

Doc 9906
AN/472



Manuel d'assurance de la qualité dans le processus de conception des procédures de vol

Volume 3
**Validation du logiciel de conception
des procédures de vol**

Approuvé par le Secrétaire général
et publié sous son autorité

Première édition — 2010

Organisation de l'aviation civile internationale

Doc 9906
AN/472



Manuel d'assurance de la qualité dans le processus de conception des procédures de vol

Volume 3
**Validation du logiciel de conception
des procédures de vol**

Approuvé par le Secrétaire général
et publié sous son autorité

Première édition — 2010

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
999, rue University, Montréal (Québec) H3C 5H7 Canada

Les formalités de commande et la liste complète des distributeurs officiels et des librairies dépositaires sont affichées sur le site web de l'OACI (www.icao.int.)

Première édition, 2010

***Doc 9906, Manuel d'assurance de la qualité dans le processus
de conception des procédures de vol
Volume 3 — Validation du logiciel de conception
des procédures de vol***

N° de commande : 9906-3
ISBN 978-92-9231-733-1

© OACI 2011

Tous droits réservés. Il est interdit de reproduire, de stocker dans un système de recherche de données ou de transmettre sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, un passage quelconque de la présente publication, sans avoir obtenu au préalable l'autorisation écrite de l'Organisation de l'aviation civile internationale.

PRÉFACE

Le *Manuel d'assurance de la qualité dans le processus de conception des procédures de vol* (Doc 9906) est composé de quatre volumes :

Volume 1 — *Système d'assurance qualité applicable à la conception des procédures de vol* ;

Volume 2 — *Formation des concepteurs de procédures de vol* ;

Volume 3 — *Validation du logiciel de conception des procédures de vol* ;

Volume 4 — *Élaboration de la conception des procédures de vol*.

Les procédures de vol aux instruments basées sur des aides de navigation aérienne conventionnelles au sol ont toujours nécessité un haut niveau de contrôle de la qualité. Avec la mise en œuvre de la navigation de surface et des systèmes embarqués de navigation avec base de données, même la plus petite erreur dans les données peut avoir des conséquences catastrophiques. Cet important changement des exigences en matière de qualité des données (précision, résolution et intégrité) a rendu indispensable l'instauration d'un processus d'assurance qualité. Les *Procédures pour les services de navigation aérienne — Exploitation technique des aéronefs* (PANS-OPS, Doc 8168), Volume II, Partie I, Section 2, Chapitre 4 — Assurance de qualité, font référence au présent manuel et demandent aux États de prendre les mesures nécessaires pour « contrôler » la qualité des processus associés à l'élaboration des procédures de vol aux instruments. À cette fin, le présent manuel a été rédigé pour fournir des orientations permettant de satisfaire à ces exigences rigoureuses d'assurance qualité dans le processus de conception des procédures. Les quatre volumes traitent tous de points essentiels concernant l'instauration, le maintien et l'amélioration continue de la qualité dans la conception des procédures. La gestion de la qualité des données, la formation des concepteurs de procédures et la validation du logiciel sont des éléments indissociables d'un programme d'assurance qualité.

Le **Volume 1** — *Système d'assurance qualité applicable à la conception des procédures de vol* contient des orientations sur l'assurance qualité dans la conception des procédures (documentation, méthodes de vérification et de validation, etc.) et sur l'acquisition/le traitement des informations/données sources. Il fournit aussi un organigramme de processus générique pour la conception et la mise en œuvre des procédures de vol.

Le **Volume 2** — *Formation des concepteurs de procédures de vol* contient des orientations sur la mise en place d'une formation destinée aux concepteurs de procédures de vol. La formation est la pierre angulaire de tout programme d'assurance qualité. Ce volume donne des orientations sur la mise en place d'un programme de formation.

Le **Volume 3** — *Validation du logiciel de conception des procédures de vol* contient des orientations sur la validation (et non la certification) des outils de conception des procédures, notamment en ce qui concerne les critères.

Le **Volume 4** — *Élaboration de la conception des procédures de vol* (à intégrer ultérieurement).

