sera particulièrement utile pour la délivrance d'autorisations et de routages qui ne sont pas sensibles au facteur temps et qui n'appellent pas de mesures instantanées. Le format des messages émis par liaison de données et, en particulier, l'affichage de ces messages dans le poste de pilotage doivent être normalisés. La distinction entre l'accusé de réception et la compréhension d'un message émis par liaison de données est importante. L'émission de messages par liaison de données à structure libre à partir du poste de pilotage peut y causer une charge de travail excessive ;

c) guidage et contrôle :

- 1) le système de guidage actuel fournit déjà des repères visuels et comporte aussi un balisage lumineux, des marques et des panneaux de signalisation. À moyen terme, ces repères pourront être encore améliorés par des feux d'axe de piste et des

barres d'arrêt commutables. Aux aéroports très complexes ou par visibilité réduite, d'autres moyens pourront se révéler nécessaires, tels que :

- i) affichages électroniques ;
- ii) dispositifs visuels améliorés ;
- iii) données satellitaires ;

- 2) quand les aéronefs en mouvement sur les voies de circulation et les aires de trafic bénéficient d'un guidage précis — grâce à un balisage lumineux amélioré ou à des techniques plus avancées — le pilote continue d'avoir pleine responsabilité de son aéronef.

3.3.3.4 Il sera important de normaliser totalement à l'échelon international :

- a) le guidage à vue et les balisages lumineux aéronautiques ;
- b) le format des affichages des instruments de bord ;
- c) les dispositifs visuels améliorés ;
- d) les dispositifs de guidage non visuels.

3.3.3.5 Pour les gros-porteurs, la vaste zone qui est masquée par l'angle d'occultation du poste de pilotage augmente les intensités nécessaires pour rendre assez visible la configuration des feux de voie de circulation quand la RVR tombe sous 75 m. L'Annexe 14, Volume I, contient des renseignements détaillés sur les intensités lumineuses minimales nécessaires à diverses valeurs de AVOL.

3.3.3.6 Un A-SMGCS peut être utilisé pour augmenter la capacité des aéroports à forte densité de circulation sol et/ou aux aéroports complexes en améliorant la planification et en surveillant les mouvements au sol dans toutes les conditions météorologiques, ou en améliorant le guidage tout en préservant la sécurité.

3.3.3.7 Un A-SMGCS exige certaines données qui ne peuvent être fournies que par des sources extérieures. Il s'agit essentiellement de toutes celles qui peuvent avoir une incidence sur le fonctionnement de l'A-SMGCS et qui peuvent comprendre, sans s'y limiter :

- a) des renseignements sur l'aérodrome :
  - 1) caractéristiques physiques/configuration ;

- 2) la ou les pistes actives, avec indication que la piste est utilisée exclusivement pour les atterrissages ou les décollages ;

- 3) délimitation des zones sensibles pour des raisons de sécurité, par exemple points d'attente avant piste et zones protégées autour des aides de navigation ;

- 4) disponibilité des pistes et des voies de circulation ;

- 5) travaux en cours ;

- b) des renseignements météorologiques :

- 1) conditions météorologiques du moment et prévues à l'aérodrome ;

- 2) visibilité/RVR, y compris, s'il y a lieu, sur les aires de trafic et les voies de circulation ;

- 3) plafond ;

- 4) vitesse et direction du vent ;

- 5) pression atmosphérique ;

- 6) température et point de rosée ;

- c) des renseignements sur l'exploitation aérienne :

- 1) AVOL ;

- 2) turbulence de sillage ;

- 3) routes de départ normalisé aux instruments (SID) et routes d'arrivée normalisée aux instruments (STAR), y compris les routes à moindre bruyance.

3.3.3.8 Avant de perfectionner un A-SMGCS, les nouvelles données doivent être validées pour éviter les incompatibilités et les variations improbables par rapport aux données antérieures, et pour confirmer le respect des tolérances.

3.3.3.9 Toutes les données fournies par un A-SMGCS doivent être identifiées par une date, une heure et une durée de validité. Selon l'utilisation des données, la fonction ou l'élément A-SMGCS peut établir leur validité. Les renseignements provenant d'une source extérieure à l'A-SMGCS qui n'est pas identifiée par ces trois éléments devraient être invalidés. Les données anciennes et invalides ne devraient pas être utilisées.

### 3.4 BESOINS FONCTIONNELS FONDAMENTAUX

*Note.— L'examen du fonctionnement d'un A-SMGCS dans son ensemble portera sur l'interdépendance de ses fonctions. Selon la conception d'un A-SMGCS, l'interdépendance pourra varier lorsqu'une fonction est servie en totalité ou en partie par une autre fonction.*

#### 3.4.1 Surveillance

##### Généralités

3.4.1.1 La surveillance est un élément essentiel de tout SMGCS et, partant, de tout A-SMGCS. Actuellement, les contrôleurs recourent à une combinaison de surveillance à vue, du SMR et de la radiotéléphonie pour surveiller les mouvements au sol. La surveillance des autres mobiles est aussi une fonction importante des pilotes et des conducteurs. À mesure que la visibilité tombe, les contrôleurs et les pilotes ont de plus en plus de mal à procéder à la surveillance à vue. Le problème s'aggrave pour les contrôleurs quand ils ne peuvent pas bien observer l'aire de manœuvre depuis la tour de contrôle. Quand la visibilité tombe sous 400 m, la possibilité pour les pilotes et les conducteurs d'observer la piste à vue se détériore gravement.

3.4.1.2 L'amélioration de la fonction de surveillance qui permette de surmonter ce problème jusqu'à la valeur AVOL est un des besoins clé de l'A-SMGCS. La fonction de surveillance doit donc permettre d'identifier et de fournir les renseignements précis de position sur tous les mobiles circulant dans l'aire de mouvement, en particulier sur les bandes de piste.

3.4.1.3 On s'attend à ce que plus d'un seul type de capteur et qu'un dispositif de fusion des données soient nécessaires pour répondre aux besoins spécifiés ci-après.

##### Fiabilité

3.4.1.4 Pour établir si la fonction de surveillance de l'A-SMGCS est fiable, il faut tenir compte des paramètres ci-après lors de la spécification du matériel de surveillance :

- a) probabilité de détection (PD) — probabilité qu'un aéronef, véhicule ou objet sera détecté et affiché ;
- b) probabilité de fausse détection (PFD) — probabilité que n'importe quoi d'autre qu'un aéronef, un véhicule ou un obstacle sera détecté et affiché ;
- c) probabilité d'identification (PID) — probabilité que l'identité d'un aéronef, véhicule ou obstacle sera affichée correctement ;

- d) probabilité de fausse identification (PFID) — probabilité que l'identité affichée d'un aéronef, d'un véhicule ou d'un obstacle sera incorrecte.

##### Couverture

3.4.1.5 Selon la procédure appliquée, la fonction de surveillance devrait permettre d'établir la position et l'identité des mobiles circulant sur l'aire de mouvement, y compris dans les zones dégagées d'obstacles et les aires protégées.

3.4.1.6 Les besoins relatifs à la zone à surveiller devraient être les mêmes dans toutes les conditions de visibilité.

3.4.1.7 La couverture verticale d'un A-SMGCS devrait comprendre toutes les opérations pertinentes qui ne se déroulent pas à la surface même de l'aérodrome.

3.4.1.8 Les renseignements, y compris l'indicatif d'appel et l'heure d'arrivée prévue (ETA) des aéronefs en rapprochement, devraient être fournis au moins 5 minutes avant le toucher des roues et à au moins 10 NM de l'aérodrome. Ces renseignements ne doivent pas nécessairement être fournis par l'A-SMGCS lui-même.

##### Identification

3.4.1.9 La fonction de surveillance à l'intérieur des zones de couverture spécifiées devrait permettre d'identifier tous les aéronefs et tous les véhicules, devrait fournir leur indicatif d'appel et le mettre en corrélation avec leur position. Le type de l'aéronef, y compris ses versions dérivées, devrait être identifié et vérifié. La position des obstacles devrait être balisée comme il convient.

##### Précision longitudinale

3.4.1.10 La précision nécessaire est fondée sur l'effet de la précision de la surveillance sur la possibilité de détecter la détérioration de l'espacement requis et les conflits potentiels ou les incursions sur piste. Deux scénarios ont été analysés : 1) incursion dans laquelle l'aéronef traverse le point d'attente avant piste ; et 2) perte d'espacement longitudinal entre deux aéronefs. Le premier de ces scénarios a été conçu pour établir le délai d'avertissement d'une incursion potentielle exigé par le système de surveillance et pour empêcher l'aéronef de pénétrer sur la piste (voir Figure 3-1). La géométrie décrite est celle des aéroports dont le point d'attente avant piste est situé à 75 m de l'axe de piste.

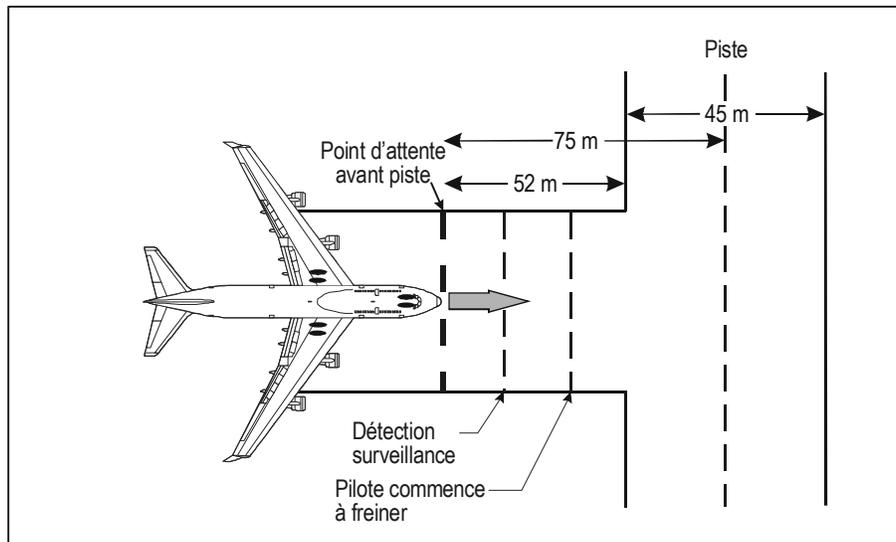


Figure 3-1. Scénario de détection d'une incursion sur piste

3.4.1.11 Sur la base de ce scénario et d'une analyse de sensibilité portant sur l'effet de la précision, il a été établi qu'une distance de 20 m donnerait le temps (avec une certaine marge) de détecter une incursion et d'arrêter l'aéronef avant qu'il ne pénètre sur la piste. Dans ce scénario, le pilote serait directement averti des conflits éventuels.

3.4.1.12 Lorsque le contrôleur de la circulation aérienne doit être alerté et doit ensuite donner des instructions au pilote, toutes les valeurs de la précision donnent un délai d'avertissement excessif, si bien qu'il est impossible d'empêcher l'aéronef de pénétrer sur la piste. En général cependant, une précision de surveillance meilleure que 20 m peut améliorer nettement les performances du système et donne assez de temps pour éviter un conflit. Il est recommandé que la précision longitudinale soit de 6 m.

**Précision latérale**

3.4.1.13 La précision de position requise est fondée sur les dispositions de l'OACI les plus strictes pour assurer un dégagement minimal d'au moins 3 m entre un aéronef sur son poste de stationnement et tout bâtiment, aéronef sur un autre poste et tout autre objet adjacent.

**Fréquence de rafraîchissement et permanence des données**

3.4.1.14 Une fréquence de rafraîchissement d'une seconde est nécessaire pour minimiser les retards et détecter toute perte de la séparation prescrite et les conflits potentiels. Les séparations et les intervalles de temps étant très brefs sur un

aérodrome, il est critique d'abrèger le plus possible l'intervalle de rafraîchissement.

3.4.1.15 C'est surtout pour des raisons liées aux facteurs humains qu'il faut limiter la variation de la fréquence de rafraîchissement. Si cette fréquence varie trop, la vitesse du mouvement des étiquettes radar rendrait difficile tout jugement visant à déterminer le mouvement d'un mobile. Si la fréquence est réduite, les contrôleurs et les pilotes feront plus confiance à la fiabilité de l'information qui leur est présentée. Une limitation de 10 % de cette variation est jugée appropriée.

3.4.1.16 Pour ce qui est de la permanence des données, une seconde a été choisie comme valeur supérieure raisonnable de l'intervalle de temps qui s'écoule entre le moment où la position de la cible est établie et celui où elle peut être utilisée pour détecter toute perte de séparation ou tout conflit.

**3.4.2 Routage**

3.4.2.1 Une fonction de routage devrait améliorer l'efficacité, surtout aux aérodromes complexes. Dans ces situations et lorsque la circulation sol est dense, il peut y avoir lieu d'automatiser la fonction de routage d'une manière ou d'une autre.

**Couverture**

3.4.2.2 La fonction de routage devrait permettre de fournir des renseignements d'acheminement des mobiles sur

l'aire de mouvement et, si nécessaire, dans d'autres zones dans lesquelles des véhicules circulent.

3.4.2.3 La fonction de routage devrait fournir le meilleur parcours à chaque mobile pris en charge par le système. Elle devrait tenir compte de la durée totale de ce parcours complet dans toutes les conditions de visibilité.

3.4.2.4 Cette fonction devrait optimiser la fluidité des mouvements de tous les mobiles, dont les aéronefs remorqués, pour ce qui est :

- a) du raccourcissement des retards — lors de la planification d'un parcours, il faudrait s'efforcer de permettre à l'aéronef de respecter l'heure de décollage qui lui a été assignée ou d'atteindre à l'heure voulue sa porte d'embarquement/débarquement ;
- b) des conflits potentiels — il faudrait tenir compte de la séparation entre les saumons d'aile de certains types d'aéronef se trouvant sur des voies de circulation parallèles ;
- c) de l'espacement longitudinal, quand la visibilité commence à poser problème, ainsi que du souffle des réacteurs, des hélices et des rotors ;
- d) des parties de l'aire de mouvement bloquées, non disponibles ou temporairement interdites ;
- e) des vitesses de roulement au sol (pour réduire le freinage et l'accélération ainsi que la consommation de carburant).

3.4.2.5 La fonction de routage devrait permettre de tenir compte de points de cheminement intermédiaires préétablis ou établis par les usagers (par exemple traversée des postes de dégivrage).

3.4.2.6 Un parcours de rechange devrait toujours être disponible sur demande.

3.4.2.7 Il devrait être possible, par une commande humaine ou à la suite d'un conflit, d'annuler ou de modifier un parcours existant et utilisé. En pareil cas, un nouveau parcours devrait être indiqué.

#### ***Délai nécessaire pour traiter les demandes de parcours***

3.4.2.8 Si l'on prévoit une seconde pour le traitement et une autre pour la transmission, il en découle que le parcours sera disponible en quelques secondes (comprenant le délai de

réponse du contrôleur), ce qui ne devrait avoir aucune incidence marquée sur l'exploitation, à condition que le parcours soit établi avant le début du mouvement.

3.4.2.9 La capacité de traitement est fonction du nombre de parcours qui peuvent être demandés à tout moment. Il est supposé que les demandes sont aléatoires et que, par conséquent, pendant toute période d'une seconde, seul un petit nombre de parcours pourrait être demandé. La demande sera plus forte quand le nombre de départs prévus sera élevé et quand ils se succéderont rapidement.

### **3.4.3 Guidage**

#### ***Généralités***

3.4.3.1 Quand les conditions de visibilité permettent l'écoulement sûr, ordonné et rapide des mouvements autorisés, la fonction de guidage sera essentiellement fondée sur les aides visuelles normalisées installées au sol, c'est-à-dire sur le balisage lumineux, les marques et les panneaux de signalisation.

3.4.3.2 Lorsque les conditions de visibilité sont suffisantes pour permettre au pilote de rouler uniquement en se fondant sur des repères visuels, alors que l'utilisation de ce type de guidage ralentit les mouvements autorisés, du matériel ou des systèmes supplémentaires seront nécessaires pour appuyer la fonction de guidage.

3.4.3.3 Quand les conditions de visibilité empêchent le pilote de se guider à vue seulement, l'aérodrome lui-même, ainsi que les aéronefs qui manœuvrent sur l'aire de mouvement et les véhicules autorisés devraient comporter de l'équipement leur permettant de respecter les instructions de guidage (quand l'exploitation dans pareilles conditions de visibilité est autorisée).

3.4.3.4 Dès qu'un parcours lui a été assigné, le pilote ou le conducteur a besoin de renseignements qui lui permettront de le suivre. Des aides de guidage indiquent les parties d'une voie de circulation ou d'une aire de trafic dans laquelle le mobile peut manœuvrer en toute sécurité. Les feux axiaux commutables et/ou les panneaux à indication variable permettent de désigner des parcours spécifiques.

#### ***Fiabilité***

3.4.3.5 Les paramètres ci-après devraient être pris en compte lors de la spécification des besoins de la fiabilité du guidage :

- a) probabilité d'activation — probabilité que l'aide de guidage réagira correctement à l'instruction donnée ;
- b) probabilité de fausse activation — probabilité d'une activation intempestive de l'aide de guidage.

### Couverture

3.4.3.6 Le guidage devrait au minimum être assuré sur l'aire de manœuvre de l'aéroport.

3.4.3.7 Les phases de vol ci-après devraient être prises en compte lors de la détermination de la couverture nécessaire d'un A-SMGCS :

- a) arrivées :
  - 1) arrondi à l'atterrissage et début du roulement ;
  - 2) roulement grande vitesse ;
  - 3) fin du roulement à l'atterrissage, début du roulement au sol ou, pour une voie de circulation à sortie rapide, fin du roulement haute vitesse et début du roulement normal ;
  - 4) fin du roulement au sol normal, début de l'entrée du poste de stationnement ;
  - 5) fin de l'entrée du poste de stationnement, début du poste de stationnement (le poste inoccupé devient actif) ;
  - 6) extrémité du poste de stationnement, début de l'accostage ;
  - 7) le poste devient passif ;
- b) départs :
  - 1) le poste passif devient actif ;
  - 2) début de la sortie du poste de stationnement (le poste devient inoccupé) ;
  - 3) fin de la sortie du poste de stationnement, le roulement au sol normal commence ;
  - 4) le roulement au sol normal s'achève, le roulement prédécollage commence,
  - 5) le roulement prédécollage s'achève ;

- c) mouvements sur l'aire de manœuvre, par exemple remorquage et activités de maintenance.

### Aides visuelles

3.4.3.8 Les dispositions actuelles concernant les aides visuelles et autres moyens de guidage fournis sont adéquates pour permettre la plupart des opérations d'aérodrome. Sauf, éventuellement, dans les conditions de visibilité 4, aucun matériel s'ajoutant à celui qui est spécifié dans l'Annexe 14 ne devrait être nécessaire.

3.4.3.9 L'Annexe 14 énonce les besoins photométriques concernant les aides visuelles de guidage du roulement au sol, dont le balisage lumineux de voies de circulation, les barres de protection aux intersections de piste et des voies de circulation et les panneaux de signalisation à indication variable destinés à appuyer les opérations A-SMGCS.

### Synchronisation

3.4.3.10 À la vitesse de 55 km/h (30 kt), un aéronef ou un véhicule parcourt environ 30 m en deux secondes, ce qui est l'espacement normal des feux axiaux dans les sections rectilignes. La durée de deux secondes devrait donc être la durée maximale pour déclencher les instructions d'allumage et d'extinction des feux axiaux utilisés pour guider ces mobiles.

### Panne des aides visuelles

3.4.3.11 En cas de panne (autre qu'une panne totale de courant) du système de gestion automatique des aides visuelles, l'A-SMGCS devrait être conçu de manière à allumer toutes les barres de protection aux points d'accès des pistes, et à éteindre tous les feux axiaux et toutes les barres d'arrêt intermédiaires. Les aides de guidage pour le roulement au sol devraient pouvoir être branchées et débranchées manuellement.

### Paramètres des feux axiaux de voie de circulation

3.4.3.12 *Blocs de feux fixes* — Leur longueur est établie par l'espacement des barres d'arrêt initiales et finales. Pour des raisons de sécurité, un bloc complet devrait séparer les aéronefs, bien que cela puisse limiter la capacité des voies de circulation.

3.4.3.13 *Blocs de feux variables* — La longueur du bloc qui se trouve devant l'aéronef peut varier, selon la portée visuelle, de deux à six feux allumés. Selon la portée visuelle,

jusqu'à trois feux peuvent rester éteints entre l'intersection de la zone occultée par le poste de pilotage/axe de voie de circulation et le premier feu axial allumé pour aider le pilote à s'adapter au guidage par les feux axiaux commutables.

3.4.3.14 *Instructions données par les aides visuelles* — Les feux verts signifient « continuez ». Quand on lui donne l'instruction de suivre les feux verts, le pilote ou le conducteur doit s'arrêter s'il ne les voit pas. Les feux rouges signifient « arrêt » alors que les feux jaunes ou clignotants signalent une mise en garde.

#### **Commande automatique des feux par des renseignements de surveillance**

3.4.3.15 Il devrait être possible de concevoir un dispositif de guidage qui puisse être contrôlé automatiquement, ne serait-ce que partiellement, par la fonction de surveillance combinée à la fonction de routage. À cet égard, le balisage lumineux de voie de circulation pourrait être commuté (allumé ou éteint) automatiquement le long du parcours indiqué. C'est là une évolution du système qui sera peut-être étudiée, de même que l'automatisation d'autres aides visuelles.

#### **Système de guidage visuel pour l'accostage (VDGS)**

3.4.3.16 Les marques classiques d'entrée de poste de stationnement sont remplacées par des VDGS plus complexes. Ces systèmes donnent à l'équipage de conduite des renseignements précis sur son alignement et sur la distance restante. Certains peuvent détecter le type des aéronefs. Ces VDGS devraient être intégrés au A-SMGCS.

### **3.4.4 Contrôle**

#### **Généralités**

3.4.4.1 La conception de tout système de contrôle devrait tenir compte des besoins en matière de sécurité, des performances de roulement au sol et des limitations de tous les mobiles à contrôler.

3.4.4.2 La fonction de contrôle devrait permettre de traiter :

- a) les écarts par rapport aux parcours à suivre ;
- b) les changements dans l'exploitation (par exemple changement de piste, parcours bloqués pour l'entretien et dangers ou obstacles temporaires) ;
- c) les routes prioritaires signalées aux conducteurs des véhicules de secours et d'exploitation ;
- d) divers groupes de participants qui peuvent influencer sur la sécurité, dont les aéronefs, les véhicules de l'aéroport autorisés, d'autres véhicules (sans moyen de communication) et les véhicules intrus.

#### **Espacement longitudinal**

3.4.4.3 Des travaux très poussés de recherche seront nécessaires pour établir les besoins en matière d'espacement longitudinal des mobiles en mouvement. Pour calculer l'espacement requis, il faut tenir compte des paramètres ci-après :

- a) la distance parcourue par l'aéronef « suiveur » pendant le *temps total* dont le pilote, le contrôleur et l'A-SMGCS ont besoin pour réagir ;
- b) la distance dont un pilote a besoin pour pouvoir s'immobiliser ;
- c) l'espacement minimal à maintenir entre deux aéronefs à tout moment, sans tenir compte des effets de souffle des réacteurs ;
- d) la somme de la longueur de l'aéronef et de la distance qui le sépare d'un aéronef suiveur qui doit être dégagée pour éviter les effets de souffle des réacteurs.

Espacement longitudinal = a) + b) + c) + d) = St

*Note.*— Ces paramètres sont illustrés à la Figure 3-2.

3.4.4.4 Les autres paramètres ci-après devraient être spécifiés pour permettre de calculer l'espacement :

- a) Va — vitesse initiale de l'aéronef A (km/h) ;
- b) Vb — vitesse initiale de l'aéronef B (km/h) ;
- c) Aa — décélération de l'aéronef A (m/s<sup>2</sup>) ;
- d) Ab — décélération de l'aéronef B (m/s<sup>2</sup>) ;
- e) Pir — délai de réponse du pilote (s) ;
- f) Cor — délai de réponse du contrôleur (s) ;
- g) Syr — délai de réponse du système (s) ;
- h) Sar — délai de réponse de sécurité (s).

Durée totale = e) + f) + g) + h) = Ts

**Fiabilité**

3.4.4.5 Il y a lieu de tenir compte des paramètres ci-après lors de la spécification des besoins en matière de fiabilité du contrôle :

- a) *probabilité de détection d'un avertissement (PDA)* — nombre de comptes rendus d'alarme corrects générés par l'A-SMGCS pendant une période donnée, exprimé par un pourcentage du nombre total d'alarmes données pendant la même période ;
- b) *probabilité d'un faux avertissement (PFA)* — nombre de faux comptes rendus d'alarme générés par l'A-SMGCS pendant une période donnée, exprimé par un pourcentage du nombre total d'alarmes données pendant la même période.

**3.4.5 Avertissement de conflit**

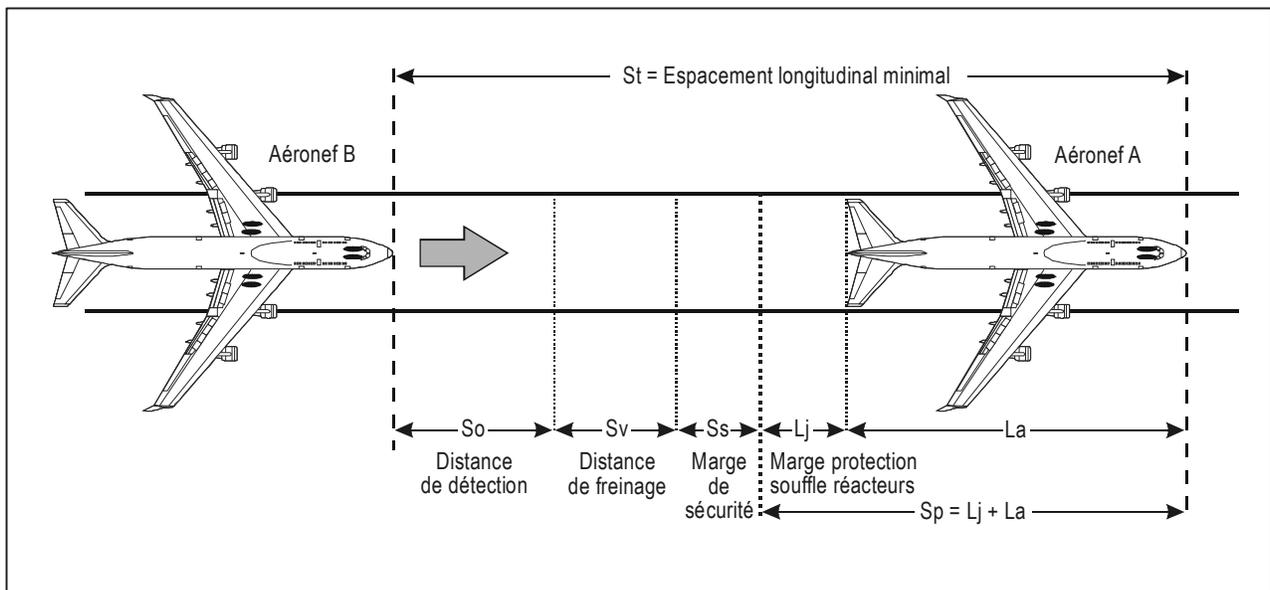
3.4.5.1 L'objectif des fonctions de contrôle, de guidage et de routage devrait être d'éviter une collision entre aéronefs, véhicules et autres objets situés dans l'aire de manœuvre. Cet objectif pourrait être élargi à la prévention des conflits.