Note.— Dans chacun des différents volumes, toute mention du terme « manuel » dans le contexte du présent document, sans autre précision, est présumée se rapporter à ce volume du Manuel d'assurance de la qualité dans le processus de conception des procédures de vol.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Abréviations.....	IX
Définitions.....	XI
Avant-propos.....	XIII
Structure du manuel.....	XV
Chapitre 1 INTRODUCTION.....	1-1
1.1 L'automatisation dans le domaine de la conception de procédures.....	1-1
1.2 Le besoin de valider les outils de conception de procédures.....	1-1
1.3 Application du manuel.....	1-1
Chapitre 2. PORTÉE.....	2-1
2.1 But du manuel.....	2-1
2.2 Validation fonctionnelle.....	2-1
2.3 Validation à l'égard de critères.....	2-1
2.4 Données aéronautiques et géographiques utilisées dans les outils de conception de procédures.....	2-2
2.5 Applicabilité de la validation à des outils de conception de procédures.....	2-2
2.6 Rapport de validation à l'égard de critères.....	2-3
2.7 Conditions de revalidation.....	2-3
2.8 Ambiguïtés dans les textes de référence.....	2-3
Chapitre 3. APERÇU DES OUTILS DE CONCEPTION DE PROCÉDURES.....	3-1
3.1 Principales fonctions des outils de conception de procédures.....	3-1
3.2 Les deux principaux types d'outils de conception de procédures.....	3-3
Chapitre 4. MISE EN ŒUVRE D'UN PROGRAMME DE VALIDATION.....	4-1
4.1 Préparation.....	4-1
4.2 Portée de la validation du logiciel.....	4-1
4.3 Tests nécessaires sur les outils.....	4-1
4.4 Méthodologie de validation.....	4-2
4.5 Documentation de validation.....	4-2
Chapitre 5. ENVIRONNEMENT DE LA CONCEPTION DE PROCÉDURES.....	5-1
5.1 Documentation d'outil.....	5-1
5.2 Informations géographiques.....	5-1
5.3 Calculs WGS-84.....	5-1
5.4 Déclinaison magnétique.....	5-2

Chapitre 6. ENTRÉES DANS LES OUTILS	6-1
6.1 Intégration et actualisations des données aéronautiques	6-1
6.2 Validation de l'entrée de données de terrain.....	6-2
Chapitre 7. FONCTIONS DE CONCEPTION DE PROCÉDURES	7-1
7.1 Considérations sur les unités et les façons d'arrondir.....	7-1
7.2 Validation des paramètres et données de base.....	7-2
7.3 Validation de l'élément de base	7-2
7.4 Validation de modélisation de critères	7-3
7.5 Application de la validation de modélisation de critères à la conception et à des configurations (conventionnelles/RNAV).....	7-4
7.6 Application de la validation de modélisation standard pour les calculs.....	7-41
7.7 Cas particuliers	7-42
Appendice A. Transformations/conversions géographiques	App A-1
Appendice B. Calculs WGS-84	App B-1
Appendice C. Paramètres et données de base	App C-1
C-1 Données brutes et valeurs de référence pour les calculs de conception de procédures	App C-1
C-2 Valeurs de MOC	App C-2
Appendice D. Validation d'éléments de base	App D-1
D-1 Construction de repères et points de cheminement (WP).....	App D-1
D-2 Exemples de résultats de calcul de la VV.....	App D-3
D-3 Construction de trajectoire nominale	App D-4
D-4 Évaluation d'obstacles dans les procédures de départ.....	App D-5
D-5 Construction de surfaces ILS/MLS	App D-5
D-6 Évaluation d'obstacles dans les approches ILS/MLS	App D-6
D-7 Évaluation d'obstacles dans les approches RADAR.....	App D-6
D-8 Approche en ligne directe	App D-7
D-9 Ajustement d'OCH	App D-7
D-10 Pente et vitesse verticale de descente	App D-7
Appendice E. Exemple de documentation de validation	App E-1
Formulaire de retour d'information	Q-1

ABRÉVIATIONS

AIXM	Modèle d'échange d'informations aéronautiques (<i>aeronautical information exchange model</i>)
ARP	Point de référence d'aérodrome (<i>aerodrome reference point</i>)
ATS	Services de la circulation aérienne (<i>air traffic services</i>)
ATT	Tolérance d'écart longitudinal (<i>along-track tolerance</i>)
CAO	Conception assistée par ordinateur (<i>computer-aided design (CAD)</i>)
CMMI	Intégration de modèle de maturité de capacité (<i>capability maturity model integration</i>)
CRM	Modèle de risque de collision (<i>collision risk model</i>)
CTR	Zone de contrôle (<i>control zone</i>)
DAFIF	Fichiers numériques d'informations aéronautiques (<i>digital aeronautical flight information files</i>)
DME	Dispositif de mesure de distance (<i>distance measurement equipment</i>)
DTM	Modèle numérique de terrain (<i>digital terrain model</i>)
eTOD	Données numériques de terrain et d'obstacles (<i>electronic terrain and obstacle data</i>)
FTA	Aire de tolérance de repère (<i>fix tolerance area</i>)
GIS	Système d'informations géographiques (<i>geographic information system</i>)
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
ILS	Système d'atterrissage aux instruments (<i>instrument landing system</i>)
ISA	Atmosphère type internationale (<i>international standard atmosphere</i>)
LOC	Radiophare d'alignement de piste (<i>localizer</i>)
MOC	Marge minimale de franchissement d'obstacles (<i>minimum obstacle clearance</i>)
MOCA	Altitude minimale de franchissement d'obstacles (<i>minimum obstacle clearance altitude</i>)
MSA	Altitude minimale de secteur (<i>minimum sector altitude</i>)
NDB	Radiophare non directionnel (<i>non-directional radio beacon</i>)
NPA	Approche de non-précision (dite « classique ») (<i>non-precision approach</i>)
OAS	Surface d'évaluation d'obstacles (<i>obstacle assessment surface</i>)
OCA/H	Altitude/hauteur de franchissement d'obstacles (<i>obstacle clearance altitude/height</i>)
OLS	Surfaces de limitation d'obstacles (<i>obstacle limitation surfaces</i>)
PDG	Pente de calcul de procédure (<i>procedure design gradient</i>)
RNAV	Navigaton de type surface (<i>area navigation</i>)
SI	Système international d'unités (<i>international system of units</i>)
TACAN	Système de navigation aérienne tactique UHF ((<i>UHF</i>) tactical air navigation aid)
TMA	Région terminale (<i>terminal area</i>)
UTM	Mercator transversale universelle (<i>universal transverse mercator</i>)
VI	Vitesse indiquée (<i>indicated air speed (IAS)</i>)
VOR	Radiophare omnidirectionnel VHF (<i>VHF omnidirectional radio range</i>)
VV	Vitesse vraie (<i>true airspeed (TAS)</i>)
WGS-84	Système géodésique mondial — 1984 (<i>World Geodesic System — 1984</i>)
WP	Point de cheminement (<i>waypoint</i>)
XTT	Tolérance d'écart latéral (<i>cross-track tolerance</i>)

DÉFINITIONS

Acceptation. Le fait d'accepter avec approbation formelle (réception favorable).

Automatisation. Fonctionnement ou commande automatique d'un équipement, d'un processus ou d'un système.

Élément de base. Objet au niveau le plus bas identifié à l'intérieur d'une fonction particulière.

Environnement logiciel. Logiciel utilisé à l'appui d'un outil automatisé, par exemple système d'exploitation ou système de gestion de base de données.

Fonction de conception de procédures. Élément d'un logiciel de conception de procédures qui exécute une tâche prédéfinie et fournit des extraits au concepteur de procédures.

Modélisation de critères. Description schématique de critères qui rend compte de leurs propriétés et peut être utilisée pour complément d'étude ou application de leurs caractéristiques.

Note.— Il faut que la description d'une fonction de conception de procédures inclue toutes les entrées requises (valeurs, format, etc.) et une description exhaustive des extraits attendus. Par exemple, les extraits peuvent inclure :

- *des résultats de divers calculs (largeur d'aire, MOCA, etc.) ;*
- *des résultats de vérifications de cohérence des intrants avec la réglementation applicable ;*
- *un dessin d'aire de protection.*

Outil de conception de procédures. Système automatisé qui fournit des calculs et/ou conceptions et configurations dans le domaine de la conception de procédures.