3.4.5.2 La fonction de contrôle devrait permettre de traiter :

- a) les écarts par rapport aux parcours à suivre ;
- b) les changements dictant des modifications de l'exploitation (par exemple changement de piste, parcours bloqués pour l'entretien et dangers ou obstacles temporaires) ;
- c) les routes prioritaires signalées aux conducteurs des véhicules de secours et d'exploitation ;
- d) divers groupes de participants qui peuvent influencer sur la sécurité, dont les aéronefs, les véhicules de l'aéroport autorisés, d'autres véhicules (sans moyen de communication) et les véhicule intrus.

3.4.5.3 La fonction de surveillance contribue à la prise de conscience des positions et elle permet de surveiller et d'évaluer en permanence la conformité par rapport aux mouvements prévus.

3.4.5.4 Dès lors qu'il est détecté et prédit, un conflit devrait être résolu en tenant compte de sa gravité. Il faudrait disposer d'assez de temps pour résoudre un conflit prévu par les moyens planifiés. Cependant, un conflit réel appelle des mesures immédiates de résolution qui peuvent être prises par un système ou par l'être humain.



**Figure 3-2. Paramètres d'espacement longitudinal**

3.4.5.5 Quand les conditions de visibilité permettent d'appliquer le principe « voir et être vu » sans réduire la capacité de l'aérodrome, le moyen de l'A-SMGCS qui assure l'espacement longitudinal peut être requis uniquement pour détecter les conflits potentiels.

3.4.5.6 Il importe de toujours avoir à l'esprit que les conflits détectés sont différents des conflits prévus (voir Figure 3-3). Un conflit détecté, qui appelle des mesures immédiates pour éviter une collision, devrait être prioritaire par rapport à un conflit prédit, qui exige que des mesures soient rapidement prises pour éviter la création d'une situation d'imminence. Le système d'avertissement devrait indiquer cette différence en donnant aux usagers du système des avertissements de types différents.

3.4.5.7 Il existe à tout aérodrome des paramètres et des situations spécifiques dont il faut tenir compte. La liste ci-après illustre certains des scénarios possibles d'avertissement de conflit que l'A-SMGCS devrait pouvoir prédire et détecter :

a) conflits sur piste :

- 1) aéronef arrivant à une piste fermée ou s'y engageant ;
- 2) aéronef à l'arrivée ou au départ alors que des mobiles se trouvent sur la piste (notamment des aéronefs ayant dépassé les points d'attente avant piste) ;
- 3) aéronef à l'arrivée ou au départ alors que des mobiles se dirigent vers une piste convergente ou séquentielle ou y circulent ;
- 4) aéronef à l'arrivée ou au départ alors qu'un aéronef arrive sur la piste dans la direction opposée ;
- 5) aéronef à l'arrivée ou au départ alors qu'un mobile traverse la piste ;
- 6) aéronef à l'arrivée ou au départ alors qu'un aéronef se dirige vers la piste (il est prédit qu'il traversera le point d'attente avant piste) ;
- 7) aéronef à l'arrivée sortant d'une piste haute vitesse alors que des mobiles circulent sur une voie de circulation convergente ;
- 8) aéronef à l'arrivée alors que des mobiles se trouvent dans l'aire sensible (quand elle est protégée) ;
- 9) aéronef sortant d'une piste à un emplacement non prévu ou non approuvé ;

10) mobile non autorisé s'approchant de la piste ;

11) mobile non identifié s'approchant de la piste ;

b) conflits sur voie de circulation :

- 1) aéronef sur une piste inactive ;
- 2) aéronef s'approchant d'un mobile stationnaire ;
- 3) aéronef rattrapant un mobile se déplaçant dans la même direction que lui ;
- 4) aéronef et mobile se rapprochant l'un de l'autre ;
- 5) aéronef s'approchant d'une intersection de voies de circulation avec mobile convergent ;
- 6) aéronef roulant à une vitesse excessive ;
- 7) aéronef sortant d'une voie de circulation à un emplacement non prévu ou non approuvé ;
- 8) mobile non autorisé sur les voies de circulation ;
- 9) mobile non identifié sur les voies de circulation ;
- 10) instruction d'une barre d'arrêt allumée non respectée ;

c) conflits sur l'aire de trafic, à un poste de stationnement et à une porte d'embarquement/débarquement :

- 1) conflit aéronef/mobile ;
- 2) conflit aéronef/objets stationnaires ;
- 3) aéronef sortant d'une aire de trafic/d'un poste de stationnement/d'une porte d'embarquement à des emplacements non prévus ou non approuvés ;
- 4) mobiles non identifiés sur une aire de trafic, un poste de stationnement/une porte d'embarquement.

Dans tous les scénarios d'alerte ci-dessus, il convient de tenir compte aussi des mouvements de véhicules.

3.4.5.8 L'avertissement associé à un conflit qui a été détecté devrait être donné dans un délai donné et porté à l'attention du contrôleur, du pilote et/ou du conducteur intéressé. Un avertissement doit aussi être donné en cas de conflit prévu (mise en garde).

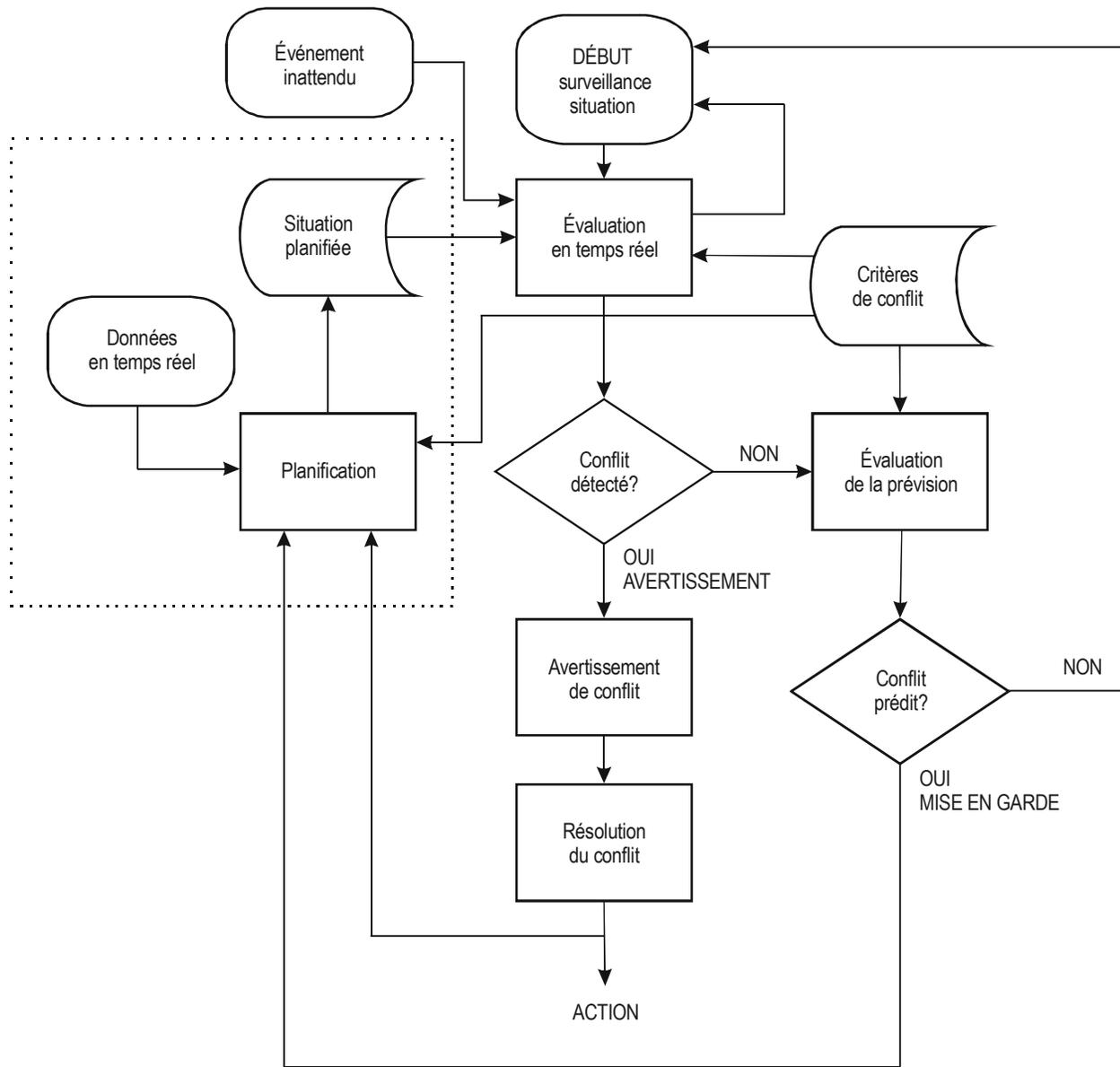


Figure 3-3. Avertissement de conflit

3.4.5.9 La conception du système d'avertissement de conflit devrait comporter des algorithmes qui respectent une série de règles bien précises et tiennent compte des effets :

- a) du type de circulation ;
- b) de la vitesse et de la direction des mobiles (prédiction des parcours linéaires et non linéaires) ;
- c) de la vitesse et des performances de freinage ;
- d) de la proximité de certaines parties de l'aire de mouvement dans lesquelles le risque de conflit est élevé (par exemple points d'attente avant piste et intersections de pistes) ;
- e) des scénarios dynamiques (par exemple en cas d'écart par rapport au parcours de roulement).

3.4.5.10 Les systèmes perfectionnés de surveillance sol qui contiennent une logique d'alerte de conflit doivent constamment analyser de très nombreuses données sur la poursuite et la prédiction du mouvement des mobiles au sol. Les limitations du système dictent parfois que seul un nombre limité d'aéronefs puissent être traités avec une fréquence de rafraîchissement acceptable, ou que tous les aéronefs puissent l'être avec une fréquence de rafraîchissement réduite. Il est certes admis qu'un système robuste devrait pouvoir traiter tous les mobiles à une fréquence de rafraîchissement acceptable, mais il faudrait établir des priorités pour veiller à ce que la logique du système fonctionne efficacement. La piste représente la zone dans laquelle le risque d'événements catastrophiques est le plus élevé et il faudrait donc donner la priorité à la détection et à la prédiction dans cette zone. La priorité des avertissements de conflit devrait être la suivante :

1. conflits sur les pistes ;
2. conflits sur les voies de circulation ;
3. conflits sur les aires de trafic, les postes de stationnement et aux portes d'embarquement/débarquement.

3.4.5.11 La zone surveillée devrait être la bande de piste ou, si elle est plus restrictive, la zone de protection nécessaire compte tenu de l'aide d'approche et d'atterrissage de précision utilisée.

3.4.5.12 Quand un aéronef se trouve à moins de 30 secondes de l'instant de toucher des roues, la zone surveillée devrait être vérifiée pour y détecter les cibles éventuelles. S'il s'y trouve une cible qui répond aux critères d'avertissement, il convient de porter la situation à l'attention du contrôleur.

3.4.5.13 Quand l'aéronef se trouve à moins de 15 secondes de l'instant de toucher des roues, il convient d'avertir le contrôleur si une cible est détectée dans la zone surveillée. Le contrôleur devrait être en mesure d'accuser réception de l'avertissement et de prendre les mesures nécessaires.

3.4.5.14 Les renseignements sur un conflit devraient être affichés sans ambiguïté sur un écran de surveillance ou donnés par tout autre moyen approprié. Ils devraient être affichés en continu tant que le conflit persiste. En conditions de visibilité 4, les renseignements devraient être présentés aux pilotes intéressés et au contrôleur. Il est de plus souhaitable qu'ils soient aussi fournis aux pilotes dans les autres conditions de visibilité.

3.4.5.15 Les critères appliqués pour décider si un avertissement doit être donné dépendent de la comparaison de la vitesse et du cap de l'aéronef qui arrive et de ceux de la cible au sol, ainsi que du calcul du moment où ils seront les plus proches l'un de l'autre. Il est important de réduire le nombre des faux avertissements ou des avertissements erronés, surtout quand la visibilité est bonne. Quand une arrivée suit de très près un départ sur la même piste, aucun avertissement ne devrait être donné si l'aéronef au départ progresse à une vitesse relativement élevée et si la distance qui sépare les deux aéronefs augmente.

3.4.5.16 Pour les départs, quand deux mobiles ou plus sont détectés en même temps dans la zone surveillée, un avertissement devrait être émis pour rappeler au contrôleur que plus d'un seul mobile occupe la piste. L'avertissement devrait demeurer valide jusqu'à ce qu'un seul mobile se trouve sur la piste, ou quand un des mobiles atteint une vitesse établie à l'avance et quand il peut être supposé qu'il s'agit d'un aéronef qui décolle. En pareil cas, la zone qui se trouve devant l'aéronef au départ devrait être surveillée et un avertissement devrait être généré s'il s'y trouve un mobile.

3.4.5.17 Les voies de circulation et les aires de trafic devraient être surveillées et le contrôleur, le pilote et/ou le conducteur devrait être averti de l'existence des conflits potentiels ci-après :

- a) perte de séparation entre saumons d'aile due à une manœuvre ;
- b) conflits frontaux ;
- c) incursions (entrée non autorisée dans une voie de circulation ou une aire de trafic, ou non-respect d'une instruction d'attendre ou de laisser la priorité) ;
- d) conflits de parcours (c'est-à-dire situation dans laquelle deux parcours ou plus présentent un risque de conflit).

## 3.5 BESOINS SUPPLÉMENTAIRES

### 3.5.1 Facteur de risque global

3.5.1.1 Grâce à l'application de nouvelles procédures et à des flux de circulation accrus dans toutes les conditions, l'utilisation d'un A-SMGCS devrait maintenir et, si possible, améliorer la sécurité des opérations d'aérodrome.

3.5.1.2 Il est indiqué dans le Doc 9476 que le risque d'un accident mortel ne devrait pas dépasser un sur 10<sup>7</sup> mouvements. Ce niveau global de sécurité devrait être utilisé lors de l'examen des performances d'un A-SMGCS.

3.5.1.3 Ce chiffre représente l'objectif de sécurité ou niveau de sécurité visé (TLS) pour l'ensemble d'un vol, c'est-à-dire pour le décollage, la montée, la croisière, l'approche, l'atterrissage et le roulement au sol. Il est appliqué à la combinaison des divers systèmes, procédures et instruments utilisés à un aérodrome, y compris les aspects opérationnels des vols. Le TLS pour les mouvements à la surface des aérodromes, y compris la contribution d'un A-SMGCS, a été établi à partir d'analyses de données sur les accidents provenant de sources européennes et américaines. Les analyses en question sont résumées à l'Appendice D.

3.5.1.4 Des zones différentes d'un aérodrome peuvent exiger ou avoir des besoins de sécurité différents. C'est pourquoi tout A-SMGCS peut en avoir qui lui soient propres. Cependant, le niveau de sécurité obtenu en utilisant un A-SMGCS combiné à d'autres systèmes et procédures à un aérodrome ou à l'intérieur du système ATM doit permettre d'atteindre le TLS global.

3.5.1.5 Le niveau de sécurité à l'aérodrome devrait être constamment mesuré et surveillé. Tout événement qui cause une réduction réelle ou perçue de la sécurité au point qu'elle tombe sous le niveau visé devrait faire l'objet d'une enquête et, si nécessaire, des mesures correctrices devraient être prises pour améliorer la sécurité et éviter que l'événement ne se reproduise.

### 3.5.2 Types d'aéronef

Tout A-SMGCS devrait pouvoir être utilisé par tous les types d'aéronef qui sont équipés pour l'exploitation tout temps. En principe, il s'agit de tous les aéronefs de transport aérien commercial et d'une grande proportion des aéronefs de l'aviation générale et des aéronefs de transport militaires.

### 3.5.3 Véhicules

3.5.3.1 Le nombre de véhicules autorisés à circuler sur l'aire de manœuvre devrait être maintenu au minimum. Par

très faible visibilité, seuls seraient ainsi autorisés les véhicules essentiels au bon déroulement des opérations.

3.5.3.2 Les principes ci-après devraient normalement être appliqués :

- a) l'accès à toutes les parties de l'aire de manœuvre devrait être strictement contrôlé et limité :
  - 1) aux véhicules de secours ;
  - 2) aux véhicules ATS ou d'exploitation (par exemple inspection des pistes) ;
- b) véhicules supplémentaires qui peuvent devoir accéder aux pistes ou aux voies de circulation :
  - 1) véhicules d'entretien des pistes ou balayeuses ;
  - 2) véhicules de déblaiement de la neige ;
  - 3) tracteurs d'aéronef ;
- c) dans la mesure possible, les véhicules autorisés à circuler sur l'aire de manœuvre devraient être équipés de façon à satisfaire les besoins A-SMGCS appropriés et ils devraient faire l'objet des mêmes procédures de contrôle que les aéronefs ;
- d) en plus de ceux qui sont mentionnés ci-dessus, beaucoup d'autres véhicules doivent pouvoir accéder aux aires de trafic pour l'entretien des aéronefs et ils seraient normalement rigoureusement tenus à l'écart. Un nombre limité de véhicules de service et/ou de tracteurs doivent pouvoir accéder aux parties de l'aire de trafic qui sont utilisées aussi par les aéronefs et ils devraient être équipés d'un A-SMGCS quand la visibilité est faible. Beaucoup plus de ces véhicules peuvent essentiellement stationner à l'intérieur de zones désignées de chaque aire de trafic, au voisinage immédiat des aéronefs en stationnement qu'ils desservent, mais sans les bloquer.

Par faible visibilité, le service compétent doit contrôler strictement le mouvement des véhicules mentionnés ci-dessus.

### 3.5.4 Vitesses et orientation

3.5.4.1 Par bonne visibilité, les aéronefs sortent des pistes à des vitesses qui peuvent atteindre 90 km/h (50 kt) et ils roulent à quelque 55 km/h (30 kt) sur les segments rectilignes des voies de circulation ; ils décèlent jusqu'à environ 20 km/h (10 kt) dans les courbes et quand le réseau des voies

de circulation est complexe. Les hélicoptères peuvent évoluer à des vitesses plus élevées.

3.5.4.2 Par faible visibilité, les vitesses plus lentes sont plus prudentes mais pour que la capacité des pistes soit maintenue et pour que les aéronefs n'encombrent pas les voies de circulation, il est important qu'ils roulent à des vitesses qui sont normales quand la visibilité est bonne. Il convient d'éviter les arrêts et les redémarrages constants. Il sera important que les aéronefs puissent se suivre à une distance et à une vitesse constantes. Il sera encore plus important que l'A-SMGCS ait en mémoire les durées de circulation au sol pour que les aéronefs puissent arriver aux points d'attente avant piste au moment voulu pour pouvoir décoller à l'heure approuvée.

3.5.4.3 L'A-SMGCS exigera peut-être des renseignements sur des mouvements qui ne sont pas effectués à la surface et/ou qui le sont à l'extérieur du périmètre de l'aérodrome. C'est pourquoi un besoin relatif à l'altitude devrait être spécifié. De plus, les renseignements d'altitude fourniraient des données importantes pour l'évaluation de la turbulence de sillage, du souffle des rotors et d'autres dangers semblables.

3.5.4.4 Lorsqu'il y a lieu, l'A-SMGCS devrait pouvoir être utilisé pour les hélicoptères qui ne respectent pas les mêmes parcours d'arrivée, de départ et de roulement au sol que les aéronefs à voilure fixe.

### 3.5.5 Susceptibilité

Le concepteur de l'A-SMGCS devrait tenir compte de facteurs tels que :

- a) l'immunité électrique par rapport aux autres systèmes de l'aérodrome ;
- b) les besoins et les limitations propres à l'aérodrome qui peuvent concerner :
  - 1) la zone de couverture de l'A-SMGCS, ainsi que le nombre et l'emplacement des pistes, voies de circulation, aires de trafic, etc. ;
  - 2) la position et le champ de vision de la tour de contrôle ou de tout emplacement duquel le service de contrôle d'aérodrome sera fourni en totalité ou en partie ;
  - 3) l'emplacement des bâtiments et autres obstacles ;
  - 4) l'emplacement des éléments de l'A-SMGCS extérieurs ou éloignés, avec une indication de leur disponibilité et des conditions de leur maintenance ;

- 5) l'effet des conditions météorologiques sur les performances de l'A-SMGCS.

### 3.5.6 Système de référence

3.5.6.1 L'adoption du WGS-84 peut exiger des efforts marqués pour couvrir tous les aérodromes et leurs installations et services. L'utilisation de techniques perfectionnées de navigation ou de guidage nécessitera qu'une norme universelle et correcte soit appliquée, en particulier lorsqu'on tire parti des possibilités de fonctionnement autonome de l'avionique de bord.

3.5.6.2 Les éléments ci-après de l'aérodrome devraient être fournis :

- a) le point de référence d'aérodrome (ARP) ;
- b) une représentation de la topographie de l'aérodrome ;
- c) une représentation de sa topologie.

3.5.6.3 L'ARP, fourni en coordonnées WGS-84, devrait être utilisé par l'A-SMGCS comme origine d'un graphique dont l'axe des abscisses serait dans la direction est/ouest et celui des ordonnées dans la direction nord/sud. Pour les calculs internes de l'A-SMGCS, tout autre point de l'aérodrome sera rapporté à l'ARP en mètres, au moyen du graphique.

3.5.6.4 Pour établir la corrélation entre les points appropriés de l'aérodrome et l'ARP, tous les calculs seront fondés sur les coordonnées WGS-84 des différents points obtenus conformément au *Manuel du Système géodésique mondial — 1984 (WGS-84)* (DOC 9674).

3.5.6.5 La représentation topographique sera la représentation numérique des points et des formes topographiques de l'intérieur de l'aérodrome et de son voisinage.

3.5.6.6 Une carte contenant des renseignements sur les points topographiques, définis par leurs coordonnées et par leur hauteur, devrait être fournie en particulier pour les points géographiques ci-après :

- a) seuils ;
- b) limites des pistes ;
- c) points d'attente ;
- d) barres d'arrêt ;
- e) sorties de voie de circulation ;

- f) intersections de voies de circulation ;
- g) limites des intersections ;
- h) limites des blocs des feux axiaux commutables ;
- i) postes de stationnement ;
- j) angles des bâtiments.

Un identificateur unique devrait être affecté à chaque point.

3.5.6.7 La structure des formes topographiques devrait décrire la forme tridimensionnelle d'un objet qui devrait avoir un identificateur unique et être accompagné d'une liste des points topographiques qui lui sont associés.

#### **Conditions relatives au levé des points topographiques**

3.5.6.8 La Figure 3-4 représente les points topographiques des seuils. Aux fins des levés, le point topographique du seuil devrait être situé au centre de la piste, au début de sa partie utilisable pour l'atterrissage. Quand le bord de piste est irrégulier ou relié à une voie de circulation, il conviendrait de retenir une ligne théorique appropriée qui représente au mieux le bord de piste probable. Dans le cas d'un seuil décalé, le point topographique devrait se trouver au centre de la marque de seuil.

3.5.6.9 La distance qui sépare le seuil localisé par un levé de l'extrémité amont de la surface en dur de la piste devrait être établie avec une précision de 10 cm.

3.5.6.10 Lorsque le seuil est décalé, le point topographique de la limite de piste devrait être le centre de la piste à l'extrémité de la surface en dur.

3.5.6.11 Le point topologique du point d'attente devrait être localisé par un levé à l'intersection de la marque de point d'attente et de l'axe de voie de circulation (voir Figure 3-5). Lorsque les conditions de visibilité dictent l'utilisation de plusieurs points d'attente, tous ces points devraient être localisés par un levé.

3.5.6.12 Le point topologique de la barre d'arrêt devrait être localisé par un levé à l'intersection de la barre d'arrêt et de l'axe de voie de circulation.

3.5.6.13 Le point topologique de la sortie de piste devrait être localisé par un levé à l'intersection de l'axe de piste et du prolongement de la partie rectiligne la plus proche de l'axe de voie de circulation (voir Figure 3-5).

3.5.6.14 Les intersections devraient être localisées à l'intersection des axes de voie de circulation ou du prolongement de la partie rectiligne la plus proche de l'axe de voie de circulation (voir Figures 3-5 et 3-6).

3.5.6.15 Les limites de l'intersection devraient être localisées à l'intersection de l'axe de voie de circulation et de l'indication de cette intersection. Quand un balisage lumineux axial est installé, cette intersection devrait coïncider avec le début des blocs de feux axiaux commutables de l'intersection (voir Figures 3-5 et 3-6).

3.5.6.16 Les points topologiques des blocs de feux axiaux devraient être localisés par un levé sur l'axe au milieu de l'espace séparant deux feux axiaux consécutifs, dont chacun fait partie d'un bloc différent (voir Figure 3-7).

3.5.6.17 Les points ci-après des postes de stationnement devraient être localisés par des levés :

- a) le point où l'axe de voie de circulation coupe la limite du poste de stationnement ;
- b) le point de l'axe du poste de stationnement auquel on s'attend à ce que la roue avant ou la position du pilote se trouve quand l'aéronef est immobilisé. Quand plusieurs de ces points existent, celui qui est le plus éloigné du point mentionné en a) devrait être localisé par un levé.

3.5.6.18 Aux fins A-SMGCS, le Tableau 3-1 contient une liste des précisions des coordonnées WGS-84 pour les différents points de l'aérodrome.

3.5.6.19 La représentation topologique devrait être la représentation logique de la configuration de l'aérodrome utilisée par les pilotes et les contrôleurs (voir Figure 3-8).

3.5.6.20 Un réseau de lignes, dont chacune devrait être tracée entre deux points topologiques, devrait représenter les pistes, les voies de circulation et les voies de service de l'aire de trafic. Ces lignes devraient être appelées des « liens » ou des « transitions » (TL) et leurs extrémités seraient des « modules » ou « jonctions » (TN).

3.5.6.21 Les pistes, les voies de circulation et les aires de trafic devraient être subdivisées en blocs, ou en sections et en intersections (B) selon les possibilités offertes par les blocs de feux axiaux commutables. Elles devraient être identifiées par l'identificateur utilisé par l'aérodrome pour désigner les blocs de feux axiaux.