Paramètre de base. Paramètre ou constante de référence défini dans les critères applicables pour des calculs de conception de procédures.

Test. Base d'évaluation critique.

Validation. Confirmation, grâce à des preuves objectives, que les conditions d'une utilisation ou application particulière souhaitée ont été remplies (voir Annexe 15 — *Services d'information aéronautique*). Activité par laquelle un élément de données est vérifié comme ayant une valeur qui est tout à fait applicable à l'identité donnée à l'élément de base ou à une série d'éléments de données qui est vérifiée comme étant acceptable à cet effet.

Validation de logiciel. Constatation, obtenue par une série de tests, de la conformité d'un système automatisé avec les normes applicables.

Validation fonctionnelle. Confirmation de la mise en œuvre correcte de fonctions d'automatisation et de la conformité de l'interface humain-machine avec les besoins de l'utilisateur.

Validation par référence à des critères. Conformation, par une série de tests, de la conformité des résultats par rapport aux critères applicables.

Vérification. Confirmation, grâce à des preuves objectives, que des conditions spécifiées ont été remplies (voir Annexe 15).
Activité par laquelle la valeur présente d'un élément de données est vérifiée par rapport à la valeur initialement fournie.

AVANT-PROPOS

L'avant-propos des *Procédures pour les services de navigation aérienne — Exploitation technique des aéronefs* (PANS-OPS, Doc 8168), Volume II, indique que « la responsabilité de la mise en application des procédures incombe aux États contractants ». Cela sous-entend que les autorités de l'État ont la responsabilité ultime à l'égard des procédures publiées dans leur territoire.

Le processus de conception de procédures peut être effectué par les États eux-mêmes ou par délégation à des tiers tels que des fournisseurs de services de la circulation aérienne (ATS), des sociétés privées ou un autre État.

Si l'automatisation est utilisée dans le processus de conception de procédures, les États doivent veiller à ce que les fonctions d'automatisation étaient validées pour assurer la conformité des résultats finals avec les critères applicables.

La mise en œuvre de la validation peut être effectuée par les États eux-mêmes ou par délégation à tout tiers reconnu (par exemple un autre État, un fournisseur d'ATS ou une société privée).

Le présent manuel est composé de textes d'orientation ; il constitue un moyen, mais pas le seul moyen, de valider les fonctions des outils de conception de procédures. Un des autres moyens est un système logiciel d'assurance de la sécurité, dans le cadre d'un système de gestion de la sécurité (comprenant des conditions de niveau d'assurance du logiciel, des assurances de vérification du logiciel, des assurances de gestion de configuration du logiciel, des assurances de localisation des spécifications du logiciel, l'assurance de validité des spécifications du logiciel).

Note.— Le manuel peut aussi être utile aux sociétés qui élaborent des logiciels et qui souhaiteraient démontrer la conformité avec les critères applicables. Il peut aussi intéresser toutes personnes ou organisations travaillant dans le domaine de la conception de procédures.

Le présent manuel a été élaboré avec une participation active de représentants de l'industrie des logiciels de conception de procédures. Il faut reconnaître qu'il existe d'autres documents de validation de logiciels qui ne s'appliquent pas précisément au domaine de la conception de procédures de vol, par exemple ceux qui sont définis par IEEE, CMMI, Eurocontrol et RTCA.

Les États et les missions du service extérieur de la Coopération technique de l'OACI sont invités à communiquer des observations sur le présent manuel, particulièrement en ce qui concerne son application, son utilité et sa portée. Ces observations seront prises en compte lors de la préparation de futures éditions. Prière d'adresser les observations relatives au présent manuel à l'adresse suivante :

Le Secrétaire général
Organisation de l'aviation civile internationale
999, rue University
Montréal (Québec) H3C 5H7
Canada

STRUCTURE DU MANUEL

Le présent manuel est organisé de la façon suivante :

Le *Chapitre 1 — Introduction* explique les raisons de l'automatisation dans le domaine de la conception de procédures ainsi que la nécessité de valider les outils de conception de procédures. Il expose les grands principes concernant le champ d'application du manuel.