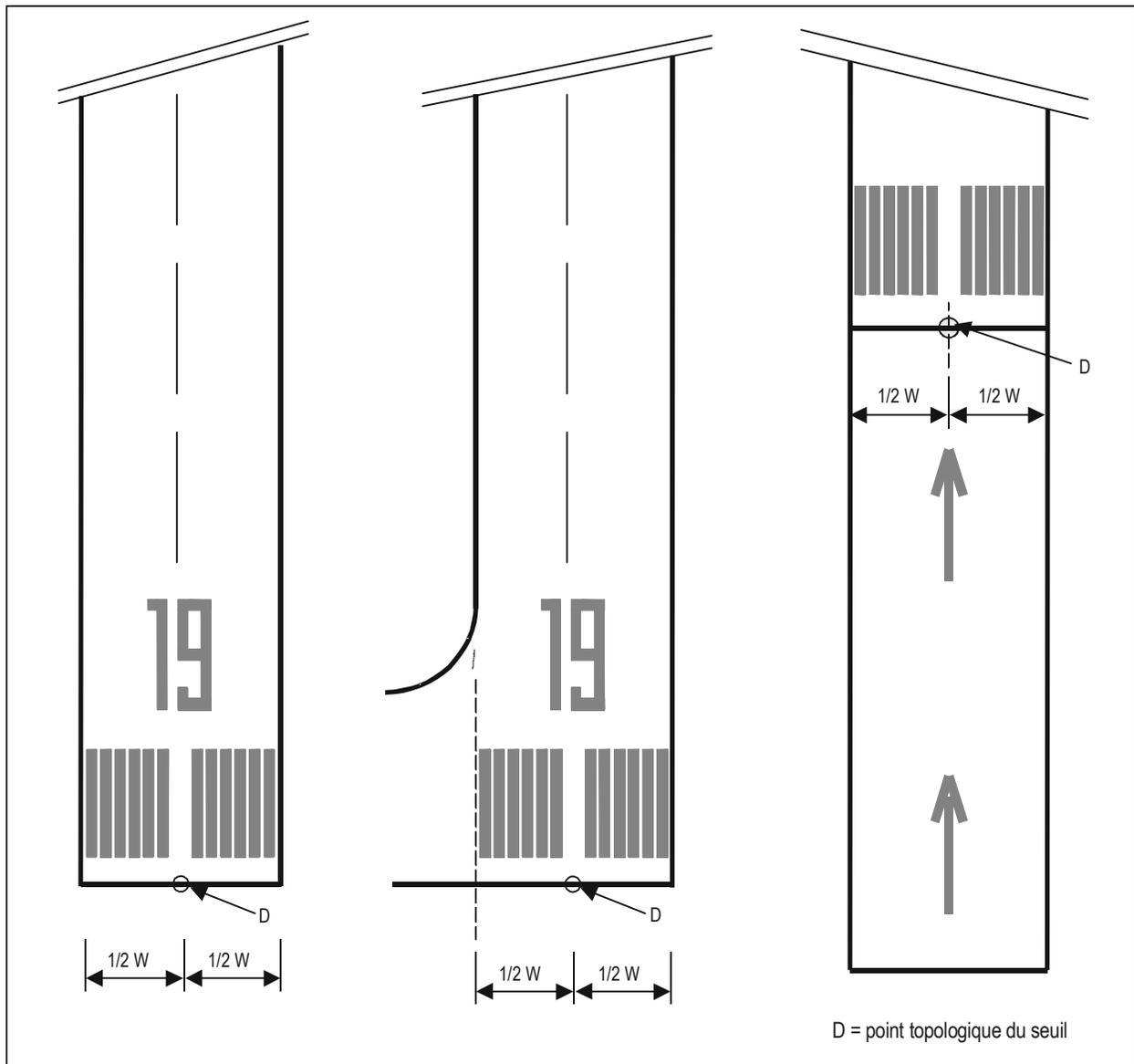
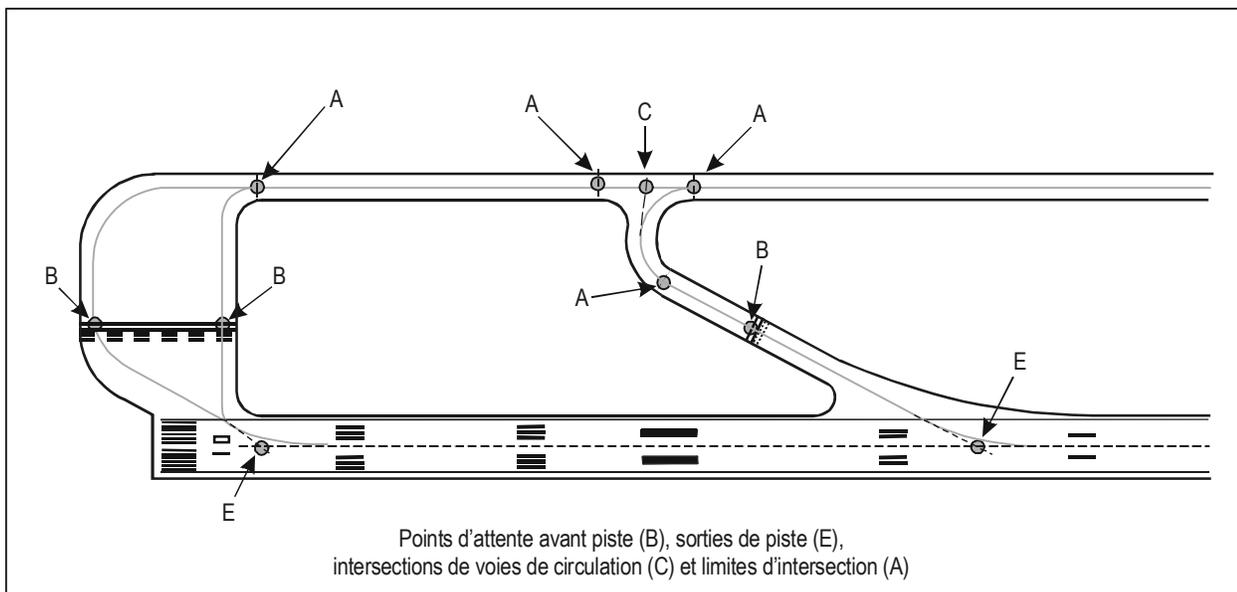


Figure 3-4. Points topographiques — seuils



**Figure 3-5. Points topographiques — points d'attente avant piste, sorties de piste et intersections de voies de circulation**

### 3.5.7 Point de référence

3.5.7.1 Un point de référence commun sur les aéronefs et les véhicules devrait être établi et utilisé dans l'A-SMGCS. Ce point pourrait être :

- le centre de l'axe longitudinal de l'aéronef ou du véhicule ;
- le point de référence de l'œil du pilote ou du conducteur ;
- la roue avant d'un aéronef ou d'un véhicule ;
- le nez de l'aéronef.

3.5.7.2 Il est souhaitable, pour fournir des renseignements de position vectoriels et d'identification exacts, qu'un point de référence unique soit établi pour tous les systèmes.

### 3.5.8 Planification

3.5.8.1 Il est critique pour l'efficacité et la souplesse de l'exploitation de tout aéroport que les éléments de planification puissent être ajustés de manière à répondre à l'évolution de la situation.

3.5.8.2 Les opérations d'aéroport sont sujettes à de nombreux facteurs dont il faut tenir compte pendant la planification. Ces facteurs sont notamment les conditions météorologiques qui peuvent exiger une modification du flux de la circulation ou des directions d'atterrissage et de décollage. De plus, le matériel et les surfaces hors service peuvent exiger l'utilisation de procédures et d'un routage inhabituels. La fermeture de certaines parties des aires de mouvement aux fins de l'entretien ou du déblaiement de la neige dure parfois plus longtemps que prévu.

3.5.8.3 Les activités de planification comprennent : la prédiction des capacités de l'aéroport, l'assignation des portes d'embarquement/débarquement et les plans des mouvements sol pour les départs et les arrivées. La planification de ces mouvements consiste à calculer différents parcours possibles pour chacun des mobiles en tenant compte des capacités prévues, de l'assignation des postes d'embarquement/créneaux, des durées minimales de roulement au sol et des retards. Ces plans seront modifiés — en abrégant progressivement leur période de validité jusqu'à la planification préactuelle (c'est-à-dire normalement 20 minutes à l'avance). À partir de ce moment, la fonction automatique de routage, ou bien le contrôleur en l'absence d'une telle fonction, devra assigner un parcours approprié à chacun des mobiles. Les parcours seront choisis parmi ceux qui ont été proposés dans le plan tactique, s'il en existe un, ou parmi des parcours prédéfinis ou, si aucune

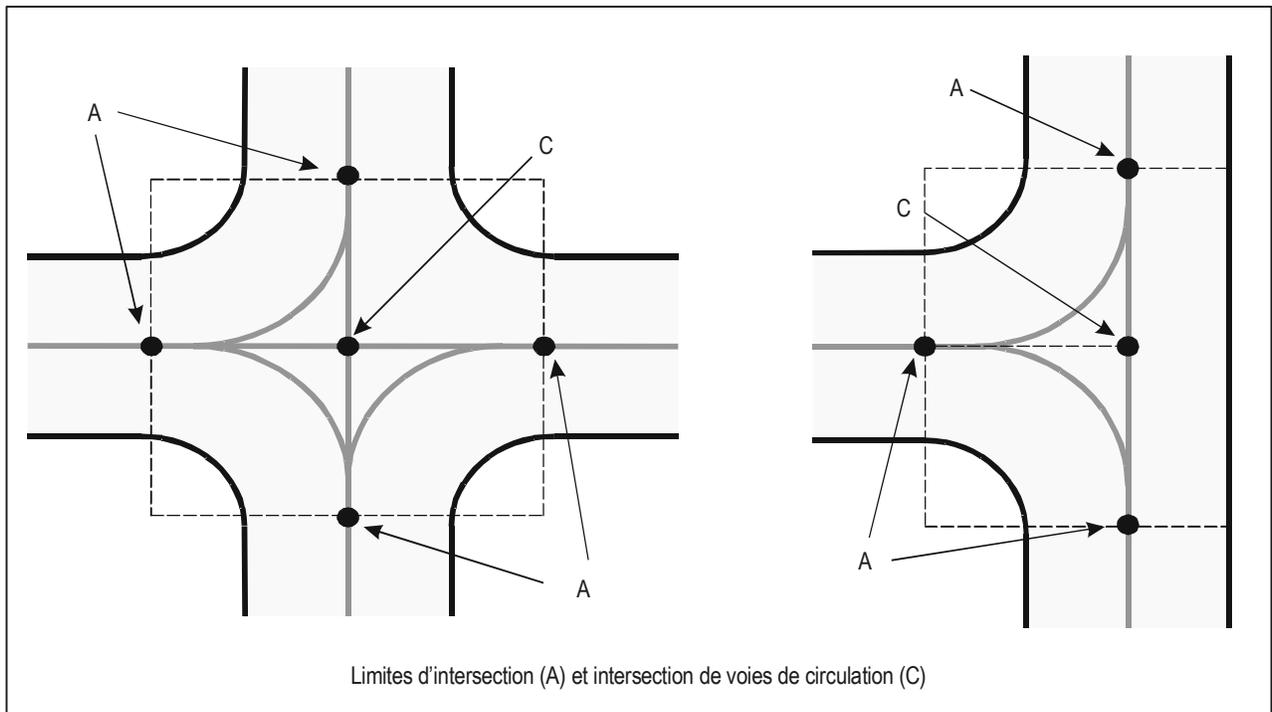


Figure 3-6. Points topographiques — intersections de voies de circulation

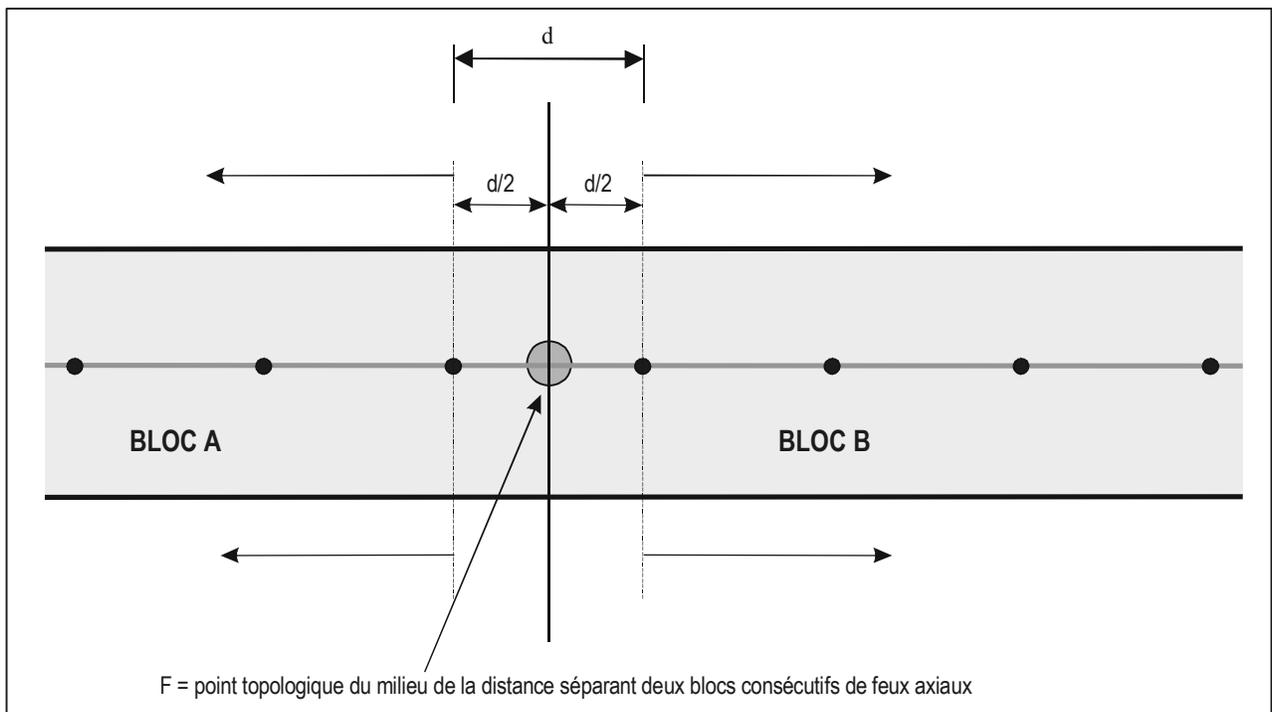


Figure 3-7. Points topographiques — blocs de feux de voie de circulation

**Tableau 3-1. Précisions requises des points de référence**

<i>Points de référence d'aérodrome</i>	<i>Précision</i>
Seuils	1 m
Limites des pistes	1 m
Points d'attente	0,5 m
Barres d'arrêt	0,5 m
Sorties de piste	0,5 m
Intersections de voies de circulation	0,5 m
Limites d'intersection	0,5 m
Limites des blocs de feux axiaux commutables	2,5 m
Postes de stationnement	0,5 m

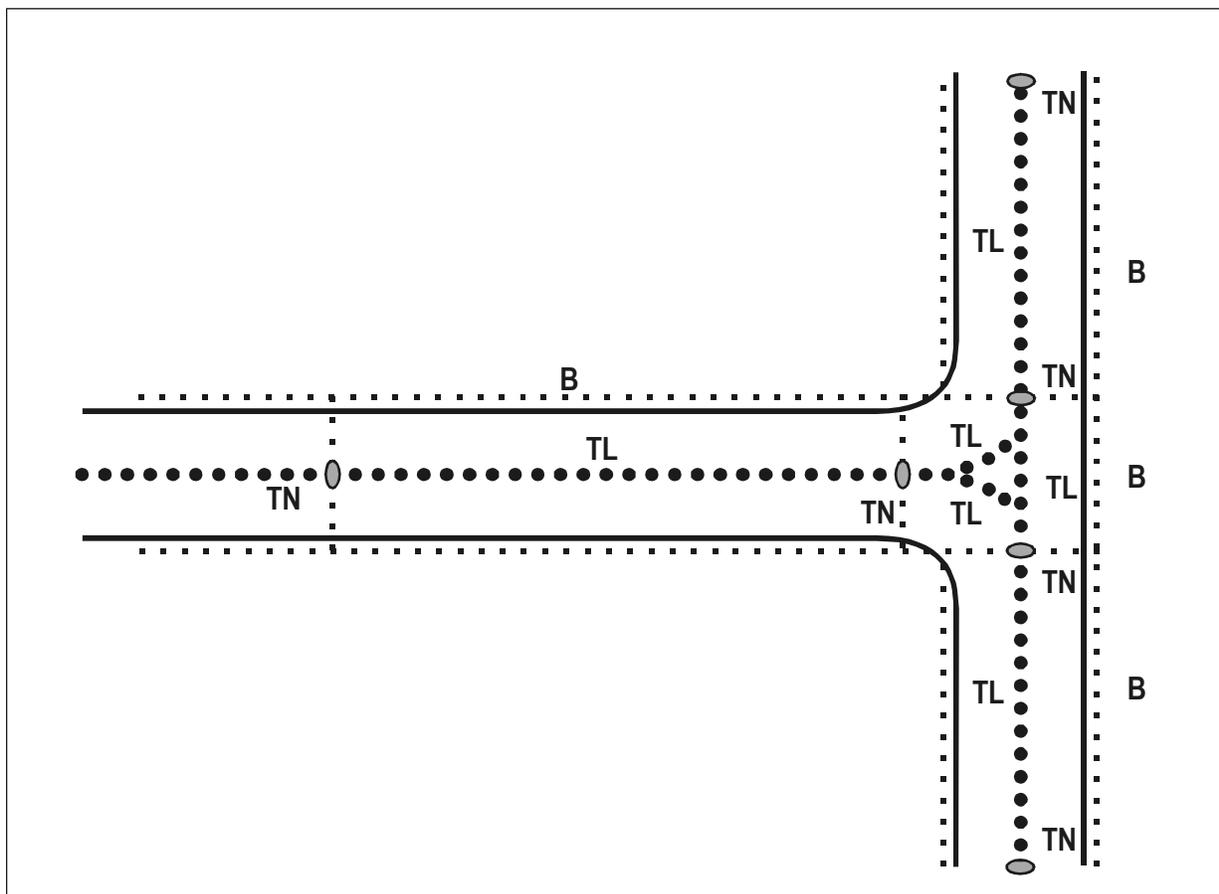


Figure 3-8. Points topologiques

de ces solutions ne satisfait les besoins actuels de la circulation sol, le système calculera le parcours. Le parcours assigné dépendra uniquement de la situation de la circulation sol qui existe au moment où le parcours est indiqué.

### 3.5.9 Enregistrements

Pour permettre une reconstruction précise des opérations de l'aérodrome, y compris des apports des exploitants, toutes les données devraient être enregistrées à divers emplacements de l'A-SMGCS, notamment à bord des aéronefs. Il est souhaitable qu'il soit possible d'accéder et de reconstituer les données enregistrées sans avoir à utiliser des logiciels, du matériel et des connaissances spécialisés.

### 3.5.10 Pannes du système

3.5.10.1 L'A-SMGCS devrait intégrer une redondance, une tolérance des défaillances ou une atténuation des défaillances suffisantes pour permettre la poursuite des opérations ou le déclassement du système qui ne porte pas atteinte au niveau de sécurité exigé. Cela s'applique aux défaillances du matériel et des logiciels qui causent l'interruption ou la perte d'une fonction A-SMGCS. Une procédure de secours devrait être mise en place en cas de défaillance potentielle connue.

3.5.10.2 La possibilité d'une panne imprévisible et catastrophique devrait être envisagée. Quand une telle panne se produit, les procédures devraient permettre de poursuivre les opérations sans devoir dépendre du système (qui peut être tout l'A-SMGCS).

### 3.5.11 Démarrage et redémarrage

Quand une quelconque partie de l'A-SMGCS est commutée, l'équipement devrait procéder à sa vérification interne complète, qui comprendrait une vérification de la précision de toute donnée et il devrait pouvoir continuer de fonctionner avec une intervention minimale de l'utilisateur.

### 3.5.12 Considérations concernant l'aérodrome

3.5.12.1 Les considérations relatives à l'implantation du matériel A-SMGCS à un aérodrome ne devraient pas différer de celles du SMGCS existant. L'Annexe 14, Volume I, contient de nombreuses spécifications relatives à ce dernier.

3.5.12.2 Tout A-SMGCS devrait être conçu de manière que, si possible, les modifications apportées à l'aérodrome

n'appellent pas une reconfiguration majeure de l'A-SMGCS ou de ses éléments. Il devrait pouvoir être développé d'une manière qui améliore le service et permette d'augmenter le nombre des moyens supplémentaires.

3.5.12.3 Il y aurait lieu de tenir compte des effets d'un A-SMGCS sur les opérations de l'aérodrome :

- a) utilisation de l'aire de mouvement dans toutes les conditions d'exploitation proposées ;
- b) système d'atterrissage aux instruments (ILS) critique et protection des aires sensibles (s'il y a lieu) ;
- c) procédures ATC (surtout par faible visibilité) ;
- d) fonctionnement des véhicules de sauvetage et de lutte contre l'incendie (surtout par faible visibilité) ;
- e) fonctionnement des autres véhicules circulant au sol ;
- f) balisage lumineux, marques et panneaux de signalisation existants ;
- g) bâtiments existants et leur éclairage.

### 3.5.13 Considérations ATC

#### *Automation de l'ATC*

3.5.13.1 Rares sont les aérodromes dont la configuration soit idéale ; la plupart ont été agrandis et adaptés avec le temps et leur structure est donc variable et complexe. Rares sont ceux dont la conception envisageait qu'ils fonctionneraient automatiquement. Cette situation est encore compliquée par la mise en service de nouveaux avions très gros porteurs, qui donnera lieu à des restrictions quant aux voies de circulation que certains pourront utiliser, ce qui appellera une souplesse plus poussée.

3.5.13.2 Avec la mise en service d'un A-SMGCS à un aérodrome, l'ATC deviendra responsable de la gestion et du fonctionnement global du système mais certaines fonctions seront déléguées à ses éléments automatisés.

3.5.13.3 Il faudra peut-être répartir différemment les fonctions entre le personnel chargé du contrôle et cette répartition pourra varier en conséquence d'une modification éventuelle des procédures causée par l'automation. La répartition des fonctions et/ou des responsabilités pourra varier selon les conditions de visibilité, le degré d'automation et l'avancement de la mise en œuvre d'un A-SMGCS. Il pourra se révéler

nécessaire de confier au système lui-même, en totalité ou en partie, les décisions relatives à certaines fonctions.

3.5.13.4 L'automatisation devrait être introduite de façon modulaire, et chaque élément devrait être indépendant (c'est-à-dire capable de fonctionner quand d'autres éléments deviennent inutilisables). Il faudrait mettre en place des interfaces qui permettent aux contrôleurs de prendre en main le fonctionnement des éléments défaillants. Ces interfaces devraient permettre aussi au personnel d'ajuster le fonctionnement des éléments automatiques pendant les opérations normales, lorsque des fonctions inappropriées du système ou des événements non planifiés appellent une modification du fonctionnement. Il peut par exemple se produire des cas où une panne de matériel ou bien les conditions météorologiques exigent l'ajustement d'un élément automatique de planification pour réduire la cadence des départs.

3.5.13.5 L'interface homme/machine (HMI) et l'automatisation devront être équilibrées judicieusement pendant la conception. S'il est admis qu'une prolifération des écrans d'affichage et des dispositifs d'entrée doit être évitée, il faut aussi que la redondance soit suffisante pour permettre des services de secours. La recherche de l'équilibre correct de l'équipement du poste de contrôleur constituera une des tâches majeures de la conception du système.

3.5.13.6 Il faudrait mettre en place des aides de formation pour veiller à ce que tout le personnel soit capable de faire fonctionner le matériel et qu'il sache exactement ce qu'il devra faire quand il devra prendre en main les fonctions automatiques après une panne. Cette formation ne devrait pas prendre fin pendant les phases initiales de la mise en service des systèmes mais elle devrait être continue pour que le personnel demeure compétent.

#### **Besoins fonctionnels ATC**

3.5.13.7 Pour la surveillance, le contrôleur devrait disposer d'un écran d'affichage de la situation dans la zone relevant de l'organisme ATC, qui montrerait la position et l'identification des mobiles que cet organisme contrôle. Les mobiles non autorisés qui pénètrent dans cette zone de responsabilité, en particulier dans les bandes de piste actives, devraient aussi être étiquetés.

3.5.13.8 Si nécessaire, le système devrait permettre à l'ATC d'y injecter manuellement des parcours de rechange pour répondre à un besoin particulier de l'exploitation. Les méthodes manuelles d'indication des instructions de routage devraient être simples pour ne pas détourner le contrôleur de ses tâches principales.

3.5.13.9 L'ATC devra être capable de surveiller les instructions de routage qui sont données automatiquement et il devra pouvoir intervenir en donnant des instructions de reroutage.

3.5.13.10 Quand il y a lieu, tous les services de contrôle compétents devraient pouvoir guider les mobiles sur l'aire de mouvement entre leur position du moment et leur destination prévue, et vers tout point intermédiaire qui peut être nécessaire. Les communications vocales continueront d'être le principal moyen de guidage.

3.5.13.11 Un A-SMGCS devrait fournir une capacité de contrôle et une redondance supplémentaires pour permettre à l'ATC de contrôler en permanence les situations qui peuvent différer des opérations normales prévues initialement.

#### **ATC et HMI**

3.5.13.12 Les courants de circulation sol ne prennent pas simplement la forme d'une progression entre les postes de stationnement et les pistes, et inversement. Une souplesse très poussée sera nécessaire parce que les aéronefs ne sont pas toujours en mesure de décoller selon la séquence établie, par exemple quand les conditions météorologiques évoluent et tombent sous les minima d'exploitation adoptés par certains exploitants. Les pannes techniques peuvent forcer un aéronef à revenir à son poste de stationnement à tout moment, même pendant son roulement au décollage. L'intégration effective de l'élément humain dès le stade de la conception des systèmes peut améliorer cette souplesse.

3.5.13.13 Pour que les opérateurs puissent contribuer de manière significative au fonctionnement d'un A-SMGCS, ne serait-ce que pour jouer un rôle de surveillance et prendre la relève en cas de défaillance du système, il faut qu'ils participent à sa gestion. L'être humain n'est pas doué pour la surveillance et lorsqu'il est appelé à en faire, il ne lui est pas toujours possible de prendre en main les fonctions du système s'il n'a jamais participé à son fonctionnement.

3.5.13.14 L'erreur humaine est la principale cause de défaillance des systèmes actuels. L'automatisation devrait être mise en place de manière à créer un environnement qui permette au personnel de fonctionner avec la plus grande souplesse et de faire face aux situations inattendues, tout en réduisant le plus possible les risques d'erreur.

#### **3.5.14 Considérations relatives aux pilotes**

3.5.14.1 La sécurité des aéronefs doit être protégée à tout moment. C'est pourquoi chaque pilote doit disposer de

renseignements suffisants pour circuler sans danger au sol dans toutes les conditions d'exploitation, en sachant que le système évitera les collisions avec d'autres mobiles.

3.5.14.2 Des mesures positives spécifiques devraient permettre d'éviter les incursions sur piste de tout mobile, quelles que soient les conditions de visibilité.

3.5.14.3 Le système devrait permettre au plus grand nombre possible d'aéronefs et de véhicules essentiels de circuler sur l'aire de mouvement compte tenu de la capacité des pistes. Il devrait aussi permettre de maintenir les vitesses de roulement à des valeurs prédéterminées pour assurer que les aéronefs arriveront en temps voulu aux postes de stationnement et aux points d'attente avant piste.

3.5.14.4 À cette fin, le pilote devrait dans toutes les conditions d'exploitation disposer :

- a) en tout temps de renseignements sur l'emplacement et la direction de son aéronef ;
- b) d'un guidage et d'un contrôle continus pendant :
  - 1) le roulement à l'atterrissage ;
  - 2) le roulement jusqu'au poste de stationnement et, inversement, du poste de stationnement au point d'attente avant piste ;
  - 3) l'alignement vers le point de décollage assigné ;
  - 4) le roulement avant le décollage ;
- c) de l'indication du parcours à suivre, y compris des changements de direction et des arrêts ;
- d) du guidage dans les aires de stationnement, d'accostage et d'attente ;
- e) de l'indication de la distance qui le sépare de l'aéronef qu'il suit, y compris des ajustements qu'il doit apporter à sa vitesse ;
- f) par conditions de visibilité 4, de l'indication de la distance qui le sépare de tous les aéronefs, véhicules et obstacles ;
- g) de l'indication du séquençement nécessaire ;
- h) de renseignements qui lui permettront d'éviter l'effet de souffle des réacteurs, des hélices et des rotors ;

- i) de l'identification des zones à éviter ;
- j) de renseignements pour éviter les collisions avec d'autres aéronefs, véhicules et obstacles connus ;
- k) de renseignements sur les défaillances du système qui portent atteinte à la sécurité ;
- l) de renseignements sur l'emplacement des pistes actives ;
- m) d'avertissements d'incursion sur les pistes et voies de circulation ;
- n) de renseignements sur la superficie des zones critiques et sensibles.