Le *Chapitre 2 — Portée* expose le but du manuel et examine les différents types de validation et leur applicabilité aux outils de conception de procédures. Ce chapitre inclut les conditions de compte rendu de la validation et le processus itératif de validation, ainsi que des indications sur la façon de signaler les discordances dans les PANS-OPS.

Le *Chapitre 3 — Aperçu des outils de conception de procédures* donne des renseignements généraux sur les outils, leurs principales fonctions et les grands types d'outils existants.

Le *Chapitre 4 — Mise en œuvre d'un programme de validation* donne des indications pratiques sur la préparation et l'exécution d'un programme de validation appliqué à des outils de conception de procédures.

Le *Chapitre 5 — Environnement de la conception de procédures* expose les conditions générales de documentation des outils, de gestion des informations géographiques et des calculs WGS-84.

Le *Chapitre 6 — Entrées dans les outils* expose les conditions d'entrée et d'actualisation des données aéronautiques et de terrain.

Le *Chapitre 7 — Fonctions de conception de procédures* est la partie principale du manuel. Il comprend quatre grandes parties : considérations sur les unités et les façons d'arrondir, validation des paramètres de base, validation des éléments de base et modélisation de validation de critères.

Conventions de rédaction

Les conventions de rédaction ci-après sont utilisées dans le présent manuel :

- « doit » ou « doivent » indique l'énoncé d'une spécification, dont l'application est requise pour réaliser la mise en œuvre de la spécification ;
- « devrait » ou « devraient » indique une recommandation ou la meilleure pratique ;
- « peut » ou « peuvent » indique un élément facultatif.

Chapitre 1

INTRODUCTION

1.1 L'AUTOMATISATION DANS LE DOMAINE DE LA CONCEPTION DE PROCÉDURES

1.1.1 Grâce aux progrès récents dans les techniques d'informatique, des outils de conception de procédures sont de plus en plus utilisés par les concepteurs qui cherchent à rehausser l'intégrité et le contrôle de la qualité dans le domaine de la conception de procédures.

1.1.2 Le terme « outil de conception de procédures » représente tout système d'automatisation numérique qui fournit des calculs et/ou des conceptions et des configurations dans le domaine de la conception de procédures. Cela recouvre des produits qui vont de formules automatisées incluses dans des chiffriers jusqu'à des logiciels dédiés.

1.1.3 Les outils de conception de procédures servent à faciliter la conception de procédures conventionnelles et/ou de navigation de type surface (RNAV) pour les phases départ, en route, arrivée, terminale et/ou approche, à travers une série de fonctions intégrées et dédiées. Ils aident dans le travail de conception grâce à un certain niveau d'automatisation dans les calculs et la création de configurations de procédures, en conformité avec les critères applicables. De plus, l'automatisation dans les calculs contribue à améliorer l'intégrité des données.

1.1.4 Les outils de conception de procédures comprennent des dispositifs qui facilitent le travail du concepteur durant le processus de conception de procédures, depuis la gestion des données jusqu'à l'aboutissement (préparation de la publication).

1.1.5 L'emploi de l'automatisation ne doit pas remplacer les connaissances spécialisées du concepteur de procédures.

1.2 LE BESOIN DE VALIDER LES OUTILS DE CONCEPTION DE PROCÉDURES

1.2.1 Alors que des outils de conception de procédures sont de plus en plus disponibles à l'usage des concepteurs et leur permettent d'économiser beaucoup de temps dans la création de conceptions, ainsi que d'améliorer la conformité dans le travail collaboratif, ils risquent d'être trompeurs s'ils contiennent des erreurs ou si la conformité avec les critères de conception de procédures n'est pas garantie dans toutes les fonctions que fournissent ces outils. Ainsi, il est vraiment nécessaire de définir un processus de validation des outils de conception de procédures. De plus, la validation est un moyen de donner aux utilisateurs davantage de confiance en l'outil.

1.2.2 Il est recommandé que l'organisme de conception de procédures, qui utilise un outil, aussi bien que le créateur/fournisseur du logiciel de conception de procédures participent à sa validation.

1.3 APPLICATION DU MANUEL

1.3.1 Le présent manuel est fondé sur les critères définis par l'OACI, particulièrement ceux qui figurent dans les *Procédures pour les services de navigation aérienne — Exploitation technique des aéronefs* (PANS-OPS, Doc 8168).