*Note.— La plupart des besoins décrits ci-dessus peuvent être satisfaits au moyen des aides visuelles.*

3.5.14.5 Toute solution technique adoptée pour donner à tous les intéressés conscience de leur position devrait être pleinement compatible avec les progrès de l'avionique et d'autres techniques, par exemple l'amélioration des systèmes de visualisation dont l'utilisation est envisagée pour d'autres modes d'exploitation tout temps.

3.5.14.6 Les procédures d'utilisation de l'A-SMGCS devraient être normalisées, sans variation importante, à tous les aérodromes où l'exploitation tout temps est pratiquée.

3.5.14.7 Dès que les pilotes touchent la piste, un guidage précis doit leur permettre de décélérer, d'identifier et de repérer la voie de circulation à sortie rapide qu'ils doivent emprunter et, ensuite, de suivre un parcours non ambigu sur une voie de circulation jusqu'au poste de stationnement qui leur est réservé. Lorsqu'ils quittent ce poste, ils doivent à nouveau être guidés pour suivre un parcours non ambigu jusqu'au point d'attente désigné avant la piste d'où ils décolleront, et pour pouvoir s'aligner sur l'axe de cette piste.

3.5.14.8 Le guidage aux points d'attente avant piste et sur les aires de trafic devrait être suffisant pour que les aéronefs puissent manœuvrer en étant espacés de la même manière que quand la visibilité n'est pas limitée. Le guidage sur les voies de circulation devrait être suffisant pour que les aéronefs puissent suivre leur ligne axiale. Il devrait comprendre des mesures positives pour éviter les parcours erronés et particulièrement la pénétration non autorisée (incursion) sur une piste active. Les balisages lumineux actuels composés de feux axiaux verts à haute intensité sont généralement suffisants dans toutes les conditions de visibilité autres que les plus défavorables. Les balisages lumineux qui peuvent être commutés pour indiquer le parcours désigné et qui comportent

des barres d'arrêt pour empêcher les mobiles en conflit de converger les uns vers les autres présentent des avantages. L'utilisation de barres d'arrêt supplémentaires installées le long d'un parcours désigné pour éviter qu'un aéronef en rattrape un autre limitera probablement la capacité, si bien que les procédures d'arrêt et de redémarrage qui en résultent ne sont pas économiques.

3.5.14.9 Des solutions supplémentaires ou d'autres techniques visant à fournir un guidage plus précis peuvent être acceptables du point de vue de l'exploitation si leur coût peut être justifié et si elles n'entraînent pas pour les pilotes des affichages nettement différents d'un aérodrome à l'autre.

3.5.14.10 Pour les conditions de visibilité 4, il peut y avoir lieu d'installer du matériel supplémentaire à bord des aéronefs ou des véhicules.

3.5.14.11 Les pilotes doivent être acheminés de manière non ambiguë, directe et exempte de tout conflit entre la piste et les postes de stationnement. Le choix des parcours à suivre incombera au service de contrôle. Pour obtenir une capacité satisfaisante, il peut être nécessaire de mettre en place des parcours unidirectionnels entre les postes de stationnement et les pistes. Si on utilise les liaisons de données, elles devraient répondre aux besoins qu'a le pilote de recevoir et d'afficher son routage, de prendre conscience de sa position dans l'espace ainsi que de détecter et résoudre les conflits.

3.5.14.12 La détection et la résolution des conflits seront essentiellement des fonctions du système. Les pilotes et les conducteurs intéressés devraient être avertis de tous les conflits qui les touchent. Les situations ci-après peuvent appeler des mesures :

- a) approche d'une piste active ;
- b) présence d'un mobile en mouvement ou stationnaire devant ou tout près de leur aéronef ;
- c) mobile plus lent précédant leur aéronef ou s'en écartant ;
- d) mobile convergent ;
- e) conflit frontal.

3.5.14.13 À un aérodrome à forte densité de circulation, il est fort probable que plusieurs conflits se produiront simultanément et que le pilote ne pourra pas les régler à lui seul. Le système doit permettre de détecter et d'afficher à l'attention du service de contrôle ou du pilote la situation et sa résolution en donnant une instruction telle que :

- a) arrêter ou ralentir ;
- b) attendre jusqu'à détection à vue ;
- c) virer par ... ;
- d) attendre jusqu'à ce que la situation soit réglée ;
- e) contourner.

3.5.14.14 Pour préserver la capacité, le service de contrôle acheminera délibérément les mobiles très près les uns des autres. Par faible visibilité, la détection à vue ne sera peut-être pas suffisante. En pareilles circonstances, le système devrait assurer une séparation satisfaisante entre les mobiles intéressés. À cette fin, le pilote devrait :

- a) être averti de l'emplacement relatif des aéronefs, des véhicules ou des obstacles près desquels il se trouve ;
- b) recevoir du service de contrôle des instructions sur ce qu'il doit faire ;
- c) être guidé de manière satisfaisante pour maintenir l'espacement requis par rapport aux aéronefs ou aux véhicules très près desquels il se trouve.

3.5.14.15 Par faible visibilité, ces mesures appellent parfois de l'équipement de bord supplémentaire pour permettre à un pilote, par exemple :

- a) de suivre à une distance préétablie un aéronef qui le précède le long d'une voie de circulation ;
- b) de passer très près d'un autre aéronef ou d'un autre véhicule.

### **3.5.15 Considérations relatives aux conducteurs de véhicules**

3.5.15.1 Un conducteur de véhicule qui se déplace sur l'aire de mouvement, à l'exception des postes de stationnement passifs et inoccupés et des intersections contrôlées route de service/voie de circulation, devrait disposer de moyens radio et de renseignements satisfaisants lui permettant d'utiliser son véhicule dans toutes les conditions d'exploitation en sachant que le système évitera qu'il entre en collision avec d'autres mobiles.

3.5.15.2 Des mesures positives spécifiques devraient être prises pour éviter, dans toutes les conditions de visibilité, que les véhicules ne pénètrent sur une piste active.

3.5.15.3 Des mesures positives expresses devraient être prévues pour éviter les incursions de véhicules non autorisés dans l'aire de mouvement.

3.5.15.4 Le système devrait pouvoir guider et contrôler les véhicules de sauvetage et de lutte contre l'incendie de façon qu'ils puissent atteindre tout point de l'aire de mouvement dans les délais fixés. Il devrait aussi permettre aux véhicules d'exploitation d'être utilisés à des tâches essentielles sur l'aire de mouvement, par exemple : inspection des surfaces, lutte contre le péril aviaire, dégivrage et déblaiement de la neige.

3.5.15.5 L'A-SMGCS ne devrait pas avoir pour fonction de contrôler les véhicules autorisés à circuler uniquement sur les routes de service des aires de trafic (y compris les intersections contrôlées et non contrôlées) et dans les postes de stationnement passifs et inoccupés.

3.5.15.6 Il faudrait mettre en œuvre des moyens permettant aux conducteurs de tous les véhicules de se rendre compte qu'ils sont très près de l'aire de mouvement. Il faudrait de plus en prévoir pour que ces conducteurs aient conscience :

- a) de l'emplacement et de la direction de leur véhicule sur l'aire de mouvement ;
- b) du parcours qu'ils doivent suivre, en particulier quand il comporte des voies de circulation et/ou des pistes ;
- c) de la proximité relative de tout autre mobile en conflit sur l'aire de mouvement ;
- d) de l'emplacement de toute piste active ;
- e) de la superficie de la partie dégagée et nivelée de la piste et de la bande de piste ;
- f) de la superficie des aires critiques et sensibles pour la navigation.

3.5.15.7 Dans la plupart des circonstances, la conscience de la position peut-être obtenue au moyen du balisage lumineux, des marques et des panneaux de signalisation normalisés.

3.5.15.8 Tous les conducteurs appelés à circuler sur l'aire de mouvement devraient suivre une formation formelle et obtenir un certificat indiquant qu'ils ont les qualifications voulues pour conduire les véhicules ou le matériel qui leur seront confiés. Cette formation devrait porter sur toutes les règles et procédures applicables à l'aérodrome et sur la connaissance des aspects d'un A-SMGCS applicables aux conducteurs notamment, quand il y a lieu, sur l'utilisation de moyens radio.

3.5.15.9 Tous les conducteurs appelés à circuler sur l'aire de mouvement doivent être testés pour veiller à ce qu'ils respectent les conditions médicales nécessaires, notamment les conditions d'ouïe et de vision des couleurs.

### **3.5.16 Considérations relatives à la gestion des aires de trafic et à l'exploitant d'aéroport**

3.5.16.1 Aux aérodromes dotés d'un A-SMGCS, tous les véhicules appelés à circuler sur l'aire de trafic devraient être équipés de manière à pouvoir utiliser le système. Toutefois, cela ne serait ni nécessaire ni économique pour les véhicules qui assurent seulement le petit service des aéronefs à leur poste de stationnement parce qu'ils pénètrent uniquement dans ces postes lorsque l'aéronef s'y est déjà immobilisé.

3.5.16.2 Un « poste de stationnement actif » fait partie de l'aire de mouvement alors qu'un « poste de stationnement passif » en est exclu. Un poste de stationnement vide est défini comme étant un « poste de stationnement inoccupé » qui est exclu de l'aire de mouvement. Ainsi, la situation des divers postes de stationnement est la suivante :

- a) poste de stationnement actif — poste qui est occupé par un aéronef stationnaire dont les moteurs tournent, ou sur lequel un aéronef se déplace ou vers lequel un aéronef se dirige. Le poste demeure actif quand un aéronef en est repoussé ou est remorqué. Pendant qu'un poste est actif, tous les véhicules doivent s'en tenir éloignés ou demeurer immobiles dans certaines parties désignées du poste ;
- b) poste de stationnement passif — poste qui est occupé par un aéronef stationnaire dont les moteurs sont éteints. Pendant ce temps, les véhicules, qui ne sont pas contrôlés individuellement, peuvent quitter les routes de service et les aires de stationnement qui sont désignées et s'approcher de l'aéronef pour procéder à son petit service ;
- c) poste de stationnement inoccupé — poste sur lequel aucun aéronef ne stationne ou vers lequel aucun aéronef ne se dirige. Un tel poste peut être mis à la disposition des aéronefs à l'arrivée et, tant qu'ils n'y arrivent pas, le mouvement des véhicules sur le poste de stationnement ne fait l'objet d'aucune restriction.

3.5.16.3 Il n'est pas pratique d'exercer un contrôle total sur tous les mobiles qui se déplacent dans l'aire de mouvement. Sur l'aire de trafic, un A-SMGCS est seulement utilisé dans les zones où les aéronefs qui manœuvrent peuvent entrer

en conflit les uns avec les autres ou avec des véhicules. C'est pourquoi une des exigences consiste à limiter le mouvement des véhicules à des zones et à des routes de service désignées de l'aire de trafic. Il faut aussi tenir les véhicules de service à l'écart des postes de stationnement actifs. Pour ce faire, on peut avoir recours à des lignes peintes au sol pour délimiter les zones à dégager quand un poste de stationnement est actif. D'autres moyens de protéger un poste actif pourront devenir disponibles à mesure que la technologie progressera. Il est important que toutes les solutions maintiennent la souplesse existante pour que l'A-SMGCS puisse fonctionner pleinement pendant les mouvements d'aéronef et, de plus, pour permettre aussi aux véhicules de service d'accéder à un poste de stationnement dès qu'un aéronef s'y est immobilisé.

3.5.16.4 C'est normalement le service de contrôle compétent qui a l'autorité voulue pour modifier le statut de chaque poste de stationnement en fonction de son activité. Il peut se révéler nécessaire d'indiquer le statut de chaque poste de stationnement au moyen d'un signal lumineux de couleur distinctive.

3.5.16.5 Aux aérodromes où le mouvement des mobiles est autorisé par conditions de très faible visibilité (RVR <75 m), des délimitations de couleur conventionnelle peintes au voisinage des postes de stationnement doivent parfois être complétées par un balisage lumineux fixe (réglable) pour assurer la séparation entre aéronefs et véhicules.

3.5.16.6 Quand la visibilité est suffisante pour que le principe « voir et être vu » puisse être appliqué, il peut ne pas être nécessaire de déclarer et d'actualiser rigoureusement le statut de chaque poste de stationnement. Cependant, au moins aux aérodromes où cette procédure est appliquée par faible visibilité, il peut-être jugé bénéfique de l'appliquer aussi dans toutes les conditions de visibilité.

3.5.16.7 Les fonctions A-SMGCS établies pour l'aire de trafic devraient être compatibles avec celles qui le sont dans toutes les autres aires pour que les mobiles puissent passer de l'aire de trafic aux autres aires de manière sûre et ordonnée.

### **3.5.17 Automation**

3.5.17.1 Le recours à l'automatisation est une des principales différences entre le SMGCS et l'A-SMGCS. Le SMGCS évoluera pour inclure des éléments des fonctions A-SMGCS telles que le contrôle, le guidage et l'assignation des parcours. L'évolution vers un système automatisé rendra le milieu d'exploitation plus sûr et plus efficace mais, parallèlement, elle pourra compliquer l'environnement des interactions humaines.

3.5.17.2 Toute automatisation devrait faire l'objet d'un processus de validation très minutieux pour veiller à ce que les besoins de l'exploitation soient satisfaits. La validation doit porter sur toutes les conditions environnementales et de panne, notamment sur le retour au contrôle manuel.

### **3.5.18 Interface homme/machine (HMI)**

3.5.18.1 Bien qu'ils ne traitent pas expressément de l'A-SMGCS, les recueils de l'OACI sur les facteurs humains sont applicables aux diverses phases de la mise au point, de la mise en service, de la gestion et de la formation, etc. des techniques avancées.

3.5.18.2 Pour l'avenir prévisible, les pilotes devront pouvoir continuer de piloter leur aéronef sans moyen extérieur d'orientation ou de maîtrise pendant le roulement au sol normal. Les éléments guidage et contrôle de l'A-SMGCS devraient donc être optimisés à leur intention. De plus, pour maximiser le champ d'action des opérateurs humains à l'intérieur de l'A-SMGCS, il sera tout aussi important de tenir compte des facteurs humains.

3.5.18.3 La limitation fondamentale, qui est un élément principal de la conception, est la suivante : les pilotes, les conducteurs et les opérateurs du système doivent être en mesure d'interpréter les éléments guidage et contrôle de l'A-SMGCS et de s'acquitter de leurs tâches respectives.

3.5.18.4 Les tâches du poste de pilotage se composent d'une série d'opérations visuelles, auditives et tactiles. Il faut équilibrer ces actions avec le plus grand soin pour ne jamais donner trop d'importance à l'une d'elles. Il a déjà été signalé que l'équipage de conduite doit conserver la maîtrise de son aéronef. La difficulté de la navigation par faible visibilité augmente le nombre des opérations visuelles et exige une grande concentration. Il faut veiller à ce qu'aucune de ces opérations ne soit poussée à l'extrême.

3.5.18.5 Les éléments mentionnés au § 3.5.18.4 s'appliquent également aux tâches des opérateurs du système. La faible visibilité limite les observations directes mais cela ne signifie pas qu'elle les élimine. Il est envisagé que l'A-SMGCS fonctionnera non seulement par conditions de faible visibilité mais aussi dans les conditions d'exploitation tout temps pour maximiser la capacité de l'aérodrome. Au minimum, il existera pendant les changements de visibilité des conditions dans lesquelles les observations visuelles seront possibles et feront partie intégrante nécessaire de l'exploitation.

3.5.18.6 L'ATC devrait toujours être en mesure d'observer les activités sur l'aérodrome. Les messages vocaux et audio

que le contrôleur reçoit ne l'empêche pas de s'acquitter d'autres tâches, notamment l'observation, alors que l'usage du clavier et des affichages exige une forte concentration visuelle et des activités tactiles. Les techniques avancées exigeront l'usage de telles interfaces qui devra toutefois être équilibré pour ne pas détourner les contrôleurs d'autres tâches essentielles.

3.5.18.7 Il est recommandé que les usagers et les opérateurs du système participent à la conception, dès leurs premiers stades, des éléments du système qui les intéressent particulièrement afin qu'ils puissent disposer de fonctions opérationnelles optimisées, ce qui sera critique pour l'efficacité et l'efficacité du système.

### 3.5.19 Interfaces

3.5.19.1 Les opérations qui se déroulent à l'aérodrome font partie intégrante du système ATM global. La capacité de l'aérodrome devrait être en rapport avec la possibilité pour le système de l'espace aérien qui l'entoure d'acheminer la circulation aérienne générée. L'échange de renseignements entre l'A-SMGCS et le système ATM devrait être ininterrompu.

3.5.19.2 Il existe trois usagers principaux de l'A-SMGCS : les contrôleurs, les pilotes et les conducteurs de véhicule. Chacun doit pouvoir être en interface avec le système et, de plus, tous les systèmes doivent être en interface les uns avec les autres.

3.5.19.3 L'interface système/pilotes/conducteurs devrait en principe être fondée sur les aides visuelles et les moyens radio avec la possibilité, à l'avenir, d'y ajouter des affichages de bord et des liaisons de données air-sol.

3.5.19.4 Les renseignements que l'A-SMGCS doit recevoir d'autres systèmes sont, parmi d'autres, les suivants :

- a) assignation des pistes ;
- b) séquence des arrivées/départs ;
- c) type des aéronefs ;
- d) identification des aéronefs ;
- e) heure d'arrivée prévue (ETA) et heure de départ prévue (ETD) ;
- f) assignation des postes de stationnement (si elle est faite par un système différent) ;
- g) données météorologiques ;

- h) situations d'urgence ;
- i) priorités ;
- j) assignation des créneaux ;
- k) limites de l'infrastructure (par exemple entretien et dégivrage des aéronefs).

3.5.19.5 Les renseignements qu'un A-SMGCS doit transmettre à d'autres systèmes sont, parmi d'autres, les suivants :

- a) heure effective des arrivées/départs ;
- b) données pour permettre de surveiller la capacité instantanée de l'aérodrome ;
- c) matériel, services et procédures disponibles à l'aérodrome ;
- d) état de fonctionnement des feux d'aérodrome ;
- e) situations d'urgence concernant les mouvements à la surface ;
- f) assignation des postes de stationnement en temps réel ;
- g) prévision d'une arrivée au poste de stationnement avant l'heure fixée ;
- h) atterrissages interrompus.

3.5.19.6 Il conviendra d'étudier la nécessité d'enregistrer automatiquement toutes les communications touchant l'exploitation aérienne.

## 3.6 BESOINS DU SYSTÈME

### 3.6.1 Précision

3.6.1.1 Le terme « précision » décrit généralement le degré de conformité entre une position et une vitesse vraies et une position et une vitesse estimées.

3.6.1.2 La précision nécessaire d'un A-SMGCS dépend de plusieurs facteurs dont :

- a) la catégorie de l'aérodrome ;
- b) la complexité du fonctionnement de l'A-SMGCS conçu ;
- c) le rôle de l'automatisation dans le système.

3.6.1.3 La valeur vraie de la précision nécessaire d'un A-SMGCS devrait être déterminée par une évaluation de la sécurité effectuée à l'aérodrome même.

### 3.6.2 Intégrité

3.6.2.1 « L'intégrité » est la confiance que peut inspirer l'exactitude des renseignements fournis par un A-SMGCS. Il s'agit notamment de la possibilité pour un A-SMGCS d'adresser en temps voulu à l'utilisateur ou aux utilisateurs des alarmes valides pour signaler que l'A-SMGCS ne doit pas être utilisé.

3.6.2.2 En cas de panne, une alarme appropriée donnant une indication des incidences de la panne sur l'exploitation devrait être déclenchée.

3.6.2.3 Il conviendrait de procéder à une évaluation de la sécurité du niveau d'intégrité qui soit directement liée à TLS. Les autres besoins concernant l'intégrité sont notamment les suivants :

- a) détermination du risque lié à l'intégrité — il convient d'établir la probabilité qu'une panne, qu'un événement ou qu'un incident non détecté se produise pendant un intervalle de temps donné ;
- b) identification des erreurs — un mécanisme de détection des erreurs devrait être mis en place pour maintenir le degré d'intégrité requis ;
- c) classification des erreurs — chaque erreur détectée devrait être analysée et un processus de correction ou de traitement de l'erreur devrait être déclenché pendant un intervalle de temps fixé ;
- d) traitement des erreurs — il conviendrait de spécifier le nombre de tentatives autorisées pendant un intervalle de temps donné pour achever une fonction, une transaction ou un processus exempt d'erreur ;
- e) intégrité et validation des données — il conviendrait de vérifier en permanence les données mémorisées à l'intérieur de l'A-SMGCS pour établir leur intégrité. Ces données sont normalement celles qui ont une durée de vie spécifiée et qui sont contenues dans des bases de données ;
- f) erreurs d'information — il conviendrait d'éviter la propagation de renseignements dangereux ou prêtant à confusion.

3.6.2.4 Seul le personnel autorisé devrait pouvoir accéder à un A-SMGCS et avoir la possibilité d'exercer certaines fonctions (par exemple la configuration du système). Les prestataires de services devraient veiller à ce que le degré d'intégrité d'un A-SMGCS tienne compte des risques causés par l'accès illicite, accidentel ou interdit de toute autre manière. Il faudrait mettre en place des procédures pour détecter la violation des conditions d'accès et leurs conséquences.

### 3.6.3 Disponibilité

3.6.3.1 Quand une défaillance a un effet prolongé sur la disponibilité de l'A-SMGCS, des mesures appropriées (par exemple diffusion d'un NOTAM) devraient être prises pour avertir tous les utilisateurs de l'état de fonctionnement du système.

3.6.3.2 Un A-SMGCS fait partie intégrante des opérations globales d'un aérodrome et constitue un élément précieux du système ATM. Le degré de disponibilité requis devrait donc être égal ou supérieur à celui d'autres systèmes de l'aérodrome ou de l'ATM.

3.6.3.3 Pendant les opérations essentielles d'entretien, toutes les fonctions A-SMGCS devraient demeurer intactes. La tolérance des défaillances et la maintenabilité devraient être maximales afin que le niveau de service d'un A-SMGCS dont les capacités de fonctionnement sont réduites n'en continue pas moins d'être sûr et efficace.

3.6.3.4 Quand certaines des fonctions A-SMGCS dépendent de l'équipement de bord, le système devrait pouvoir acheminer les avions en sécurité quand cet équipement est hors service.

3.6.3.5 Les besoins de l'exploitation d'un aérodrome particulier sont notamment les suivants :

- a) conditions météorologiques au-dessous desquelles les décollages et atterrissages sont possibles ;
- b) la surveillance, le guidage, le routage ou le contrôle nécessaires ne peuvent être améliorés au moyen d'un SMGCS classique ;
- c) tout aspect sécurité dans toutes les conditions météorologiques ;
- d) examen de l'interrelation entre fonctions ;
- e) examen de l'interrelation entre les fonctions aux aérodromes de destination et de décollage.

### **3.6.4 Continuité**

3.6.4.1 « La continuité » est la possibilité pour un A-SMGCS de fonctionner sans interruption imprévue pendant une opération prévue.

3.6.4.2 Conformément aux besoins de la sécurité du système, un A-SMGCS devrait être conçu de manière que la probabilité d'interruption pendant l'exercice d'une fonction ou d'un service critique ne dépassera pas une limite acceptable.

### **3.6.5 Fiabilité**

3.6.5.1 Il existe un lien très étroit entre l'intégrité nécessaire d'un A-SMGCS et sa fiabilité. Pour disposer d'un système hautement fiable et très intègre, il faut parfois doubler ou même tripler certains de ses éléments, ce qui augmente son coût et sa complexité. De même, un mécanisme de transfert en cas de défaillance se déclenche normalement à un certain moment et,

causant une interruption momentanée de tout le système, il peut porter atteinte à la fiabilité. Selon la criticité de l'élément et sa fonction, un compromis est souvent atteint.

3.6.5.2 Les aspects importants à prendre en compte sont :

- a) la criticité fonctionnelle d'un élément du système ;
  - b) la manière dont une défaillance est détectée ;
  - c) l'assurance que toutes les défaillances critiques seront détectées ;
  - d) l'effet d'une défaillance sur la fonctionnalité du système ;
  - e) la manière dont une défaillance est circonscrite ou traitée ;
  - f) la manière dont l'utilisateur est averti de la défaillance.
-

## Chapitre 4

### SPÉCIFICATIONS DE PERFORMANCE

#### 4.1 SPÉCIFICATIONS DU SYSTÈME

##### 4.1.1 Généralités

4.1.1.1 Avant la mise en œuvre d'un A-SMGCS, il convient de confirmer par une démonstration ses performances et son fonctionnement pour vérifier que les spécifications ou exigences du système ont été satisfaites.

##### *Sécurité*

4.1.1.2 Le niveau de sécurité visé (TLS) devrait être de  $1 \times 10^{-8}$  collisions par mouvement d'aéronef au sol.

4.1.1.3 Pour chacune des fonctions ci-après, le risque a été estimé comme suit :

- a) guidage :  $3 \times 10^{-9}$  par mouvement ;
- b) surveillance :  $3 \times 10^{-9}$  par mouvement ;
- c) contrôle :  $3 \times 10^{-9}$  par mouvement ;
- d) routage :  $1 \times 10^{-9}$  par mouvement.

##### *Couverture*

4.1.1.4 L'A-SMGCS devrait couvrir au moins l'aire de mouvement d'un aéroport ainsi que les aéronefs à l'approche vers chaque piste, à partir d'une distance telle que les aéronefs en rapprochement puissent être pris en charge par l'A-SMGCS.

##### *Capacité*

4.1.1.5 L'A-SMGCS devrait permettre d'acheminer à tout moment tous les mobiles qui se trouvent sur l'aire de mouvement.

4.1.1.6 La détermination du nombre maximal d'aéronefs sur l'aire de manœuvre devrait être fondée sur la circulation de

pointe théorique à l'aéroport. La capacité de l'A-SMGCS devrait être suffisante pour faire face à toute augmentation de celle de l'aéroport, et il faudrait la réévaluer régulièrement pour veiller à ce qu'elle le demeure.

##### *Vitesses*

4.1.1.7 L'A-SMGCS devrait pouvoir traiter avec une précision suffisante tous les mobiles, quelle que soit leur vitesse, se trouvant dans sa zone de couverture.

4.1.1.8 L'A-SMGCS devrait pouvoir prendre en compte les vitesses ci-après à  $\pm 2$  km/h (1 kt) près :

- a) de 0 à 93 km/h (50 kt) pour les aéronefs en mouvement sur des voies de circulation rectilignes ;
- b) de 0 à 36 km/h (20 kt) pour les aéronefs en mouvement sur les parties curvilignes de voies de circulation ;
- c) de 0 à 150 km/h (80 kt) pour les aéronefs en mouvement sur les sorties de piste ;
- d) de 0 à 460 km/h (250 kt) pour les aéronefs en approche finale, en approche interrompue et sur les pistes ;
- e) de 0 à 150 km/h (80 kt) pour les véhicules circulant sur l'aire de mouvement ;
- f) de 0 à 20 km/h (10 kt) pour les mobiles dans les postes de stationnement et leur entrée/sortie.

4.1.1.9 Pour tous les mobiles qui se déplacent aux vitesses mentionnées ci-dessus, l'A-SMGCS devrait pouvoir exercer les fonctions de surveillance et de guidage conformément à celles du contrôle et du routage, sans que celles-ci se dégradent. Cela est particulièrement important pour la commutation des aides visuelles et pour les fonctions dans lesquelles l'être humain intervient.