Note.— La version des PANS-OPS à laquelle le présent manuel se rapporte est la cinquième édition, Volumes I et II.

1.3.2 Les amendements aux critères de référence doivent se répercuter dès que possible dans les outils logiciels.

1.3.3 Les lignes directrices données dans le présent manuel constituent un cadre qui peut être adapté à d'autres critères (par exemple critères nationaux), comme il convient.

Chapitre 2

PORTÉE

2.1 BUT DU MANUEL

2.1.1 Le manuel a pour but de donner des lignes directrices pour la validation des outils de conception de procédures en conformité avec les critères.

Note.— La validation est une constatation que les normes découlant d'une série de tests ont été respectées, et cela ne comporte pas la remise d'un certificat. Une validation d'outils de conception de procédures veut dire que la conformité avec les normes est reconnue pour la plupart des cas notables d'utilisation de l'outil. Une validation présuppose l'existence de normes applicables et d'une méthodologie (orientations et tests prédéfinis). La validation peut se situer après l'élaboration, avec utilisation de produits « tout prêts ».

2.1.2 La portée du présent manuel **exclut** la certification d'outils de conception de procédures.

Note.— La certification est définie comme une constatation officielle que les normes découlant d'une procédure donnée (procédure de certification) ont été respectées, et comporte la remise d'un certificat de conformité. À ce titre, une certification d'outil de conception de procédures sous-entend que l'outil est en conformité avec les normes applicables dans toutes les études qui peuvent être menées avec cet outil. La certification présuppose l'existence de normes applicables et d'une procédure de certification. De plus, la certification doit recouvrir l'outil dans sa totalité, y compris la phase d'élaboration du logiciel (avec une approche du genre DO-278B) et doit être instaurée à partir de l'élaboration initiale (génération d'algorithme) de l'outil.

2.2 VALIDATION FONCTIONNELLE

2.2.1 La validation fonctionnelle consiste à confirmer que les fonctions d'automatisation de l'outil ont été correctement mises en œuvre (par exemple lorsqu'une rubrique est choisie dans un menu, la rubrique apparaît) et que l'interface humain-machine répond aux besoins de l'utilisateur. Ainsi, ce genre de validation dépend des besoins de l'utilisateur et peut s'effectuer au cours de la phase d'acceptation par les utilisateurs ultimes. De plus, la validation fonctionnelle ne se rapporte pas aux critères de conception de procédures, mais plutôt à des spécifications générales (interface et ergonomie, spécifications générales d'outil informatisé, etc.).

2.2.2 La validation fonctionnelle sort de la portée du présent manuel. Toutefois, elle peut être envisagée par des utilisateurs en sus des lignes directrices données dans le présent manuel.

2.3 VALIDATION À L'ÉGARD DE CRITÈRES

2.3.1 La validation à l'égard de critères consiste en une vérification de conformité sur les résultats obtenus dans une série de tests de l'outil selon les critères applicables. Les tests effectués doivent recouvrir toutes les fonctions pertinentes de l'outil (y compris fonctions générales et certaines fonctions d'entrée/de sortie). Ces tests devraient inclure la comparaison entre les résultats obtenus avec l'outil et les résultats obtenus manuellement ou avec un outil indépendant antérieurement validé. Ces tests doivent être effectués selon une liste et des orientations prédéfinies.

2.3.2 La série de tests recommandée dans le présent manuel devrait être considérée comme un minimum et la validation elle-même peut inclure des tests additionnels s'il y a lieu.

2.4 DONNÉES AÉRONAUTIQUES ET GÉOGRAPHIQUES UTILISÉES DANS LES OUTILS DE CONCEPTION DE PROCÉDURES

2.4.1 La qualité du travail du concepteur de procédures dépend beaucoup de la qualité des informations qu'il utilise. Depuis l'avènement de l'automatisation, les informations sont aujourd'hui généralement stockées dans des bases de données, dans le cas des données aéronautiques aussi bien que des données géographiques.

2.4.2 Quelle que soit la qualité des données (cela sort de la portée du présent manuel), les méthodes employées pour intégrer et actualiser les données constituent un élément critique dans l'exactitude des résultats calculés par les outils. C'est pourquoi des indications sur la validation des entrées et actualisations de données sont incluses dans le présent document.