4.1.1.10 L'A-SMGCS devrait établir la direction du mouvement de tous les mobiles participants, sous la forme de leur cap magnétique, avec une précision de  $\pm 1^\circ$ .

## 4.2 SPÉCIFICATIONS DE LA SURVEILLANCE

*Note.— Il est prévu qu'un seul type de capteur de surveillance ne suffira pas pour répondre aux besoins de la surveillance.*

4.2.1 La fonction de surveillance devrait permettre de détecter les aéronefs, les véhicules et les obstacles. Il faudrait appliquer des méthodes qui atténueraient le plus possible les effets défavorables tels que la réflexion des signaux et les effets de masque.

4.2.2 Un point de référence sur les aéronefs et les véhicules est nécessaire pour que l'A-SMGCS puisse établir leur position. Bien que ce besoin concerne la fonction de surveillance, il sert surtout dans les fonctions de contrôle et de guidage.

4.2.3 La position réelle d'un mobile ou d'un obstacle à la surface devrait être déterminée avec une précision de 7,5 m. Lorsque la circulation aérienne est prise en compte par l'A-SMGCS, la hauteur à laquelle se trouve un aéronef en vol devrait être établie avec une précision de  $\pm 10$  m.

4.2.4 Les données de position et d'identification des mobiles devraient être renouvelées au moins toutes les secondes.

4.2.5 La permanence et la validation des données de surveillance de la position des mobiles ne devraient pas dépasser 1 seconde. Celles de leur identification ne devraient pas dépasser 3 secondes.

## 4.3 SPÉCIFICATIONS DU ROUTAGE

4.3.1 Les besoins énumérés au Tableau 4-1 devraient être appliqués lors de la conception de la fonction de routage.

4.3.2 La durée du traitement d'un parcours initial ne devrait pas dépasser 10 secondes. Un nouveau traitement nécessité par des modifications tactiques lorsque l'avion ou le véhicule est en mouvement ne devrait pas dépasser 1 seconde.

4.3.3 Lors du traitement des parcours optimisés, les distances de roulement devraient être calculées avec une précision ne dépassant pas 10 m et la durée du traitement ne devrait pas dépasser 1 seconde.

## 4.4 SPÉCIFICATIONS DU GUIDAGE

4.4.1 La durée totale de réponse depuis le début du guidage et la vérification que le parcours ou le renseignement correct a été fourni ne devrait pas dépasser 2 secondes.

4.4.2 La durée du rétablissement à l'état initial ne devrait pas dépasser 0,5 seconde.

## 4.5 SPÉCIFICATIONS DU CONTRÔLE

4.5.1 La probabilité de détection d'un avertissement (PDA) devrait dépasser 99,9 %. La probabilité d'un faux avertissement (PFA) devrait être inférieure à  $10^3$ .

4.5.2 Le délai de réponse de toute fonction de contrôle ne devrait pas dépasser 0,5 seconde.

4.5.3 L'espacement longitudinal (voir Figure 3-2) devrait être fondé sur les valeurs normales ci-après :

a)  $V_a = 55$  km/h (30 kt) ;

b)  $V_b = 55$  km/h (30 kt) ;

**Tableau 4-1. Taux de défaillance maximal pour le routage**

<i>Condition de visibilité</i>	<i>Spécification (Défaillances par heure)</i>
1	1,5E-03
2	1,5E-04
3	3,0E-06
4	1,5E-06

- c)  $Aa = 1$  à  $2 \text{ m/s}^2$  (selon le poids de l'aéronef, le coefficient de frottement, etc.) ;
- d)  $Ab = 1$  à  $2 \text{ m/s}^2$  (selon le poids de l'aéronef, le coefficient de frottement, etc.) ;
- e)  $Pir = 1 \text{ s}$  ;
- f)  $Cor = 1 \text{ s}$  ;
- g)  $Syr = 2 \text{ s}$  ;
- h)  $Sar = 1 \text{ s}$ .

4.5.4 Sur la base des calculs effectués au moyen des données ci-dessus, on peut conclure :

- a) qu'une vitesse de roulement au sol de  $55 \text{ km/h}$  ( $30 \text{ kt}$ ) peut être utilisée aux fins de la conception ;
  - b) qu'un espacement longitudinal ( $St$ ) d'environ  $200 \text{ m}$ , lorsque les aéronefs se suivent au sol, sera nécessaire pour atteindre les minimums spécifiés ci-après ;
  - c) qu'un espacement minimal quand les aéronefs se sont immobilisés ( $Ss + Lj$ ) d'environ  $60$  à  $15 \text{ m}$  peut être maintenu par le système, la plus basse de ces deux valeurs s'appliquant au point d'attente avant piste.
-



## Chapitre 5

### QUESTIONS DE MISE EN ŒUVRE

#### 5.1 INTRODUCTION

Les paragraphes ci-après esquissent certaines des mesures qui peuvent être prises avant et durant la conception et la mise en œuvre d'un A-SMGCS, en ce qui concerne plus particulièrement l'assurance que le système répondra aux besoins de l'aérodrome et réglera ses problèmes de sécurité et/ou de capacité.

#### 5.2 ÉVALUATION DE LA CAPACITÉ

##### 5.2.1 Généralités

5.2.1.1 Il convient de veiller à ce que la capacité du système soit toujours suffisante pour absorber la demande de circulation à l'aérodrome et pour maintenir une marge de capacité préétablie, en assurant un équilibre capacité/demande (CDB) approprié.

5.2.1.2 Le CDB devrait aussi être utilisé pour alerter les intéressés quand la demande tombe sous la capacité, de manière que des mesures puissent être prises pour économiser les ressources.

##### 5.2.2 Gestion de la capacité

Il convient de tenir compte des différentes capacités ci-après :

- a) capacité théorique — capacité calculée sur la base des moyens existants (configurations, systèmes, etc.) et comprenant :
  - 1) la capacité de l'aire de trafic — nombre maximal d'aéronefs (avec l'indication de leur type) qui peuvent stationner ;
  - 2) la capacité des voies de circulation — nombre maximal d'aéronefs qui peuvent circuler simultanément sur les voies de circulation ;

- 3) la capacité des pistes — nombre horaire maximal des mouvements sur piste ;
- 4) la capacité à l'approche — nombre maximal de transferts de responsabilités entre le contrôleur d'aérodrome et le contrôleur d'approche.

Chacune de ces capacités devrait être calculée en utilisant les valeurs de calcul et les valeurs opérationnelles, et elle devrait être établie pour des unités de temps préétablies.

- b) capacité réduite — capacité de l'aérodrome qui est obtenue à partir de la capacité théorique qui a été réduite pour tenir compte de limitations des moyens (pannes, entretien, conditions météorologiques, règlements locaux, etc.). Ses diverses valeurs devraient être calculées en tenant compte :
  - 1) du long terme — activités liées aux arrivées et aux départs indiqués dans les plans de vol emmagasinés ;
  - 2) du court terme — activités liées aux aéronefs en croisière, en rapprochement ou prêts à décoller ;
  - 3) du temps réel — activités liées aux mouvements réels des aéronefs sur l'aérodrome ou à son voisinage.

##### 5.2.3 Gestion de la demande

5.2.3.1 Pour ce qui est de la capacité, la demande devrait être répartie entre les diverses zones de l'aérodrome (aire de trafic, voies de circulation et pistes), en tenant compte des aéronefs à l'arrivée, au départ et en stationnement.

5.2.3.2 Pour obtenir les diverses valeurs de la demande pendant l'horizon temporel total, le système devrait tenir compte non seulement des plans de vol et des demandes des équipages de conduite ou des compagnies, mais aussi des restrictions temporaires ainsi que des pointes de trafic inhabituelles et des arrivées inattendues causées par l'existence de restrictions à d'autres aérodromes.

### 5.2.4 Mécanisme d'équilibrage de la demande et de la capacité

5.2.4.1 Des difficultés se présenteront chaque fois que le rapport capacité/demande se rapproche de l'unité.

5.2.4.2 La valeur de la marge préétablie, qui traduit les incertitudes des évaluations de la demande et de la capacité, doit être fixée au moment de la mise en œuvre du système. Elle devrait être modifiée par la suite en fonction de l'expérience acquise.

5.2.4.3 Le temps disponible pour prévoir les problèmes est un élément clé de la détermination des mesures à prendre. Plus la prévision peut être faite à l'avance et plus large sera l'éventail des mesures possibles.

5.2.4.4 Selon les horizons temporels, c'est-à-dire entre plusieurs mois à l'avance et la situation du moment, des mesures différentes peuvent être prises pour agir sur la demande ou la capacité. Mesures possibles :

- a) à long terme :
  - 1) augmenter la capacité de la ressource critique (éliminer les goulots d'étranglement) ; et/ou
  - 2) réduire la demande pour cette ressource particulière en modifiant les plans de vol emmagasinés (uniquement après confirmation qu'aucune autre solution n'est possible) ;
- b) à court terme :
  - 1) modifier les plans de vol des aéronefs en croisière, en rapprochement ou au départ ; et/ou
  - 2) dérouter vers d'autres aéroports les aéronefs qui arrivent (uniquement après confirmation qu'aucune autre solution n'est possible) ;
- c) en temps réel :
  - 1) réassigner les créneaux des aéronefs au départ.

## 5.3 ÉVALUATION DU RAPPORT COÛTS-AVANTAGES

### 5.3.1 Généralités

5.3.1.1 Les analyses de coûts-avantages aident les décideurs à choisir la meilleure conception du système et le

meilleur déploiement du matériel et des services utilisés dans l'A-SMGCS. La complexité des mouvements sol aux aéroports est inversement proportionnelle à la visibilité, si bien que les avantages peuvent être obtenus par paliers qui ne sont pas directement liés à la visibilité. Par exemple, si l'échange de renseignements sur les retards au décollage peut rendre la gestion de la circulation aérienne plus efficace, cet avantage peut être obtenu dans toutes les conditions de visibilité. Les aéroports qui mettent en place un A-SMGCS devraient tenir soigneusement compte des conditions de visibilité dans leurs analyses de coûts-avantages, qui devraient cependant n'être qu'un seul facteur parmi d'autres.

5.3.1.2 Les analyses des risques permettent de mesurer les améliorations escomptées de modifications des procédures ou de nouveaux apports technologiques. Ces analyses aboutissent à la probabilité qu'un événement (par exemple incursion sur piste, collision au sol, etc.) se produira. Une amélioration proposée à un aéroport devrait s'accompagner d'une atténuation des risques.

5.3.1.3 Les avantages exprimés en termes de réduction des coûts, des pertes d'aéronef, des pertes de vie, et des perturbations des services d'aéroport, du coût des enquêtes, etc. peuvent être utilisés pour quantifier les risques. Toutefois, les accidents de surface étant rares, ces économies seront souvent théoriques, c'est-à-dire qu'elles ne se matérialiseront pas dans tous les cas.

5.3.1.4 Les bienfaits de l'efficacité peuvent être quantifiés et les améliorations peuvent être évaluées en regard de ces bienfaits. Les économies escomptées peuvent être mesurées après la modification des procédures ou l'apport de nouvelles technologies. Les usagers de l'aéroport peuvent valider les économies qu'ils escomptent en termes de réduction des retards et de la durée du roulement à l'arrivée et au départ, du temps d'immobilisation des aéronefs aux portes d'embarquement, de l'amélioration du petit service des aéronefs et de la capacité de l'aéroport (exprimée en nombre de mouvements par heure), ou de la réduction des coûts d'exploitation. Les avantages de l'efficacité se font sentir dans toutes les opérations, alors que ceux de la sécurité demeurent souvent invisibles. Pour ces derniers, rien ne garantit qu'un accident ne se produira pas, même si le risque est atténué.

5.3.1.5 Les analyses de coûts-avantages varieront selon les usages économiques normalisés des États et des aéroports. L'évaluation devrait permettre d'adapter la démarche suivie aux besoins. Les personnes chargées de ces analyses peuvent s'écarter de la méthodologie d'évaluation proposée à condition d'indiquer clairement leurs règles de base, leurs hypothèses et leurs données. Cela permettra aux usagers des aéroports et aux autres intéressés d'appliquer leur propre

méthodologie pour déterminer les avantages dont bénéficiera leur exploitation.

### 5.3.2 Principes directeurs pour les analyses de coûts-avantages

Les principaux bienfaits pour les exploitants prennent la forme d'une amélioration de la sécurité. Les bienfaits pour les aéroports et l'ATC se manifestent dans les domaines de la sécurité et de l'efficacité. Ces deux types de bienfaits devraient être séparés les uns des autres lors des analyses pour faciliter la prise des décisions. Les principes directeurs pour la conduite de ces analyses sont énumérés ci-après :

- Dans la mesure possible, définir et mesurer les changements de la capacité. Cela permettra aux usagers de l'aéroport d'établir si les gains de capacité justifient qu'ils utilisent plus d'aéronefs à cet aéroport.
  - Envisager les avantages qui peuvent résulter du fait que les coûts associés aux détournements et aux annulations seront évités, ces coûts incluant celui de l'acheminement des passagers jusqu'à leur destination finale.
  - Identifier les coûts horaires des roulements au sol, qui peuvent être différents des coûts horaires d'immobilisation utilisés traditionnellement dans les analyses de coûts-avantages. Le coût de la durée de roulement est plus représentatif du coût des opérations de surface.
  - Envisager les avantages que pourrait occasionner l'amélioration des instructions et du contrôle, et non seulement ceux de la gestion de la circulation aérienne. L'échange de renseignements de surveillance peut procurer des bienfaits en matière d'instructions et de contrôle tant pour l'exploitant de l'aéroport que pour les prestataires de services.
  - Utiliser les prévisions de croissance du trafic d'aéroport ou de la croissance nationale pour estimer la demande future.
  - Utiliser les données météorologiques historiques pour prévoir les heures d'exploitation en conditions de visibilité 1 à 4.
  - Si possible, il conviendrait de procéder à des analyses incrémentielles pour que seuls les avantages supplémentaires résultant d'une nouvelle initiative puissent être évalués, sans tenir compte de toute mesure antérieure. L'addition modulaire de possibilités d'amélioration des services constitue la base de la mise en œuvre de tout A-SMGCS. Les analyses de coûts-avantages devraient être modulaires
- elles aussi pour mettre en évidence les améliorations incrémentielles.
- Utiliser les coûts actuels et prévus et calculer les coûts globaux en appliquant la méthode d'établissement des coûts de cycle de vie. Une prévision du coût de cycle de vie inclut le coût de la recherche, de la conception et de la mise au point, des acquisitions, du fonctionnement, du retrait du service et du démantèlement. Quand une solution ou un projet de rechange exige que les usagers mettent en place un nouvel équipement, son coût devrait être inclus. Il convient de tenir compte des dépenses renouvelables et non renouvelables. La source des données de coût devrait être expliquée pour chaque élément de coût important.
  - La méthode de calcul des coûts et des avantages devrait être expliquée, avec une indication de l'amortissement, de la répartition proportionnelle des bienfaits, de l'étalement annuel des coûts et des avantages et du moment auquel les avantages seront obtenus ou les dépenses effectuées.
  - Un module A-SMGCS peut parfois procurer des avantages dans des opérations autres que les mouvements à la surface. Des analyses devraient donc définir la proportion dans laquelle les avantages et les coûts sont affectés aux opérations de surface.
  - Les systèmes en place ont déjà été justifiés sur la base de leurs propres avantages et inconvénients. Le coût du maintien d'un système existant, par exemple un radar de surface, ne devrait pas être imputé à l'A-SMGCS, à moins qu'un nouveau radar de performances améliorées soit nécessaire. En pareil cas, il faudrait que le système de remplacement soit considéré comme constituant un des modules à prendre en compte dans l'analyse des coûts-avantages.
  - Il faudrait tenir compte des coûts autres que ceux liés au personnel qui pourraient être évités et qui pourraient résulter d'économies d'entretien, de réductions des coûts des télécommunications, des baux, des loyers et des services d'utilité publique ainsi que du report ou de l'élimination de nouvelles immobilisations de capital.
  - Les avantages secondaires pour les usagers devraient être mis en évidence. Un des produits de l'A-SMGCS est l'information. Que cette information prenne la forme d'une surveillance améliorée de la surface, de renseignements sur l'établissement des horaires ou de l'assignation des portes d'embarquement, etc., elle est importante aussi pour les prestataires de services autres que le contrôle de la circulation aérienne, les usagers de l'aéroport et l'exploitant de l'aéroport.

- Lors de l'équilibrage des coûts et des avantages, il faudrait tenir compte de la possibilité de sacrifier certaines performances du système. Il peut être possible d'atteindre les objectifs d'un A-SMGCS en sacrifiant certaines technologies et procédures. Une bonne analyse des coûts-avantages portera sur toutes les possibilités et sur tous les modules du système envisagé. Les sacrifices devraient être définis clairement de façon que d'autres intéressés examinant l'analyse et les décideurs puissent en tenir compte.

### 5.3.3 Mise en évidence des avantages

5.3.3.1 Les avantages prennent la forme d'améliorations par rapport aux capacités de base existantes. Leur évaluation commence par celle des besoins de l'exploitation indiqués dans le présent manuel auxquels on ajoute les besoins locaux, ceux des usagers sur place et ceux de l'aérodrome. On compare les capacités d'exploitation existantes à celles qui sont proposées dans les nouveaux besoins de l'exploitation liés à l'A-SMGCS. On établit ensuite qui bénéficie de ces avantages. Cette ventilation aide à quantifier les avantages et les coûts. Elle contribue aussi à la formulation des hypothèses qui seront utilisées dans les analyses.

5.3.3.2 Le Tableau 5-1 illustre une ventilation représentative des avantages. Il pourrait être modifié si nécessaire pour chaque aérodrome particulier.

5.3.3.3 Le Tableau 5-2 contient une liste des usagers potentiels des renseignements fournis par l'A-SMGCS. Son objet est d'indiquer les bénéficiaires principaux et secondaires de l'information. Certains exploitants d'aérodrome peuvent limiter l'accès à l'information fournie par un A-SMGCS.

### 5.3.4 Établissement des coûts

5.3.4.1 Les coûts devraient être ceux du cycle de vie. Par le passé, on assortissait les systèmes de contrôle de la circulation aérienne d'un cycle de vie prévu de 20 ans. La mise en œuvre de moyens automatiques améliorés et plus économiques ainsi que le recours à des produits que l'on trouve dans le commerce ont modifié cette tendance. Il est de plus en plus commun que le matériel ATC ait une vie de 5 à 10 ans. Les entreprises de transport aérien commercial s'attendent à ce que l'équipement installé à bord des avions qu'elles achètent ait un cycle de vie de 20 ans. Pour l'équipement installé par les compagnies aériennes elles-mêmes, le cycle de vie est de l'ordre de 5 à 7 ans pour l'avionique, alors que son coût est normalement recouvert en 3 à 5 ans.

5.3.4.2 Le Tableau 5-3 contient une ventilation des coûts pour les usagers, alors que celle des coûts de l'équipement seul figure au Tableau 5-4. Ces tableaux illustrent certaines sources potentielles de coûts. Ces sources peuvent différer pour chaque A-SMGCS. L'objectif premier est d'établir une liste des sources de coûts dès le début des analyses. Comme dans le cas des analyses des avantages, il est important d'obtenir dès le début du processus la participation de tous les prestataires de services et de tous les usagers intéressés.

5.3.4.3 Un autre élément de la justification économique est la valeur actuelle nette — la valeur actualisée des avantages nets escomptés (c'est-à-dire diminués des coûts). Pour calculer la valeur actuelle nette, les avantages et les coûts historiques sont actualisés par application d'un pourcentage établi. Ce taux peut varier d'un État à l'autre et aussi selon les usagers.

### 5.3.5 Schéma recommandé de l'analyse des coûts-avantages et de la présentation de ses résultats

Il est recommandé qu'un schéma de l'analyse des coûts-avantages et que la présentation de ses résultats contiennent :

- un bref résumé des objectifs, coûts, choix envisagés, méthodologie, avantages et coûts évalués ;
- analyse des données historiques qui aide à définir la déficience des moyens et application de toute étude des coûts-avantages antérieure qui sera utilisée ;
- description de la base actuelle, des déficiences du système en place et des solutions proposées pour les surmonter ;
- autres possibilités techniques et de procédures qui peuvent permettre de répondre aux besoins de la mission, caractéristiques de chaque possibilité envisagée et si chacune répond partiellement ou totalement aux besoins de la mission ;
- description de chacune des règles et hypothèses de base appliquées pour mettre en évidence les coûts et les avantages, y compris les facteurs utilisés pour les actualiser ;
- description des méthodes appliquées pour estimer les avantages et les coûts, équations utilisées et référence des sources de données ;
- évaluation des coûts de cycle de vie compatible avec les règles et hypothèses de base appliquées. Des méthodes paramétriques, les devis des fournisseurs et des méthodes analogiques devraient être utilisés pour estimer les coûts et les extrapoler sur tout le cycle de vie ;

Tableau 5-1. Ventilation des avantages

<i>Avantages pour les prestataires de service</i>		
Prestataires de services ATM		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productivité des contrôleurs</li> <li>• Productivité de l'entretien</li> <li>• Économies de la location des moyens de communication</li> <li>• Économies loyer, services d'utilité publique et autres</li> <li>• Économies du coût de l'assurance responsabilité</li> <li>• Économie au titre des immobilisations futures évitées</li> </ul>
Autres prestataires de services de navigation aérienne		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productivité</li> <li>• Productivité de l'entretien</li> <li>• Économies de la location des moyens de communication</li> <li>• Économies loyer, services d'utilité publique et autres</li> <li>• Économies du coût de l'assurance responsabilité</li> <li>• Économie au titre des immobilisations futures évitées</li> <li>• Réduction du coût du petit service pour les usagers</li> </ul>
Prestataires de services d'aérodrome		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accroissement de la capacité (mouvements à l'heure)</li> <li>• Productivité des opérations</li> <li>• Productivité de l'entretien</li> <li>• Amélioration de l'acheminement des passagers</li> <li>• Amélioration des interventions de sauvetage</li> <li>• Réduction des durées d'inoccupation de la ou des pistes</li> </ul>
<i>Avantages pour les usagers</i>		
Économies au titre des retards	Transporteur aérien commercial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Économie des coûts d'exploitation des aéronefs</li> <li>• Diminution des déroutements</li> <li>• Diminution des annulations de vol</li> </ul>
	Transporteur de troisième niveau et taxi aérien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Économie des coûts d'exploitation des aéronefs</li> <li>• Diminution des déroutements</li> <li>• Diminution des annulations de vol</li> </ul>
	Aviation générale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Économie des coûts d'exploitation des aéronefs</li> </ul>
	Aviation militaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Économie des coûts d'exploitation des aéronefs</li> <li>• Amélioration de l'exploitation tout temps</li> </ul>

<i>Avantages pour les usagers</i>		
Sécurité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diminution du nombre des accidents mortels</li> <li>• Diminution du nombre des lésions corporelles</li> <li>• Diminution des destructions d'aéronef</li> <li>• Diminution des avaries d'aéronef</li> <li>• Diminution des avaries des véhicules</li> </ul>	
Efficacité	Transporteur aérien commercial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Économies dans le coût d'exploitation des aéronefs</li> <li>• Réduction des durées d'immobilisation au sol des aéronefs</li> <li>• Économies de personnel</li> <li>• Économies d'entretien</li> <li>• Diminution des dépenses en immobilisations</li> </ul>
	Transporteur de troisième niveau et taxi aérien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Économies dans le coût d'exploitation des aéronefs</li> <li>• Réduction des durées d'immobilisation au sol des aéronefs</li> <li>• Économies de personnel</li> <li>• Économies de formation</li> <li>• Économies d'entretien</li> <li>• Diminution des dépenses en immobilisations</li> </ul>
	Aviation générale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Économies dans le coût d'exploitation des aéronefs</li> <li>• Réduction des durées d'immobilisation au sol des aéronefs</li> </ul>
	Aviation militaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Économies dans le coût d'exploitation des aéronefs</li> <li>• Réduction des durées d'immobilisation au sol des aéronefs</li> <li>• Économies de personnel</li> <li>• Économies d'entretien</li> <li>• Diminution des dépenses en immobilisation</li> </ul>
Efficacité des renseignements donnés aux usagers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Améliorations des instructions et du contrôle</li> <li>• Améliorations de la qualité du service</li> <li>• Économies de personnel</li> <li>• Économies de formation</li> <li>• Économies d'entretien</li> <li>• Réduction des durées d'immobilisation au sol des aéronefs</li> <li>• Améliorations de l'acheminement des passagers et du fret</li> </ul>	

- description des avantages mis en lumière, présentée sous forme modulaire pour que chaque avantage incrémentiel puisse être compris ;
- comparaison des avantages et des coûts pour chaque possibilité, avec un classement établi en fonction des meilleurs avantages au moindre coût ;
- degrés de confiance des renseignements sur les avantages et les coûts établis par analyse de probabilité. Il conviendrait aussi d'évaluer les effets de la variation des valeurs des hypothèses de base.

## 5.4 MÉTHODOLOGIE GÉNÉRIQUE POUR ÉVALUER SI DES SYSTÈMES PARTICULIERS PERMETTENT DE RÉPONDRE AUX BESOINS A-SMGCS

### 5.4.1 Introduction

5.4.1.1 L'évaluation de technologies particulières devrait de préférence être fondée sur une méthodologie normalisée afin que l'on puisse disposer d'une base de référence pour chaque technologie qui sera évaluée. L'évaluation est un

**Tableau 5-2. Utilisateurs des renseignements**

Utilisateur	Surveillance région terminale	Surveillance sol	Données des plans de vol	Liste des données d'arrivée
Contrôleur de la circulation aérienne	x	x	x	
Gestion d'aire de trafic	x	x	x	
Exploitation (compagnie aérienne)	x	x	x	x
Exploitation (aérodrome)	x	x	x	x
Entretien de l'aérodrome		x	x	x
Équipe déblaiement de la neige	x	x	x	x
Sauvetage et lutte contre l'incendie		x		
Surveillance du bruit	x			
Finances (redevances d'atterrissage)				x
Systèmes d'affichage des renseignements de vol			x	x
Transports sol			x	x
Traitement des bagages			x	x
Avitaillement			x	x
Restauration			x	x
Douanes et contrôle des personnes			x	x
Hébergement			x	x

Note 1.— La surveillance en région terminale permet de fournir aux aéronefs qui s'y trouvent des renseignements de position et de temps.

Note 2.— La surveillance sol signale la position des mobiles qui circulent sur les aires de manœuvre. Si la surveillance est élargie à toute l'aire de trafic, elle aura une valeur accrue aux fins du contrôle.

Note 3.— Les données sur les plans de vol donnent des renseignements sur les départs avec une indication des portes d'embarquement et des postes de stationnement.