2.4.3 Le traitement des données aéronautiques (par exemple calculs géodésiques WGS-84, transformation entre systèmes de référence et systèmes basés sur projections) peut être d'une importance cruciale pour la validité de la conception de procédures. Des indications au sujet de ces processus sont incluses dans le présent manuel.

2.4.4 Pour ce qui est des données géographiques, certains outils de conception de procédures utilisent des données de terrain (modèles de terrain numérisés, réseaux irréguliers triangulaires, etc.) à des fins d'affichage, alors que d'autres les utilisent pour effectuer des calculs internes et pour générer des configurations de procédures. La validation de l'emploi de données de terrain concerne seulement les outils qui utilisent les données pour des calculs. La validation de l'emploi de données géographiques aux seules fins d'affichage sort de la portée du présent manuel.

2.4.5 Il a été constaté que certaines discordances concernant l'entrée correcte de données de terrain (en termes de cohérence de références géographiques) risquent de ne pas être décelées par des concepteurs de procédures, mais qu'elles se produisent dans la réalité et pourraient introduire de grands écarts dans les résultats finaux lorsque ces données sont utilisées dans les calculs. Vu les conséquences potentielles de pareilles erreurs et la difficulté de les déceler, il faut être méticuleux en validant l'intégration de données de terrain dans les outils de conception de procédures, toutes les fois qu'elles sont utilisées dans les calculs.

2.5 APPLICABILITÉ DE LA VALIDATION À DES OUTILS DE CONCEPTION DE PROCÉDURES

2.5.1 Le présent manuel de validation peut être applicable à des fonctions individuelles d'un outil donné, ou à la totalité de l'outil. Il faut reconnaître que tel ou tel outil n'inclura pas nécessairement toutes les fonctions de conception de procédures et que par conséquent certains éléments de validation ne seront peut-être pas applicables à tous les outils. Il faut aussi reconnaître que tel ou tel utilisateur n'aura peut-être pas besoin d'une fonction incluse dans un outil donné. L'applicabilité de chaque élément du manuel de validation devrait donc être déterminée au moment d'exécuter la validation.

2.5.2 La composition de la validation devrait inclure toutes les fonctions cruciales du processus de conception de procédures, mais certains éléments peuvent, au moins dans une première phase, être repris d'autres domaines (par exemple qualité des données aéronautiques reprises du domaine des services d'information aéronautique).

2.5.3 La validation d'un outil devrait s'effectuer pour un environnement logiciel donné (système d'exploitation, système d'informations géographiques (GIS) ou système de soutien de conception assistée par ordinateur (CAO), système de gestion de base de données, etc.). En cas de changement de cet environnement, il pourra être nécessaire d'effectuer une nouvelle validation (voir 2.7.3).

2.6 RAPPORT DE VALIDATION À L'ÉGARD DE CRITÈRES

2.6.1 Le processus de validation doit être transcrit dans un rapport indiquant clairement les critères qui ont été pris en référence (avec dates et mention du dernier amendement pris en compte) et le champ d'application de l'outil logiciel à l'égard de ces critères.

2.6.2 Le rapport doit mentionner précisément tous les éléments qui ont été testés (avec résultats détaillés) et les éléments qui ont été exclus du processus de validation. Toute limitation dans une fonction donnée (par exemple restriction d'altitude pour circuits d'attente) doit être inscrite.

2.6.3 Le rapport de validation doit mentionner les caractéristiques des tests (dates, noms des personnes qui ont effectué les tests, etc.). La version de l'outil, de l'environnement logiciel (GIS, CAO, système de gestion de base de données, etc.) et du système d'exploitation qui ont été utilisés doit être inscrite dans le rapport.

2.6.4 Les notes et observations des utilisateurs ultimes au sujet de la conformité avec les critères devraient être inscrites dans le rapport de validation.

2.6.5 Un modèle de rapport de validation est donné dans l'Appendice E.

2.7 CONDITIONS DE REVALIDATION

2.7.1 Toutes les fois que les critères applicables de conception de procédures sont actualisés, l'impact sur l'outil de conception de procédures doit être identifié par le créateur/fournisseur du logiciel de conception de procédures et être évalué. Si les changements ont un impact sur des fonctions de l'outil de conception de procédures, les fonctions correspondantes de l'outil doivent être revalidées.