Note 4.— La liste des données sur les arrivées contient les heures d'arrivée prévues et les heures d'arrivée aux portes d'embarquement/postes de stationnement, avec une indication de la porte d'embarquement

**Tableau 5-3. Ventilation des coûts pour les usagers**

<i>Usagers</i>	<i>Coûts occasionnés par :</i>
Achats	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matériel</li> <li>• Micrologiciel</li> <li>• Logiciels</li> <li>• Installation</li> <li>• Défaillances</li> <li>• Génie</li> <li>• Intégration</li> <li>• Essais et certification</li> <li>• Conception de la formation</li> <li>• Gestion</li> <li>• Coût du financement</li> </ul>
Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Main-d'œuvre</li> <li>• Formation</li> <li>• Location des moyens de communication</li> <li>• Installations et services</li> <li>• Services d'utilité publique</li> </ul>
Entretien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût des défaillances</li> <li>• Main-d'œuvre</li> <li>• Formation</li> <li>• Pièces de rechange</li> <li>• Logistique</li> <li>• Matériel d'essai</li> <li>• Gestion de l'entretien</li> </ul>
Usagers de l'information	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Location des moyens de communication</li> <li>• Matériel</li> <li>• Logiciels</li> <li>• Formation</li> <li>• Entretien des systèmes</li> <li>• Services d'utilité publique</li> </ul>

**Tableau 5-4. Ventilation des coûts de l'équipement sol**

<i>Prestataires de services</i>	<i>Coûts occasionnés par :</i>
Gestion du projet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activités de gestion</li> <li>• Gestion financière</li> <li>• Planification et établissement des calendriers</li> <li>• Gestion des contrats</li> <li>• Gestion des données</li> </ul>
Génie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestion des activités de génie</li> <li>• Gestion des interfaces</li> <li>• Gestion des configurations</li> <li>• Assurance qualité</li> <li>• Gestion de la production</li> <li>• Gestion de la transition</li> <li>• Surveillance technique</li> <li>• Besoins de l'exploitation</li> <li>• Conception des systèmes</li> </ul>

<i>Prestataires de services</i>	<i>Coûts occasionnés par :</i>
Préproduction	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Validation du concept</li> <li>• Mise au point du prototype</li> <li>• Coûts de livraison</li> </ul>
Matériel essentiel de la mission	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matériel</li> <li>• Micrologiciel</li> <li>• Logiciels</li> <li>• Intégration</li> <li>• Production/assemblage</li> </ul>
Essais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programme d'essais</li> <li>• Essais et évaluation pendant la mise au point</li> <li>• Essais et évaluation opérationnels</li> </ul>
Données	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manuels techniques</li> <li>• Spécifications</li> <li>• Conservation des données</li> <li>• Autre documentation</li> </ul>
Formation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse de la formation nécessaire</li> <li>• Manuels de formation</li> <li>• Gestion</li> <li>• Conception des cours</li> <li>• Diffusion des cours</li> </ul>
Logistique intégrée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestion de la logistique</li> <li>• Matériel de soutien</li> <li>• Pièces de rechange</li> <li>• Entreposage</li> <li>• Installations et services nécessaires</li> </ul>
Activation du site	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Achat du site</li> <li>• Levés</li> <li>• Évaluations environnementales</li> <li>• Préparation du site</li> <li>• Installation du site et vérification</li> </ul>
Soutien opérationnel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entretien par sous-traitants</li> <li>• Entretien direct</li> <li>• Appui à l'approvisionnement</li> <li>• Matériel d'appui</li> <li>• Formation et appui à la formation</li> <li>• Location des moyens de communication</li> <li>• Installations et services</li> <li>• Services d'utilité publique</li> <li>• Inspection et/ou certification périodiques</li> </ul>
Enlèvement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestion de l'enlèvement</li> <li>• Démontage/retrait du service</li> <li>• Démolition</li> <li>• Audits environnementaux</li> <li>• Gestion des déchets dangereux</li> <li>• Construction ou conversion des installations</li> <li>• Restauration du site</li> <li>• Valeur des biens récupérables</li> </ul>

processus itératif, qui devrait se dérouler en coopération étroite avec tous les intéressés, c'est-à-dire les autorités, les prestataires de services, les exploitants et les constructeurs et fabricants.

5.4.1.2 La possibilité d'appliquer diverses technologies et systèmes devrait être confirmée par une évaluation de faisabilité, qui déterminera si une technologie retenue répond aux besoins. Cette évaluation devrait faire appel à diverses techniques, par exemple l'analyse théorique, la simulation ou, simplement, la collecte de données.

5.4.1.3 Si l'évaluation est faite par application d'une méthodologie normalisée, ses résultats documentés pourraient servir dans un processus de certification et pour confirmer que le fonctionnement du système répond en totalité ou en partie aux besoins de l'exploitation.

#### 5.4.2 Méthodologie générique d'évaluation de la technologie

5.4.2.1 La Figure 5-1 illustre le mécanisme d'évaluation. Les premières mesures consistent à définir la technologie qui sera évaluée, l'architecture propre à cette technologie et le rôle (par exemple la fonction de guidage) proposé pour cette technologie pour qu'elle réponde aux besoins A-SMGCS. Cette architecture évoluera peut-être dans le courant de l'évaluation, à mesure que les difficultés rencontrées pour répondre à certains besoins deviendront apparentes. Quand un tel changement se produit, il est important de documenter complètement l'architecture révisée et de reprendre l'évaluation à zéro.

5.4.2.2 Pour bien documenter la technologie, l'architecture et le rôle de l'A-SMGCS à évaluer, il peut être utile de préciser le texte par un ou plusieurs tableaux.

#### 5.4.3 Paramètres de l'évaluation générique

Les besoins de l'exploitation et de performance de l'A-SMGCS devraient être ventilés en paramètres quantitatifs de performance et en lignes directrices qualitatives pour la conception. Quand c'était possible, une valeur a été associée à chaque paramètre de performance. La matrice générique qui en résulte vise à constituer la base de l'évaluation d'une technologie dont l'application dans l'A-SMGCS est proposée.

## 5.5 ÉVALUATION DE LA SÉCURITÉ

### 5.5.1 Introduction

5.5.1.1 Avant qu'un A-SMGCS puisse être déclaré opérationnel, il convient de procéder à une évaluation de la sécurité

pour comprendre l'incidence sur la sécurité de l'application du système et aussi cette incidence en cas de défaillance de ses éléments. L'évaluation de la sécurité devrait s'appuyer sur une documentation appropriée, qui puisse être mise à jour après des modifications du système. La documentation devrait indiquer clairement en regard de quels objectifs de sécurité l'évaluation a été faite et si ces objectifs ont été pleinement réalisés.

5.5.1.2 L'évaluation de sécurité vise non seulement à convaincre l'autorité compétente de la sécurité du système, mais aussi à indiquer clairement les aspects, tels que la formation et le contrôle, dont elle dépend pour que son niveau requis puisse être maintenu.

### 5.5.2 Description du système

Pour procéder à une évaluation de la sécurité, il faut représenter le système global. Cette représentation commence par une description du système à évaluer, laquelle devrait comprendre :

- a) les fonctions prévues du système, y compris ses modes de fonctionnement ;
- b) les paramètres de performance du système et leurs limites autorisées (par exemple ce qui constitue une panne) ;
- c) les limites fonctionnelles et physiques du système et de ses éléments ;
- d) les conditions environnementales auxquelles le système doit pouvoir résister ;
- e) les interfaces avec d'autres systèmes et avec les opérateurs humains (contrôleurs, pilotes et conducteurs) ;
- f) des ordigrammes fonctionnels du système et de ses interfaces.

### 5.5.3 Analyse des risques

5.5.3.1 L'analyse des risques devrait indiquer ce qui constitue une panne du système. Elle devrait porter essentiellement sur les fonctions et les vulnérabilités du système et traiter :

- a) des conséquences de la panne partielle ou totale d'un A-SMGCS sur sa possibilité de fonctionner dans le respect des limites de performance spécifiées ;
- b) des conséquences d'autres défauts de fonctionnement sur le système, ainsi que leurs effets sur d'autres systèmes ;

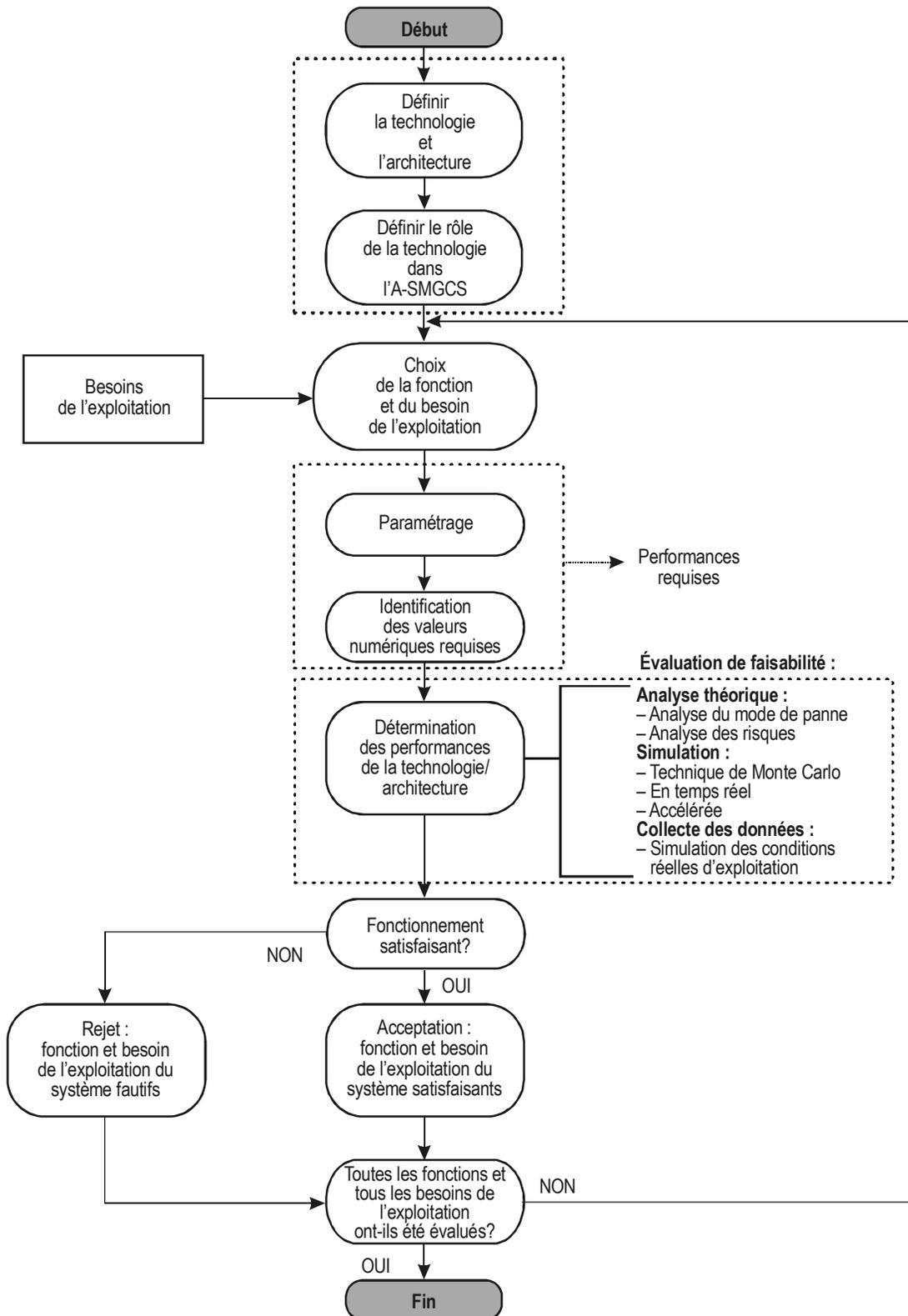


Figure 5-1. Ordigramme de la méthode générique d'évaluation de la technologie

- c) des conséquences pour un A-SMGCS des pannes d'autres systèmes ;
- d) de la mise en évidence d'autres défaillances à effets multiples ou en cascade (par exemple panne d'un système de guidage qui entraîne la perte de guidage de plusieurs aéronefs) ;
- e) de la mise en évidence de sources éventuelles d'erreur des opérateurs humains.

5.5.3.2 Le résultat de l'analyse des risques peut aboutir à l'indication que le système (ou une de ses parties) doit être entièrement modifié.

#### 5.5.4 Analyse du mode de panne

Une analyse de la défaillance du système complet est nécessaire pour démontrer la conformité avec les besoins de l'exploitation.

#### 5.5.5 Affectation des risques

La probabilité de panne de chaque élément de l'A-SMGCS doit être indiquée pour veiller à ce que l'évaluation de la sécurité globale du système soit satisfaisante.

#### 5.5.6 Exemple de méthodologie pour l'évaluation de la sécurité

5.5.6.1 La sécurité et les risques de chaque procédure mise au point pour être utilisée avec un A-SMGCS devraient faire l'objet d'une évaluation générique. Toutefois, l'application des procédures à un aéroport devrait exiger une évaluation qui lui soit propre pour assurer que toutes les questions locales de sécurité soient prises en compte. Une méthode à appliquer pour faire une telle évaluation des risques est décrite ci-après.

5.5.6.2 Les risques devraient être évalués avant toute modification d'une procédure existante ou avant l'adoption d'une nouvelle procédure, d'un nouveau système ou d'un nouveau type de matériel. L'évaluation devrait porter sur toutes les fonctions et sur tous les systèmes, ainsi que sur toutes leurs modifications, pour établir leur importance pour la sécurité. Tout risque identifié pendant la mise en œuvre initiale du système devrait être compatible avec le degré de sécurité établi pour telle procédure, tel système ou tel équipement. La méthodologie appliquée et les résultats obtenus devraient faire l'objet d'une documentation complète et, de préférence, le prestataire du service devrait les soumettre à l'approbation du service de réglementation de la sécurité.

5.5.6.3 Le degré de risque de toute panne est une fonction qui peut être obtenue à partir du taux maximal admissible d'occurrences qui lui est associé. L'étape finale consiste à déterminer quels outils ou quelles techniques doivent être appliqués à la spécification, à la conception et à l'essai des procédures ou des systèmes pour obtenir l'assurance que la sécurité nécessaire sera obtenue.

5.5.6.4 Tolérer un risque signifie qu'il n'est pas jugé négligeable ou qu'il puisse être ignoré, mais au contraire qu'il doit être surveillé et atténué si possible.

#### Processus d'évaluation des risques

5.5.6.5 Le processus générique d'évaluation des risques consiste :

- a) à mettre en évidence les risques qui pourraient éventuellement se présenter, notamment les défaillances de toute procédure, de tout système ou de tout équipement en cause ;
- b) à classer ces risques en fonction de leur probabilité d'occurrence et de la criticité de leurs effets sur les aéronefs ;
- c) à évaluer si le risque causé par un danger identifié peut être toléré ;
- d) s'il n'est pas tolérable, à prendre des mesures pour l'atténuer.

5.5.6.6 La méthodologie appliquée et les résultats de l'évaluation des risques devraient être réunis dans un rapport, qui devrait décrire aussi le nouveau système, la nouvelle procédure ou la modification qui leur a été apportée. Pour chaque risque appréciable qui a été mis en évidence, il faudrait indiquer le raisonnement ou « l'argument » qui a été avancé en faveur de sa tolérance ainsi que les détails de toute mesure d'atténuation qui aurait été prise. Le rapport devrait aussi décrire en grandes lignes la méthode de gestion par laquelle la sécurité est surveillée et gérée. Il devrait être soumis à l'évaluation et à l'approbation du service de réglementation de la sécurité.

#### Classification des risques

5.5.6.7 Pour veiller à la validité de l'évaluation des risques, il faut disposer d'une série de définitions appropriées et constamment appliquées de la probabilité d'occurrence et de la criticité.

5.5.6.8 Des modèles de classification des risques sont déjà utilisés dans de nombreuses industries où la sécurité est importante. Les définitions de la probabilité d'occurrence et les catégories de criticité utilisées par certains États sont énumérées respectivement au Tableau 5-5 et au Tableau 5-6. D'autres modèles peuvent être utilisés avec l'accord du service de réglementation de la sécurité.

*Note 1.— Certains risques dépendent du nombre d'heures pendant lesquelles un aéronef y est exposé (par heure de vol), et la durée d'un vol a un effet sur le risque. C'est pourquoi on utilise le nombre de risques « à l'heure ». Pour les opérations à un aéroport, il serait normalement plus approprié d'utiliser l'expression « par opération », parce que la fonctionnalité du système est normalement indépendante du facteur temps.*

*Note 2.— La probabilité d'occurrence est définie en termes qualitatifs et quantitatifs. Dans certaines applications, il peut ne pas être pratique de procéder à une analyse numérique : par exemple, le taux de défaillance de l'être humain ne peut être exprimé avec confiance par un chiffre. De plus, l'évaluation qualitative peut être suffisante pour les événements classés dans les catégories « mineurs » ou « majeurs ».*

#### **Matrice de tolérance des risques**

5.5.6.9 Une matrice de tolérance des risques définit le taux d'occurrence maximal admissible pour tout effet ou événement particulier. Le Tableau 5-7 illustre un exemple d'une telle matrice.

*Note 1.— Les effets mineurs ne sont habituellement pas préoccupants aux fins de la certification mais ils peuvent être inacceptables des points de vue commerciaux ou opérationnels.*

*Note 2.— Le Tableau 5-7 illustre les normes minimales de performance de sécurité qui peuvent être appliquées.*

## **5.6 CERTIFICATION**

5.6.1 Tout le matériel au sol qui constitue un élément essentiel d'un A-SMGCS devrait être certifié avant de pouvoir être utilisé et il devrait être inspecté ou examiné régulièrement. L'exploitant de l'aéroport devrait établir des procédures de maintenance certifiées pour son équipement au sol qui est essentiel au bon fonctionnement d'un A-SMGCS.

5.6.2 La certification de l'équipement embarqué devrait faire partie des procédures de certification des aéronefs.

5.6.3 Tous les logiciels utilisés dans un A-SMGCS devraient être certifiés par une procédure normalisée de certification des logiciels.

5.6.4 Toute nouvelle application ou tout changement introduit dans un A-SMGCS devrait être évalué par les services de réglementation qui vérifieront la conformité du système avec les besoins de l'exploitation. L'évaluation devrait être suivie d'une approbation formelle. Des spécifications ou des limitations supplémentaires de l'utilisation opérationnelle du système devraient être indiquées.

**Tableau 5-5. Définitions des probabilités d'occurrence**

Classification des probabilités d'occurrence	Extrêmement improbable	Extrêmement très lointaine	Lointaine	Probable
Définition quantitative	$< 10^{-9}$ par heure de vol	$10^{-7}$ à $10^{-9}$ par heure de vol	$10^{-5}$ à $10^{-7}$ par heure de vol	$1$ à $10^{-5}$ par heure de vol
Définition qualitative	Ne devrait pratiquement jamais se produire pendant toute la vie de la flotte	Occurrence peu probable quand on considère plusieurs systèmes du même type mais doit cependant être jugée possible	Occurrence peu probable pendant la vie opérationnelle totale de chaque système mais peut se produire plusieurs fois lorsqu'on considère plusieurs systèmes de même type	Peut se produire une ou plusieurs fois pendant la vie opérationnelle

Tableau 5-6. Classement de la criticité pour la sécurité

Catégorie	Catastrophique	Dangereuse	Majeure	Mineure
<i>A un ou plusieurs des effets décrits</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Destruction de l'aéronef</li> <li>Morts multiples</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forte réduction des marges de sécurité</li> <li>Inconfort physique ou charge de travail telle que l'équipage de conduite risque de ne pas pouvoir s'acquitter de ses tâches correctement ou complètement</li> <li>Lésions corporelles graves ou mort d'un pourcentage relativement modeste des occupants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réduction marquée des marges de sécurité</li> <li>Réduction de la possibilité pour l'équipage de conduite de faire face à des conditions d'exploitation défavorables résultant de l'augmentation de sa charge de travail ou de conditions qui portent atteinte à son efficacité</li> <li>Lésions corporelles des occupants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nuisance</li> <li>Limitations du fonctionnement</li> <li>Procédures d'urgence</li> </ul>

Tableau 5-7. Matrice de tolérance des risques

<i>Probabilité quantitative d'occurrence</i>	1	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>
<i>JAR 25 Probabilité qualitative d'occurrence</i>	Fréquente			Raisonnement probable		Lointaine		Extrêmement lointaine		Extrêmement improbable
<i>Classification des effets</i>	Mineurs					Majeurs		Dangereux		Catastrophiques

5.6.5 L'exploitant de l'aérodrome et le prestataire de services ATC sont responsables de la formation du personnel et de l'entretien du matériel qui relèvent de leur compétence. Lors du processus de certification, ils devraient être en mesure de démontrer qu'ils peuvent s'acquitter de toutes les tâches nécessaires au fonctionnement correct d'un A-SMGCS.

5.6.6 Le fabricant d'un A-SMGCS est responsable de la documentation correcte du concept et de la conception du système. De plus, il doit pouvoir démontrer les capacités du système. Selon la situation locale, ce fabricant devra traiter avec le service de réglementation ou avec le service des achats.

## Appendice A

### CATÉGORIES D’A-SMGCS

#### 1. INTRODUCTION

1.1 Pour établir le niveau d’un A-SMGCS approprié pour un aérodrome particulier, il faut tenir compte :

- a) des conditions de visibilité;
- b) de la densité de la circulation ;
- c) de la configuration de l’aérodrome.

1.2 Les critères proposés pour les conditions de visibilité et pour la densité de la circulation sont fondés sur le *Manuel sur les systèmes de guidage et de contrôle de la circulation de surface (SMGCS)* (Doc 9476).

#### 2. CONDITIONS DE VISIBILITÉ

2.1 Alors que le Doc 9476 (Chapitre 2) énumère trois conditions de visibilité aux fins du SMGCS, une ventilation plus poussée des conditions de faible visibilité a été introduite dans le présent manuel. Les conditions de visibilité sont subdivisées et définies comme suit :

- a) condition de visibilité 1 :

Visibilité suffisante pour que le pilote puisse circuler et éviter à vue toute collision sur les voies de circulation et aux intersections et pour que le personnel des organismes de contrôle puisse contrôler à vue l’ensemble de la circulation.

- b) condition de visibilité 2 :

Visibilité suffisante pour que le pilote puisse circuler et éviter à vue toute collision sur les voies de circulation et aux intersections, mais insuffisante pour que le personnel des organismes de contrôle puisse contrôler à vue l’ensemble de la circulation ;

- c) condition de visibilité 3 :

Visibilité suffisante pour que le pilote puisse circuler mais insuffisante pour qu’il puisse éviter à vue les collisions sur les voies de circulation et aux intersections, et insuffisante pour que le personnel des organismes de contrôle puisse contrôler à vue l’ensemble de la circulation. Aux fins de la circulation au sol, ces visibilité sont normalement équivalentes à une RVR comprise entre 400 et 75 m ;

- d) condition de visibilité 4 :

Visibilité insuffisante pour que le pilote puisse circuler à vue uniquement. Sa valeur correspond normalement à une RVR maximale de 75 m.

*Note.— Les conditions de visibilité ci-dessus sont applicables de jour et de nuit.*

2.2 Quand un module A-SMGCS est choisi pour un aérodrome particulier, il faut tenir compte, en plus des principaux critères décrits ci-dessus, des effets de phénomènes transitoires de courte durée, par exemple d’un éblouissement par le soleil, du crépuscule et de la différence entre les conditions de vision diurne et nocturne.

2.3 Le flux des mouvements aux aérodromes peut comporter des pointes de courte durée qui dépassent normalement les flux normaux. Il peut en résulter que l’ATC aura du mal à évaluer constamment la situation de la circulation par des moyens visuels uniquement.

#### 3. DENSITÉ DE LA CIRCULATION

3.1 La densité de la circulation est mesurée pendant l’heure de pointe moyenne, quelles que soient les conditions de visibilité.

- 3.2 La densité de la circulation est classée comme suit :

## a) Faible (L) :

Inférieure ou égale à 15 mouvements par piste, ou inférieure à un total de 20 mouvements sur l'aérodrome.

## b) Moyenne (M) :

De l'ordre de 16 à 25 mouvements par piste, ou un total de 20 à 35 mouvements sur l'aérodrome.

## c) Forte (H) :

Égale ou supérieure à 26 mouvements par piste ou supérieure à un total de 35 mouvements sur l'aérodrome.

#### 4. CONFIGURATION DE L'AÉRODROME

Pour la configuration de l'aérodrome, trois niveaux ont été établis comme suit :

## a) De base (B) :

Aérodrome comportant une seule piste, une seule voie de circulation et une seule aire de trafic.

## b) Simple (S) :

Aérodrome comportant une seule piste et plus d'une seule voie de circulation vers une ou plusieurs aires de trafic.

## c) Complexe (C) :

Aérodrome comportant plus d'une seule piste et plusieurs voies de circulation vers une ou plusieurs aires de trafic.

#### 5. TYPES D'AÉRODROME

5.1 En mettant en évidence chacun des critères appropriés, il est possible d'établir les modules SMGCS ou A-SMGCS nécessaires pour satisfaire les besoins de l'exploitation à un aérodrome particulier, en fonction des minimums de visibilité prévus pour son exploitation.

5.2 Sur la base des critères énoncés aux § 2.1, 3.2 et 4 du présent appendice, on obtient 36 combinaisons de type d'aérodrome qui peuvent être groupées en fonction de chaque condition de visibilité de la manière illustrée au Tableau A-1.

**Tableau A-1. Combinaison des types d'aérodrome**

Condition de visibilité	1	2	3	4
Type d'aérodrome	T-1:(B)(L)	T-10:(B)(L)	T-19:(B)(L)	T-28:(B)(L)
	T-2:(B)(M)	T-11:(B)(M)	T-20:(B)(M)	T-29:(B)(M)
	T-3:(B)(H)	T-12:(B)(H)	T-21:(B)(H)	T-30:(B)(H)
	T-4:(S)(L)	T-13:(S)(L)	T-22:(S)(L)	T-31:(S)(L)
	T-5:(S)(M)	T-14:(S)(M)	T-23:(S)(M)	T-32:(S)(M)
	T-6:(S)(H)	T-15:(S)(H)	T-24:(S)(H)	T-33:(S)(H)
	T-7:(C)(L)	T-16:(C)(L)	T-25:(C)(L)	T-34:(C)(L)
	T-8:(C)(M)	T-17:(C)(M)	T-26:(C)(M)	T-35:(C)(M)
	T-9:(C)(H)	T-18:(C)(H)	T-27:(C)(H)	T-36:(C)(H)

Note.— L'Appendice B illustre un classement des types d'aérodrome approprié pour le niveau de mise en œuvre de l'A-SMGCS après prise en compte des besoins fonctionnels nécessaires au maintien de la capacité de l'A-SMGCS.

## Appendice B

### DEGRÉS DE MISE EN ŒUVRE DE L’A-SMGCS

L’Appendice A contient une liste des critères à appliquer pour classer les aérodromes en fonction des conditions de visibilité, de la densité de leur circulation sol et de leur configuration. Le degré approprié d’une mise en œuvre fonctionnelle d’un A-SMGCS à un aérodrome donné peut être établi en déterminant ceux de ces critères qui lui sont applicables. Trente-six combinaisons possibles des critères de type d’aérodrome, quatre critères fonctionnels (surveillance, contrôle, routage et guidage) et trois groupes d’usagers (contrôleur, pilote/conducteur de véhicule et système) doivent être pris en compte. Globalement,

le nombre des options est bien trop élevé pour être de la moindre assistance à quiconque est chargé de définir le degré de mise en œuvre qui convient à un aérodrome donné. Le Tableau B-1 montre comment cinq degrés de mise en œuvre de l’A-SMGCS peuvent couvrir tous les cas. Le tableau montre que les quatre fonctions de base sont fournies à tous les niveaux. Dans ce tableau, le rôle de l’automatisation et de l’avionique augmente progressivement niveau après niveau. Le niveau V correspond aux besoins les plus stricts de l’aérodrome dont le degré d’automatisation est le plus poussé.

**Tableau B-1. Critères de détermination des degrés de mise en œuvre de l’A-SMGCS**

Type d’aérodrome	Usager	Surveillance	Contrôle			Routage	Guidage				Degré	
			Prédiction et/ou détection des conflits	Analyse des conflits	Résolution des conflits		Sol					À bord
							*1	*2	*3	*4		
T-1: 1:(B)(L) T-2: 1:(B)(M) T-3: 1:(B)(H) T-4: 1:(S)(L)	Contrôleur	X	X	X	X	X					I	
	Pilote/ conducteur		X	X	X		X					
	Système											
T-5: 1:(S)(M) T-6: 1:(S)(H) T-7: 1:(C)(L) T-10: 2:(B)(L) T-11: 2:(B)(M) T-13: 2:(S)(L)	Contrôleur	X	X	X	X	X					II	
	Pilote/ conducteur		X	X	X		X	X				
	Système	X	X									

Type d'aérodrome	Usager	Surveillance	Contrôle			Routage	Guidage				Degré	
			Prédiction et/ou détection des conflits	Analyse des conflits	Résolution des conflits		Sol					
							*1	*2	*3	*4	À bord	
T-8: 1:(C)(M) T-12: 2:(B)(H) T-14: 2:(S)(M) T-16: 2:(C)(L) T-19: 3:(B)(L) T-20: 3:(B)(M) T-22: 3:(S)(L)	Contrôleur		X	X	X				X			III
	Pilote/ conducteur		X	X <sup>1)</sup>	X <sup>1)</sup>		X					
	Système	X	X	X	X	X						
T-9: 1:(C)(H) T-15: 2:(S)(H) T-17: 2:(C)(M) T-18: 2:(C)(H) T-21: 3:(B)(H) T-23: 3:(S)(M) T-24: 3:(S)(H) T-25: 3:(C)(L) T-26: 3:(C)(M) T-27: 3:(C)(H)	Contrôleur		X	X	X							IV
	Pilote/ conducteur		X	X <sup>1)</sup>	X <sup>1)</sup>		X					
	Système	X	X	X	X	X				X		
T-28: 4:(B)(L) T-29: 4:(B)(M) T-30: 4:(B)(H) T-31: 4:(S)(L) T-32: 4:(S)(M) T-33: 4:(S)(H) T-34: 4:(C)(L) T-35: 4:(C)(M) T-36: 4:(C)(H)	Contrôleur		X	X	X							V
	Pilote/ conducteur						X				X	
	Système	X	X	X	X	X				X		
<p>*1. Axe peint et panneaux de guidage sur voie de circulation. <span style="float: right;">Note 1.— Non applicable en conditions de visibilité 3.</span></p> <p>*2. Feux axiaux fixes.</p> <p>*3. Feux axiaux commutés manuellement.</p> <p>*4. Feux axiaux commutés automatiquement.</p>												

## Appendice C

### ÉVOLUTION DU MATÉRIEL A-SMGCS

La recherche et la mise au point des A-SMGCS étant encore à un stade précoce, les éléments du présent appendice doivent uniquement servir de guide. Il convient de ne pas les utiliser pour justifier les spécifications techniques. Pour chacun des 36 types d'aérodrome possibles, le Tableau C-1 indique le genre de matériel qui peut être nécessaire pour fournir le degré de service requis à chacune des quatre fonctionnalités de base de l'A-SMGCS. Pour certains de ces besoins, le matériel est déjà complètement au point et il est déjà en service. Dans d'autres cas, du matériel potentiellement approprié a été mis

au point, ses performances techniques ont été démontrées et il entrera probablement en service prochainement. En d'autres cas encore, la recherche et la mise au point du matériel ne font que commencer. Il est important d'admettre que l'évolution du matériel et des procédures opérationnelles d'un A-SMGCS seront fortement influencées par la nécessité d'assurer la sécurité et l'efficacité opérationnelles et aussi par les résultats des essais et des évaluations actuellement en cours ou qui sont planifiés pour l'avenir. Le Tableau C-1 a uniquement valeur illustrative.

Tableau C-1. Évolution du matériel pour l'A-SMGCS

Type d'aérodrome			Visibilité	Système de surveillance									Système de routage		Système de guidage			Système de contrôle								
				Approche		Aire de manœuvre			Aire de trafic									Conflit		Mouvement	Avertissement d'incursion		Protection			
Configuration	Niveau circ.		À vue	Aux instruments	Détection	Poursuite	Identification	Précision	Détection	Poursuite	Identification	Précision	Parcours	Planif. route	Aides visuelles	Conscience position	Zone réglementée	Détection	Avertissement		Résolution	Piste	Voie de circ.	Piste	Voie de circ.	
1	B	L	1										ATCO	ATCO	P	C								H,C	H,C	
2	B	M	1										ATCO	ATCO	P	C									H,C	H,C
3	B	H	1	R	R								ATCO	ATCO	P	C									H,C	H,C
4	S	L	1										ATCO	ATCO	P	C									H,C	H,C
5	S	M	1			SMR							ATCO	ATCO	P	C			(✓)						H,C	H,C
6	S	H	1	R	R	✓	✓						ATCO	ATCO	P	C			(✓)			(✓)	(✓)		H,C	H,C
7	C	L	1		R	SMR							ATCO	ATCO	P	C			(✓)						H,C	H,C
8	C	M	1		R	✓	✓						ATCO	Sys	M	C			(✓)			(✓)	(✓)		H,C	H,C
9	C	H	1	R	R	✓	✓						Sys	Sys	A	C			✓	✓	✓				H,C	H,C
10	B	L	2		R	SMR							ATCO	ATCO	P	C			(✓)			(✓)	✓	✓	H,C,G	H,C
11	B	M	2		R	SMR							ATCO	ATCO	P	C			(✓)			(✓)	✓	✓	H,C,G	H,C
12	B	H	2	R	R	✓	✓						ATCO	Sys	M	C			(✓)			(✓)	✓	✓	H,C,G	H,C
13	S	L	2		R	SMR							ATCO	ATCO	P	C			(✓)			(✓)	✓	✓	H,C,G	H,C
14	S	M	2		R	✓	✓	✓					ATCO	Sys	M	C			(✓)			(✓)	✓	✓	H,C,G	H,C
15	S	H	2	R	R	✓	✓	✓					Sys	Sys	A	C			✓	✓	✓	(✓)	✓	✓	H,C,G	H,C
16	C	L	2		R	✓	✓	✓					ATCO	Sys	M	C			(✓)			(✓)	✓	✓	H,C,G	H,C
17	C	M	2		R	✓	✓	✓					Sys	Sys	A	C			✓	✓	✓	(✓)	✓	✓	H,C,G,S	H,C,T
18	C	H	2	R	R	✓	✓	✓					Sys	Sys	A	C			✓	✓	✓	✓	✓	✓	H,C,G,S	H,C,T
19	B	L	3		R	✓	✓	✓	✓				ATCO	Sys	M	C			(✓)	✓	✓	✓	✓	✓	H,C,G,S	H,C,T
20	B	M	3		R	✓	✓	✓	✓				ATCO	Sys	M	C			(✓)	✓	✓	✓	✓	✓	H,C,G,S	H,C,T
21	B	H	3		R	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Sys	Sys	A	C			✓	✓	✓	✓	✓	✓	H,C,G,S	H,C,T
22	S	L	3		R	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	ATCO	Sys	M	C			(✓)	✓	✓	✓	✓	✓	H,C,G,S	H,C,T
23	S	M	3		R	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Sys	Sys	A	C			✓	✓	✓	✓	✓	✓	H,C,G,S	H,C,T
24	S	H	3		R	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Sys	Sys	A	C			✓	✓	✓	✓	✓	✓	H,C,G,S	H,C,T
25	C	L	3		R	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Sys	Sys	A	C			✓	✓	✓	✓	✓	✓	H,C,G,S	H,C,T
26	C	M	3		R	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Sys	Sys	A	C			✓	✓	✓	✓	✓	✓	H,C,G,S	H,C,T
27	C	H	3		R	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Sys	Sys	A	C			✓	✓	✓	✓	✓	✓	H,C,G,S	H,C,T
28-36	Tous	Tous	4		R	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Sys	Sys	A,E	C,E	E		✓	✓	✓	✓	✓	✓	H,C,G,S,E	H,C,T,E

Types d'aérodrome :  
 Configuration B = De base  
 Configuration S = Simple  
 Configuration C = Complexe  
 Circulation L = Légère  
 Circulation M = Moyenne  
 Circulation H = Forte

Modules du système :  
 R Radar d'approche  
 SMR Radar de surface <sup>1)</sup>  
 P Axe peint avec/sans feux <sup>1)</sup>  
 M Bloc de feux axiaux à commutation manuelle <sup>1)</sup>  
 A Bloc de feux axiaux à commutation automatique  
 C Carte d'aérodrome et panneaux de signalisation <sup>1)</sup>  
 H Marque de point d'attente avant piste <sup>1)</sup>  
 G Feux de protection de piste <sup>1)</sup>

S Barre d'arrêt commutable <sup>1)</sup>  
 T Feux de circulation sol  
 ATCO Contrôleur de la circulation aérienne  
 Sys Système  
 ✓ Amélioration nécessaire  
 (✓) Amélioration souhaitable  
 E Affichage amélioré poste de pilotage

Note.— Pour plus de détails, voir le Tableau 2-2 du Doc 9476.

## Appendice D

### NIVEAU DE SÉCURITÉ VISÉ (TLS)

#### 1. INTRODUCTION

Le présent appendice explique en détail les renseignements d'arrière-plan utilisés pour établir le niveau de sécurité visé (TLS) de l'A-SMGCS. Il convient d'assigner une partie du TLS du vol complet (un accident par  $10^7$  mouvements) à la phase de roulement au sol de l'A-SMGCS. La méthode choisie pour déterminer le TLS approprié d'une opération a consisté à le fonder sur les taux historiques d'accidents et de mouvements dans la zone de la Conférence européenne de l'aviation civile (CEAC). Un exercice semblable effectué aux États-Unis est aussi décrit brièvement. Les résultats de ces deux études sont comparables.

#### 2. DONNÉES CEAC SUR LES ACCIDENTS

2.1 L'étude de la CEAC était fondée sur la base de données du système OACI de comptes rendus d'accident/incident (ADREP) ainsi que sur le nombre de mouvements aux aéroports de la CEAC extrait des recueils de statistiques de l'OACI (Statistiques de l'aviation civile dans le monde [Doc 9180]). Les données de vol fournies par l'Organisme central de gestion des courants de trafic (CFMU) d'EUROCONTROL ont été utilisées pour analyser le nombre de mouvements mais, cette information se rapportant seulement aux vols réalisés depuis 1992, elle a uniquement servi de référence.

2.2 Le nombre et les caractéristiques des accidents au sol dans les États membres de la CEAC de 1980 à 1999 ont été extraits de la base de données ADREP. Durant cette période, 627 accidents ont été rapportés par 27 États de la CEAC ; cinquante-deux d'entre eux étaient mortels ou ont provoqué la destruction totale des aéronefs en cause. L'étude n'a pas tenu compte des autres 575 accidents, même s'ils avaient des conséquences graves ou avaient forme de « quasi-abordage ». Sur les 52 accidents mortels ou avec destruction totale des aéronefs, deux se sont produits pendant le roulement sur une piste ou sur une voie de circulation.

2.3 De 1980 à 1996, 150 612 893 mouvements ont été effectués dans la zone CEAC. Les données n'ayant pas encore

été publiées pour la période 1997-1999, on estime que le taux de croissance annuel de ces mouvements a été de 5 %. Ces données se rapportant uniquement aux aéroports principaux, un pourcentage de 10 % a été appliqué au nombre total de mouvements d'aéronef à prendre en compte pour établir le trafic aux autres aéroports. Cela donne un total de 165 674 182.

2.4 Les données ci-dessus donnent un taux d'accident de la CEAC relevant de cette catégorie de  $2/165\,674\,182 = 1,2 \times 10^{-8}$  par opération. Si on considère que la durée moyenne du roulement au sol d'un aéronef ne dépasse pas 6 minutes, le risque horaire s'établit à  $1,2 \times 10^{-6}$ . Cette valeur est comparable à celle obtenue par une analyse semblable effectuée aux États-Unis pour établir le TLS A-SMGCS en utilisant des données d'accidents survenus dans le monde et aux États-Unis. Cette étude est décrite ci-après.

#### 3. DONNÉES D'ACCIDENTS SURVENUS DANS LE MONDE ET AUX ÉTATS-UNIS

3.1 Une analyse visant à déterminer un TLS pour l'A-SMGCS qui a été réalisée par un sous-groupe du Groupe d'experts OACI de l'exploitation tout temps en 1997 a porté sur les données d'accident pendant les phases d'atterrissage et de roulement au sol des vols et a comparé le risque calculé d'accidents mortels à un TLS de  $10^7$  pour les opérations à tous les aéroports du monde.

3.2 Une analyse des données d'accidents survenus dans le monde de 1985 à 1994 a révélé que le taux d'accidents mortels s'établissait à  $1,8 \times 10^{-6}$  par opération et que les accidents de roulement au sol représentaient 5 % des accidents mortels. Il en résulte que le taux d'accidents mortels pendant le roulement au sol était de  $9,0 \times 10^{-8}$  par opération.

3.3 Une analyse par le National Transportation Safety Board (NTSB) des données d'accidents survenus dans le monde de 1985 à 1994 a révélé que le taux d'accidents mortels s'établissait à  $0,56 \times 10^{-6}$  par opération et que les accidents de roulement au sol représentaient 11 % de tous les accidents

mortels. Il en résulte que le taux d'accidents mortels pendant le roulement au sol était de  $6,2 \times 10^{-8}$  par opération.

3.4 Le TLS total défini lors de la mise au point de la qualité de navigation requise (RNP) à l'approche et à l'atterrissage s'est établi à  $1,5 \times 10^{-7}$  par mission. La partie attribuée à l'approche et à l'atterrissage s'élevait à  $1,0 \times 10^{-8}$  par opération.

3.5 Le TLS de l'A-SMGCS, qui comprend la phase de roulement au sol de tous les vols, doit être compatible avec ce TLS global. Autre facteur à prendre en compte : les données sur les accidents traduisent les accidents dus à toutes les causes, alors que les accidents liés à l'A-SMGCS ne constitueraient qu'une partie des accidents de roulement au sol. Ainsi, le risque lié à la phase de roulement au sol ne devrait pas être attribué entièrement au TLS de l'A-SMGCS.

3.6 Ainsi qu'il ressort des données mondiales et du NTSB pour les mouvements effectués aux États-Unis, les taux d'accidents de roulement mortels sont semblables (9,0 contre  $6,2 \times 10^{-8}$  par opération). Ainsi qu'il a déjà été mentionné, le TLS total d'une mission devrait s'établir à  $1,0 \times 10^{-7}$ . La phase d'approche finale et d'atterrissage s'est vu attribuer  $1,0 \times 10^{-8}$  de ce total. De même, des portions modestes du TLS ont été affectées aux autres phases de vol. La phase de roulement au sol devrait donc se voir attribuer un chiffre comparable. Sur la base des considérations ci-dessus, le TLS de l'A-SMGCS est de  $1,0 \times 10^{-8}$  par opération. Bien que les données utilisées dans cette évaluation aient été recueillies pendant la même période de temps, il a été jugé que la marge de 6 à 9 s'ajoutant au taux d'accident historique est compatible avec la répartition du TLS entre les diverses phases du vol utilisées pour établir la RNP à l'approche et à l'atterrissage. Cette conclusion peut donc être jugée satisfaisante.

# Appendice E

## RECHERCHES SUR L'A-SMGCS

### 1. INTRODUCTION

1.1 Le présent appendice examine certains A-SMGCS qui ont fait l'objet de projets de recherche ou d'essais opérationnels en Europe et aux États-Unis.

1.2 L'objet de l'appendice n'est pas uniquement de décrire l'A-SMGCS mais il donne aussi des renseignements sur le type d'éléments ou de sous-systèmes qui peuvent être utilisés pour mettre au point un A-SMGCS qui conviendra à un aéroport donné.

### 2. INSTALLATIONS ET SERVICES DE DÉMONSTRATION POUR LA GESTION DES MOUVEMENTS AUX AÉROPORTS (DEFAMM)

2.1 Le projet Installations et services de démonstration pour la gestion des mouvements aux aéroports (DEFAMM) était un projet de recherche mené par 15 partenaires européens provenant de l'industrie, d'instituts de recherche, d'exploitants d'aéroport et de services ATC qui a été organisé dans le cadre de la Commission européenne<sup>1</sup>. Le projet consistait à faire des démonstrations en milieu opérationnel, notamment à quatre aéroports européens, de plusieurs sous-systèmes prototypes couvrant toutes les principales fonctions d'un A-SMGCS. Il s'agissait de la première démonstration intégrée à grande échelle, au niveau européen, de la gestion de la circulation à la surface des aéroports. Le projet a duré du 1<sup>er</sup> décembre 1995 au 31 mars 1999.

2.2 Quatre aéroports ont participé à la démonstration de l'A-SMGCS. Toutes les fonctions n'ont pas été testées à tous les emplacements de démonstration, parce que la gamme totale des fonctions DEFAMM constitue un système complexe, et que si tous les essais avaient été faits au même emplacement, c'est-à-dire à un aéroport opérationnel, cet aéroport aurait été complètement surchargé. Il était de plus souhaitable de démontrer qu'un A-SMGCS peut être utilement inséré dans différents environnements caractérisés par une variété d'installations et de services et de contraintes topologiques. Un autre avantage de cette méthode découlait de la possibilité d'utiliser

plusieurs environnements d'essai indépendants pour des systèmes tels que celui des références de positionnement et les cartes d'aéroport numériques.

### 2.3 Démonstration des fonctions DEFAMM

#### *Fonction de surveillance*

2.3.1 Ainsi que l'illustre l'architecture de la Figure E-1, la fonction de surveillance a été testée au moyen de deux capteurs non coopératifs et de deux capteurs coopératifs. Les deux premiers étaient en fait le radar de surface (SMR) existant et un nouveau radar d'extraction des données par balayage électronique qui établissait directement des rapports d'étiquettes numérisées. Les deux capteurs coopératifs étaient un système prototype de multilatération en mode S avec un poste central mode S (utilisé surtout pour la détection et l'identification des aéronefs) et un sous-système mondial de navigation différentielle par satellite (D-GNSS) avec un poste central D-GNSS (essentiellement pour les véhicules). La démonstration a aussi porté sur un capteur coopératif pour les véhicules utilisés pour améliorer les moyens de surveillance.

2.3.2 La fusion des données des capteurs était réalisée dans l'appareil de traitement des données des capteurs, qui combinait quatre types de capteur et utilisait des données provenant du radar de surveillance d'aéroport (ASR) pour produire un tableau combiné de la situation de la circulation. La fusion des données des capteurs est un produit logiciel, dont l'objet est de suivre et de filtrer les données de surveillance afin de fournir des renseignements d'identification des véhicules contrôlés et de surveiller la situation de la circulation.

#### *Fonction de contrôle*

2.3.3 Le sous-système de traitement des conflits a été réalisé sur un poste des ordinateurs de traitement des données

---

1. DG VII de la Commission européenne : transport aérien, aéroports, tâche 4.3.1/44.

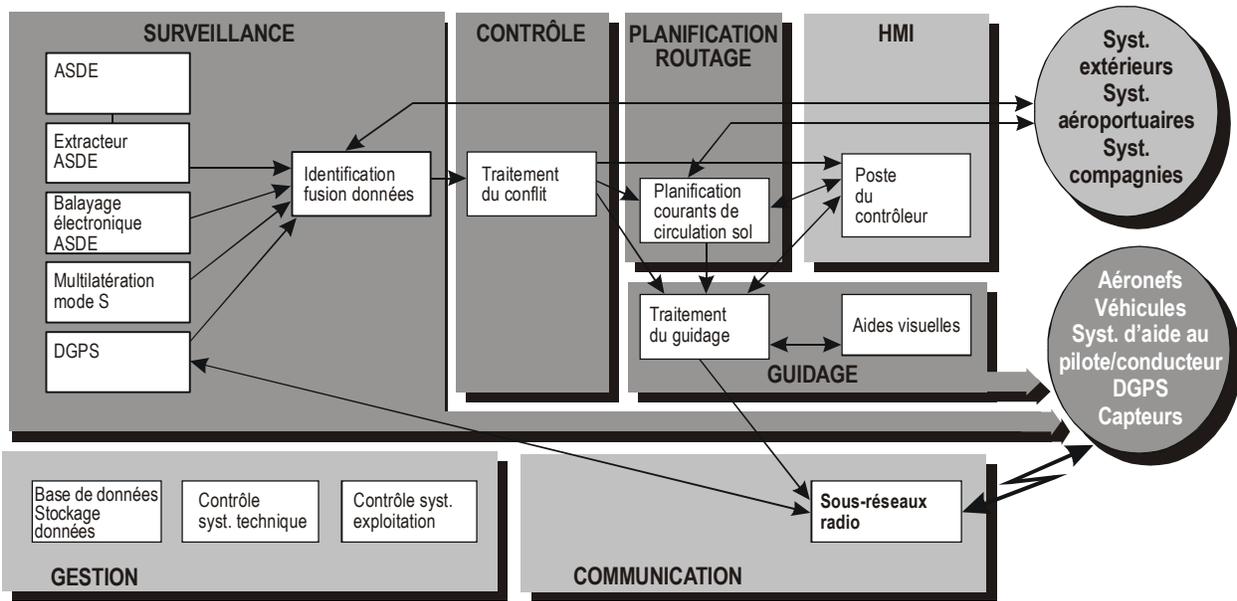


Figure E-1. Architecture fonctionnelle DEFAMM

des capteurs. Ses principales fonctions portaient sur la détection et le traitement :

- a) des violations et des intrusions ;
- b) des incursions sur piste ;
- c) des conflits entre mobiles convergents ;
- d) des conflits entre mobiles en rapprochement ;
- e) des écarts par rapport aux parcours à suivre ;
- f) des écarts par rapport aux créneaux de temps assignés.

#### Fonction de planification

2.3.4 Les principales fonctions de planification ci-après ont été testées :

- a) plans proposés pour les mouvements (parcours et créneaux de temps) fournis par le contrôleur pour :
  - 1) les aéronefs en approche finale ;
  - 2) les aéronefs au départ après la demande de démarrage ;
  - 3) des aéronefs ou des véhicules particuliers, sur demande ;

b) moyens de mise en forme et de modification des plans à tout moment pour ce qui est :

- 1) des changements de parcours vers une nouvelle destination ;
- 2) des changements de parcours vers la même destination ;
- 3) de la modification des plans concernant de nouveaux créneaux de temps ;

c) moyens de négocier les plans avec le contrôleur, c'est-à-dire :

- 1) proposer des plans au HMI ;
- 2) modifier le statut du plan qui a été accepté par le contrôleur ;
- 3) modifier le statut du plan qui a été autorisé par le contrôleur ;

d) transmission des plans autorisés à la fonction de traitement du guidage.

#### Fonction de guidage

2.3.5 Le processeur de guidage permettait :

- a) de commuter manuellement ou automatiquement des segments du balisage lumineux axial et des barres d'arrêt, conformément au plan de roulement au sol et de la position en temps réel du mobile ;
- b) de négocier l'autorisation et la transmission automatique du plan de roulement au sol et des instructions de guidage, par liaison de données et affichage dans le poste de pilotage.

2.3.6 Le guidage au moyen du balisage lumineux d'aérodrome était réalisé :

- a) pour guider les mobiles, selon le parcours figurant dans le plan autorisé, avec les feux axiaux de voie de circulation sélectivement commutables ;
- b) pour permettre la commutation manuelle des feux axiaux de voie de circulation ;
- c) pour permettre la commutation manuelle des barres d'arrêt.

2.3.7 Le guidage au moyen de l'affichage de bord (système d'assistance pilote/conducteur) était réalisé :

- a) pour afficher la position sur l'aérodrome des mobiles, par rapport aux parcours à suivre ;

- b) pour appuyer les négociations relatives aux plans de roulement au sol (c'est-à-dire demande, réception et acceptation de l'autorisation) ;
- c) pour afficher le plan des mouvements autorisés (c'est-à-dire parcours de roulement et créneaux de temps).

2.3.8 Un panneau de signalisation à indication variable utilisé pour afficher le parcours correct a été mis à l'essai à une intersection complexe vers laquelle six voies de circulation convergeaient. À cet emplacement, certains pilotes ralentissaient ou s'arrêtaient pour choisir le parcours qu'ils suivraient. L'objet de ce panneau à deux écrans était d'améliorer l'efficacité du roulement au sol. L'ATC contrôlait les panneaux à distance au moyen de l'A-SMGCS. Les indicatifs d'appel des aéronefs et la destination de stationnement étaient affichés sur l'écran de gauche alors que le parcours de roulement prévu était affiché graphiquement sur l'écran de droite (voir Figure E-2).

#### *Fonction de communication*

2.3.9 La fonction de communication faisait appel à un sous-réseau de liaison de données VHF avec accès multiple à répartition dans le temps (AMRT) qui avait trois fonctions principales :



**Figure E-2. Panneau de signalisation à indication variable utilisé pendant la démonstration fonctionnelle DEFAMM**

1. transmission toutes les secondes à la fonction de surveillance des rapports de position D-GNSS des mobiles équipés ;
2. diffusion aux mobiles des renseignements de correction D-GNSS ;
3. échange de données pour le guidage de bord (c'est-à-dire négociation des autorisations et transmission des plans des mouvements autorisés).
- 2) identification automatique des mobiles coopérants équipés A-SMGCS, dont les aéronefs à l'arrivée ;
- 3) aéronefs au départ, s'ils étaient dotés de transpondeurs mode S actifs ;
- 4) véhicules participants (camionnettes d'essai et véhicules de service dotés de moyens de liaison de données) ;
- 5) identification manuelle des autres cibles ;

### **Interface homme-machine**

2.3.10 Deux types différents de HMI étaient mis en place : un poste de contrôleur (CWP) et le HMI du système d'aide aux pilotes/conducteurs de véhicule (PDAS). Le CWP se composait de deux affichages où était représentée la situation de la circulation du moment. Un écran était utilisé pour agrandir une partie particulière de la zone surveillée.

2.3.11 La négociation des plans de roulement au sol consistait à demander une autorisation en tapant sur des touches particulières d'un clavier de bord, demande qui était transmise au système sol par liaison de données. Les autorisations reçues étaient affichées sur l'écran du PDAS. Les plans approuvés étaient affichés sur l'écran sous la forme d'un parcours de roulement au sol, avec des créneaux de temps aux points de cheminement. La position des mobiles était elle aussi affichée sur l'écran du PDAS.

## **3. ÉVALUATION DES BIENFAITS POUR L'EXPLOITATION PAR L'ESSAI D'UN A-SMGCS (PROJET BETA)**

3.1 Le projet BETA réalisé en 2000 et 2001 était lui aussi financé par la Commission européenne. Il consistait à faire des essais opérationnels sur les éléments du système (sur la base de versions antérieures du présent manuel) installés à trois aéroports européens. Le système se composait de capteurs et d'ordinateurs de surveillance fabriqués par des constructeurs différents intégrés au matériel et à l'infrastructure aéroportuaire et ATC existants pour mettre à l'essai le premier A-SMGCS complet en Europe (voir Figure E-3).

3.2 Les essais portaient sur les aspects ci-après :

a) surveillance :

- 1) détection et présentation des mobiles et des obstacles sur l'aire de mouvement et pendant les approches ;

b) avertissement :

- 1) avertissement de piste active/d'incursion sur piste pour les arrivées et les départs ;
- 2) avertissement d'intrusion dans des zones réglementées ;
- 3) avertissement de barre d'arrêt non respectée ;
- 4) avertissement d'écart par rapport au parcours ;

c) planification :

- 1) présentation des plans de vol ;
- 2) création, modification et mise en forme des plans de vol (y compris VFR et véhicules) ;
- 3) fiches électroniques de progression des vols ;
- 4) transfert ;
- 5) proposition de séquençement des départs ;
- 6) choix des parcours sur voie de circulation ;

d) guidage :

- 1) barres d'arrêt ;
- 2) guidage à bord ;
- 3) autorisation ;
- 4) indication des parcours ;

e) HMI contrôleur :

- 1) affichage de la situation de la circulation ;
- 2) affichage de la planification.

3.3 L'équipement BETA utilisé était en configuration non redondante et il visait essentiellement à fournir des données intègres, précises et conviviales.

#### 4. PROGRAMME DE RÉDUCTION DES INCURSIONS SUR PISTE MENÉ PAR LA FAA

4.1 En 2000, la FAA a lancé un programme de réduction des incursions sur piste (RIRP)<sup>2</sup> pour évaluer les nouvelles technologies destinées à l'A-SMGCS.

#### 4.2 Le système de surveillance RIRP

La Figure E-4 illustre par un ordiogramme le système de surveillance RIRP. Le système fait essentiellement appel à un serveur de données des mouvements au sol (SSDS). Le SSDS

reçoit des renseignements sur la surveillance et les plans de vol qui proviennent de diverses sources et il « fond » les renseignements en un compte rendu optimal unique destiné aux usagers. Les renseignements de surveillance proviennent de plusieurs capteurs coopératifs et non coopératifs, notamment le radar de surface et de région terminale, les boucles d'induction, la surveillance dépendante automatique en mode diffusion (ADS-B) et la multilatération. Le système local automatique, qui est un système de poursuite radar avancé (ARTS) reçoit les renseignements sur les plans de vol par l'intermédiaire du groupe des plans de vol. La plupart des renseignements sont acheminés entre les sous-systèmes sur le LAN. On escompte que le système sera modulaire pour répondre aux besoins de surveillance de divers aérodromes des États-Unis.

2. « 1998 Airport Surface Operations Safety Plan to Prevent Runway Incursions and Improve Surface Operations », Runway Incursion Program Office (ATO-102), FAA ; 1998.

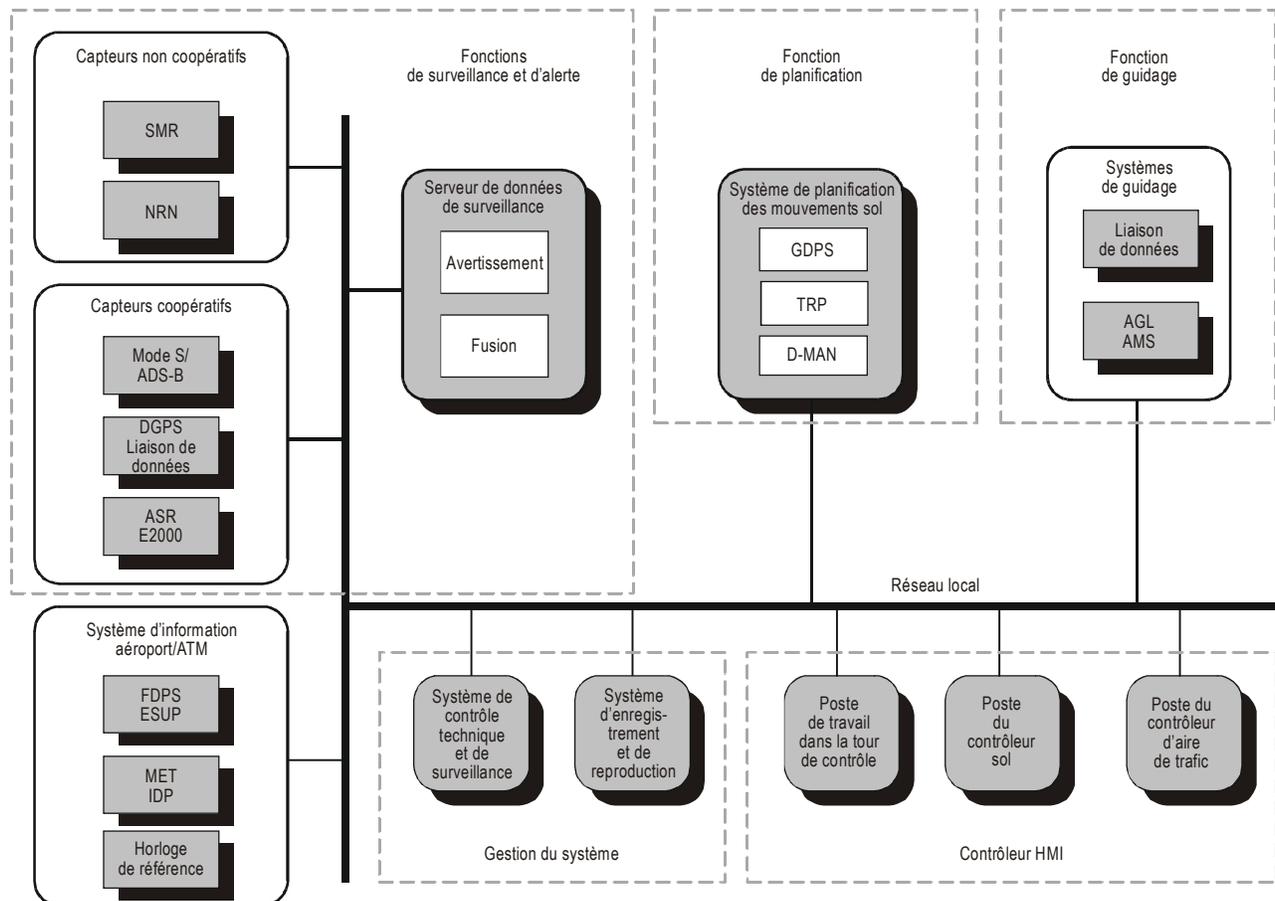


Figure E-3. Architecture fonctionnelle BETA

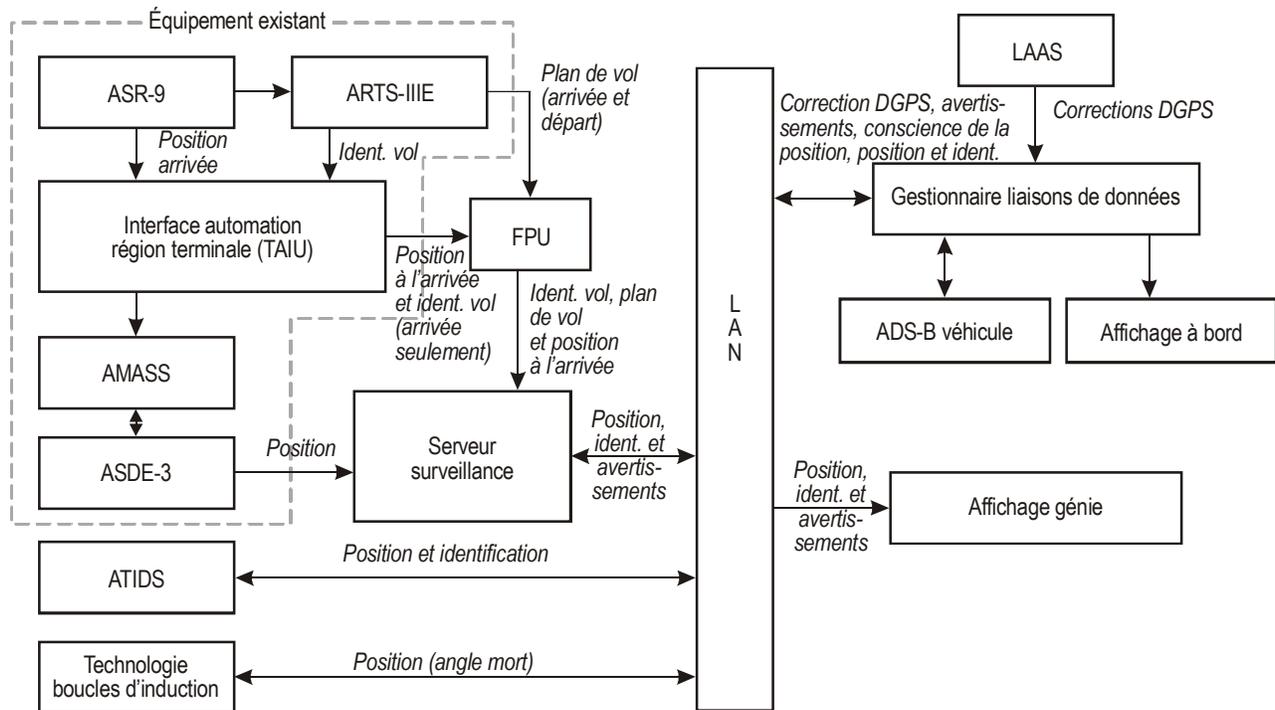


Figure E-4. Ordigramme du système RIRP

### 4.3 Entrées des capteurs

Le prototype RIRP de démonstration acceptera diverses entrées de surveillance, dont les suivantes :

- ASDE-3 : L'ASDE-3 est un radar primaire utilisé pour surveiller les mouvements de surface. Sa fréquence de rafraîchissement est d'une seconde et il fournira au SSDS des données vidéo numériques brutes. Le SSDS traite ces données et il émet des comptes rendus de position destinés à la fusion.
- ASR-9 : L'ASR-9 est un radar de surveillance d'aérodrome qui a une portée de 110 km (60 NM). Sa fréquence de rafraîchissement est de l'ordre de cinq secondes. Le système RIRP utilisera les données de position concernant les aéronefs à l'arrivée qui lui seront fournies par l'ASR-9.
- Système aéroportuaire d'identification des cibles (ATIDS) : L'ATIDS est un système de multilatération conçu pour poursuivre les aéronefs circulant dans la zone couverte à la surface d'un aérodrome et pour les identifier. La zone en question est toute l'aire de mouvement (voies de circulation et pistes), plus les corridors d'arrivée de 3 km, jusqu'à 90 m (300 ft)
- Technique des boucles d'induction : Le système RIRP fait aussi appel à la technique des boucles d'induction du sous-système des capteurs en boucle (LSS) pour contribuer à diminuer les lacunes de la couverture. Les boucles d'induction, semblables à celles qui sont utilisées dans les systèmes de circulation automobile (pour le déclenchement des feux de circulation) sont placées sur la voie de circulation. Quand un mobile roule sur une boucle ses extrémités avant et arrière sont détectées et le serveur de surveillance peut les transformer en comptes rendus de position.
- ADS-B des véhicules : Le système ADS-B des véhicules utilise les techniques ADS-B pour fournir

au-dessus de la surface. Les aéronefs dotés d'un transpondeur mode S sont suivis au moyen des « squitters » qu'ils émettent périodiquement. Les transmissions sont reçues par des émetteurs/récepteurs installés à divers emplacements de l'aérodrome. Le calcul de la différence des instants d'arrivée (TDOA) sont effectués dès réception de ces transmissions pour produire des comptes rendus de position. L'ATIDS peut de plus recevoir les transmissions ADS-B sur la fréquence 1 090 MHz pour obtenir les renseignements de position et autres contenus dans les transmissions des aéronefs.

aux contrôleurs des renseignements de surveillance des véhicules circulant à la surface et aussi pour aider les conducteurs à prendre meilleure conscience de leur position. Chaque véhicule équipé établit sa propre position par application de la technologie D-GNSS et il émet sa position et son identification à trois stations principales couvrant tout l'aérodrome. Une station principale en interface avec le LAN RIRP recueille ces renseignements de position et d'identification par l'intermédiaire du gestionnaire de la liaison de données.

- f) ARTS-IIIIE : Le système automatique ARTS-IIIIE fournit aux aéronefs à l'arrivée et au départ des renseignements sur les plans de vol.
- g) Système de renforcement à couverture locale (LAAS) : Une station sol LAAS fournit des corrections D-GNSS. Ces corrections seront introduites dans le LAN par le gestionnaire des liaisons de données de

divers systèmes et communiquées aux aéronefs et aux véhicules.

#### 4.4 Sorties

Par l'intermédiaire du SSDS, le système peut aussi fournir aux usagers des renseignements sur la situation spatiale des aéronefs et d'autres cibles, ainsi que des renseignements sur les barres d'arrêt avant piste, notamment les suivants :

- a) Affichages embarqués : Le SSDS, par l'intermédiaire du gestionnaire de la liaison de données utilisant le système ADS-B des véhicules peut transmettre aux aéronefs, par liaison montante, des renseignements sur la circulation et des avertissements de sécurité. Les Figures E-5 et E-6 illustrent les renseignements des cartes défilantes destinées aux aéronefs ou aux véhicules, pour leur indiquer leur parcours et les avertir de possibilités de conflit.

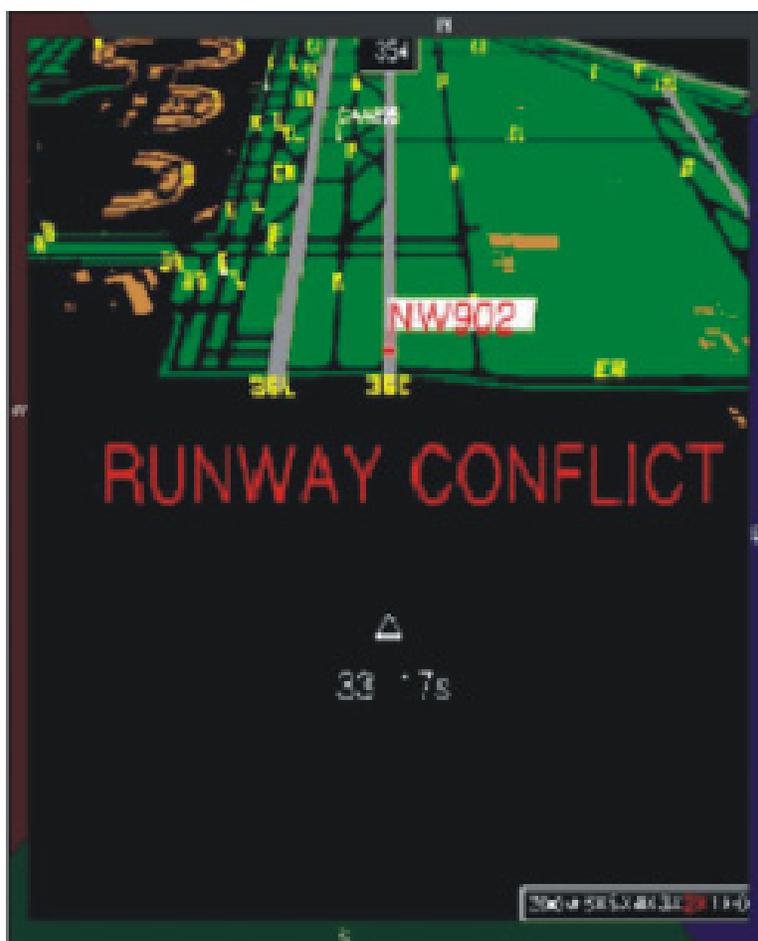


Figure E-5. Carte des arrivées défilant dans le poste de pilotage

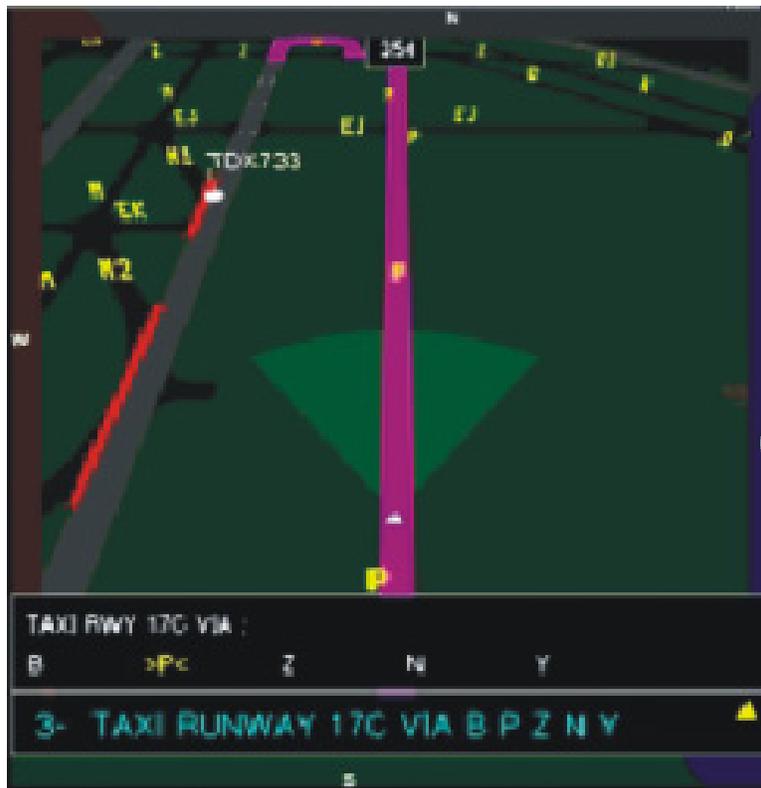


Figure E-6. Carte des départs défilant dans le poste de pilotage

- b) Affichages contrôleur : Le SSDS fournit à l'ATC un affichage couleur. Pour chaque aéronef, un compte rendu de position et une identification optimale apparaîtront sur l'écran. Apparaîtront aussi les avertissements d'incursion et des renseignements sur les points d'attente.
- c) Gestionnaire des liaisons de données (DLM) : Le DLM sert d'interface entre le LAN RIRP et les systèmes extérieurs. Ces systèmes sont le système ADS-B des véhicules, la station sol LAAS et les liaisons de données envisagées pour l'avenir. Le DLM fournit une interface pour les comptes rendus sur les étiquettes qui doivent être échangés entre le système ADS-B des véhicules et le LAN RIRP, ainsi que des renseignements de sécurité provenant du RIRP à transmettre aux véhicules et aux aéronefs.
- d) Affichages dans les véhicules : Ainsi qu'il a déjà été mentionné, le système ADS-B des véhicules fournit aux conducteurs des renseignements de position et d'identification ainsi que des avertissements de sécurité.

#### 4.5 Guidage à bord

4.5.1 Les essais du système RIRP portaient sur la possibilité pour un aéronef (ou un véhicule) de suivre un parcours de roulement au sol par RVR inférieure ou égale à 75 m.

4.5.2 En conditions de visibilité 4, les besoins opérationnels et de performance pour les fonctions de surveillance, de routage et de contrôle devraient tenir compte de la possibilité pour un aéronef de circuler par ses propres moyens sur l'aire de mouvement. Ces fonctions peuvent être pleinement intégrées à l'avionique ou être fournies par liaison de données provenant de l'A-SMGCS de l'aérodrome.

4.5.3 La valeur des erreurs d'estimation de la position, illustrée au Tableau E-1, est fondée sur l'attribution des erreurs totales du système aux besoins minimaux concernant la conception des pistes, des voies de circulation et des aires de trafic d'aérodrome spécifiés dans l'Annexe 14, Volume I.

4.5.4 Ces attributions sont faites de manière à tenir compte d'erreurs suffisantes de braquage des divers types d'aéronef, et

elles sont fondées sur des données de performance opérationnelles et simulées.

4.5.5 Les erreurs d'estimation de la position longitudinale affectées au Tableau E-1 reposent sur l'hypothèse que les performances du capteur de guidage sont les mêmes dans toutes les directions horizontales.

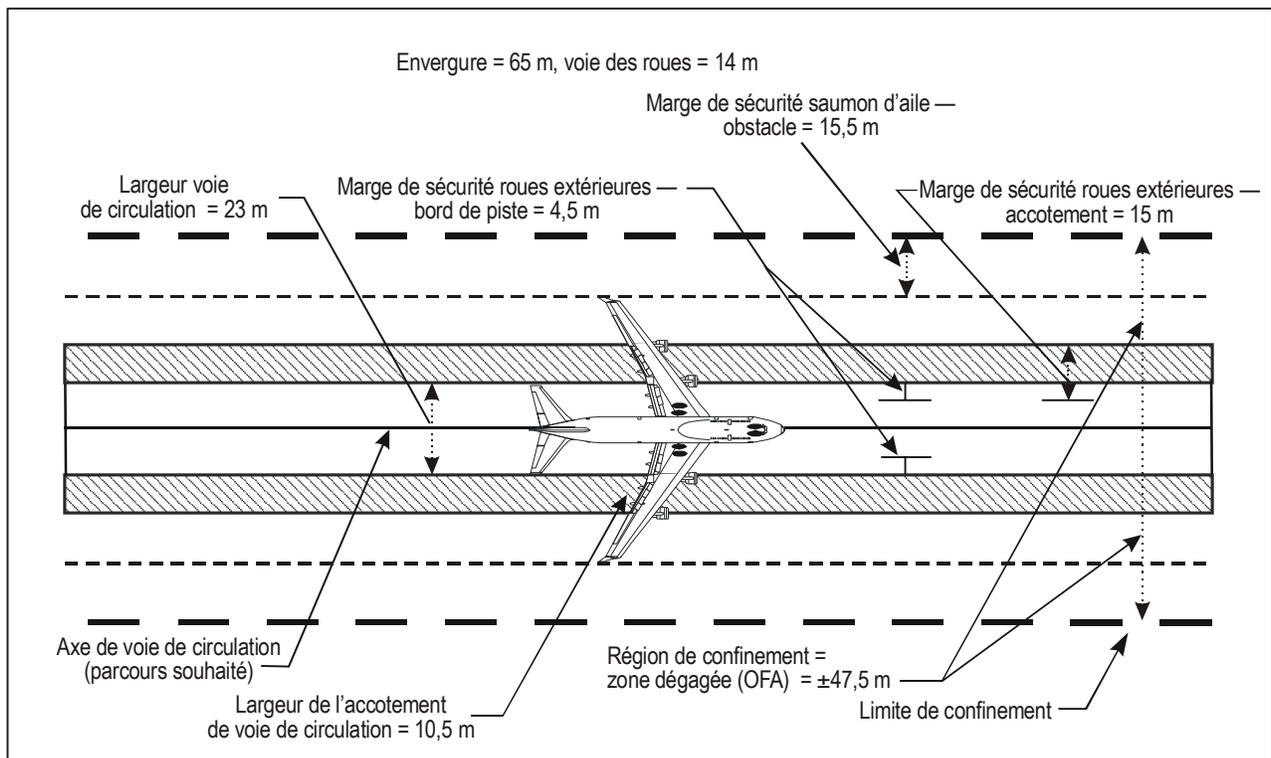
4.5.6 À titre d'exemple, la Figure E-7 illustre les normes fondamentales de conception d'une voie de circulation à un aéroport de lettre de code de référence E, qui donnent une marge de 15,5 m entre les saumons d'aile et tout objet, dont les ailes d'aéronef sur les voies de circulation parallèles. Le

dégagement maximal entre les roues de train principal et le bord de voie de circulation est de 4,5 m. Les normes recommandent aussi un accotement de 10,5 m, ce qui donne un dégagement effectif de 15 m entre les roues et le bord extérieur de l'accotement. Il en résulte qu'un aéronef peut s'écarter de 15 m de l'axe de voie de circulation avant que se présente un risque d'incident et la limite de confinement est donc définie à cette valeur.

4.5.7 La limite de confinement de 15 m est applicable uniquement aux aéroports de lettres de code D et E. Le dégagement étant moindre aux aéroports de lettres de code A, B et C, la limite de confinement  $y$  est établie à 8 m.

**Tableau E-1. Erreurs d'estimation des positions latérale et longitudinale nécessaires pour le guidage de bord**

Lettre de code d'aéroport	Erreurs d'estimation des positions latérale et longitudinale (95 % en mètres)		
	Sortie rapide de voies de circulation normales et d'aire de trafic	Entrée/sortie de poste de stationnement	Poste de stationnement
A	0,4	0,4	0,3
B	0,6	0,4	0,3
C	0,8	0,5	0,4
D	1,1	0,6	0,5
E	1,1	0,6	0,5



**Figure E-7. Normes de conception des voies de circulation aux aéroports de lettre de code E**

## PUBLICATIONS TECHNIQUES DE L'OACI

*Le résumé ci-après précise le caractère des diverses séries de publications techniques de l'Organisation de l'aviation civile internationale et décrit, en termes généraux, la teneur de ces publications. Il n'est pas fait mention des publications spéciales qui ne font pas partie d'une série: Catalogue des cartes aéronautiques ou Tableaux météorologiques pour la navigation aérienne internationale, par exemple.*

Les **Normes et pratiques recommandées internationales** sont adoptées par le Conseil en vertu des dispositions des articles 54, 37 et 90 de la Convention relative à l'aviation civile internationale, et constituent les Annexes à la Convention. Sont classées comme normes internationales les spécifications dont l'application uniforme par les États contractants est reconnue nécessaire à la sécurité ou à la régularité de la navigation aérienne internationale; les spécifications dont l'application uniforme est reconnue souhaitable dans l'intérêt de la sécurité, de la régularité ou de l'efficacité de la navigation aérienne internationale sont classées comme pratiques recommandées. La connaissance de toute différence entre les règlements ou usages d'un État et les dispositions d'une norme internationale est essentielle à la sécurité ou à la régularité de la navigation aérienne internationale. Aux termes de l'article 38 de la Convention, un État qui ne se conforme pas aux dispositions d'une norme internationale est tenu de notifier toute différence au Conseil de l'OACI. La connaissance des différences par rapport aux pratiques recommandées peut aussi présenter de l'importance pour la sécurité de la navigation aérienne; bien que la Convention n'impose pas d'obligation à cet égard, le Conseil a invité les États contractants à notifier ces différences en plus des différences par rapport aux normes internationales.

Les **Procédures pour les services de navigation aérienne** (PANS) sont approuvées par le Conseil pour être mises en application dans le monde entier. Elles comprennent surtout des procédures d'exploitation qui ne paraissent pas avoir atteint un stade de maturité suffisant pour être adoptées comme normes et pratiques recommandées internationales, ainsi que des dispositions présentant un caractère plus définitif, mais

trop détaillées pour être incorporées à une Annexe, ou susceptibles d'être amendées fréquemment, et pour lesquelles la méthode prévue dans la Convention serait inutilement compliquée.

Les **Procédures complémentaires régionales** (SUPPS) ont un caractère analogue à celui des procédures pour les services de navigation aérienne, car elles ont été aussi approuvées par le Conseil, mais elles ne sont applicables que dans certaines régions. Elles sont établies sous forme de recueil, car certaines d'entre elles s'appliquent à des régions qui se chevauchent, ou sont communes à plusieurs régions.

---

*Les publications ci-après sont établies sous l'autorité du Secrétaire général, conformément aux principes approuvés par le Conseil.*

Les **Manuels techniques** donnent des indications et renseignements qui développent les dispositions des normes, pratiques recommandées et procédures internationales; ils sont destinés à faciliter la mise en application de ces dispositions.

Les **Plans de navigation aérienne** présentent sous une forme concise les plans OACI de mise en oeuvre des installations et services destinés à la navigation aérienne internationale dans les diverses régions de navigation aérienne de l'OACI. Ils sont établis, par décision du Secrétaire général, d'après les recommandations des réunions régionales de navigation aérienne et les décisions du Conseil au sujet de ces recommandations. Les plans sont amendés périodiquement pour tenir compte des changements survenus dans les installations et services nécessaires et de l'état d'avancement de la mise en application.

Les **Circulaires** permettent de communiquer aux États contractants des renseignements pouvant les intéresser dans le cadre de diverses spécialités. Elles comprennent des études sur des questions techniques.

---

© OACI 2006  
1/06, F/P1/425

N° de commande 9830  
Imprimé à l'OACI