2.7.2 Toutes les fois qu'une nouvelle version de l'outil logiciel est livrée, les changements par rapport à la version précédente doivent être identifiés et leurs conséquences doivent être évaluées. Si la nouvelle version inclut de nouvelles fonctions ou des amendements de fonctions précédentes, l'outil doit être revalidé.

2.7.3 À mesure de l'évolution de l'environnement informatique du logiciel (système d'exploitation, GIS ou système d'appui de CAO, système de gestion de base de données, etc.), les conséquences sur l'outil doivent autant que possible (*) être identifiées et évaluées. Si cela est jugé nécessaire, une revalidation totale ou partielle devrait alors être effectuée.

() Il faut reconnaître que certaines actualisations ne seront pas nécessairement documentées ou notifiées. En pareil cas, l'identification et l'évaluation des conséquences ne seront peut-être pas possibles.*

2.8 AMBIGUÏTÉS DANS LES TEXTES DE RÉFÉRENCE

2.8.1 Il faut reconnaître que le processus de validation pourra faire ressortir des ambiguïtés dans les actuelles PANS-OPS.

2.8.2 Tout problème constaté au cours du processus de validation et apparemment dû à des ambiguïtés dans les PANS-OPS devrait être signalé à l'OACI pour être pris en compte dans tout le processus approprié.

Chapitre 3

APERÇU DES OUTILS DE CONCEPTION DE PROCÉDURES

3.1 PRINCIPALES FONCTIONS DES OUTILS DE CONCEPTION DE PROCÉDURES

Introduction

3.1.1 Les outils de conception de procédures procurent aux utilisateurs des fonctions qui peuvent se répartir en trois grandes catégories : environnement de la conception, entrées et sorties, conception effective de procédures.

Environnement de la conception

3.1.2 La catégorie « environnement de la conception » correspond à toute la série d'aspects généraux que le concepteur de procédures doit prendre en compte durant la conception, mais qui ne sont pas particulièrement en relation avec des critères standard.

3.1.3 Ceci comprend les aspects suivants :

- informations géographiques : intégration du système de référence des coordonnées, calculs WGS-84, conversion entre différents systèmes de référence, projections cartographiques, etc. ;
- outils graphiques : création et gestion d'objets graphiques (segments, courbes, textes, etc.), affichage bidimensionnel ou tridimensionnel d'informations géographiques ;
- textes de référence : accès direct aux critères de référence et à la documentation utilisée pour la conception ;
- inscription et archivage du travail du concepteur pour études ultérieures ;
- rapports d'études de conception de procédures.

3.1.4 La mise en œuvre correcte des fonctions environnementales contribue au fonctionnement correct des outils. Ainsi, la validation de ces fonctions est nécessaire et elle est incluse dans le présent manuel.

3.1.5 Il convient de noter que ces fonctions proviennent généralement de systèmes validés tels que GIS pour informations géographiques, systèmes de CAO pour outils graphiques, copies numériques de textes de référence sur papier et fonctions générales d'automatisation pour l'inscription et l'archivage.

Entrées et sorties des outils

3.1.6 Les entrées et sorties des outils correspondent à l'intégration et à la livraison de données et informations numériques à destination et en provenance des outils logiciels. Ces fonctions comprennent la gestion du format de données d'entrée et de sortie pour certaines des données aéronautiques et de terrain que les concepteurs utilisent [obstacles de modélisation de risques de collision (CRM), AIXM, ARINC 424, DAFIF].

3.1.7 La fonction d'entrée correspond aux capacités d'intégration des informations et/ou données utiles pour la conception de procédures. Elle recouvre l'acquisition initiale des informations/données et les processus d'actualisation.

3.1.8 Ceci inclut les éléments suivants :

- intégration de données de trame : topogrammes binaires, images, modèles numériques de terrain (DTM), etc. ;
- intégration de dossiers de vecteurs : DTM de vecteurs, données topographiques, etc. ;
- intégration, gestion et actualisation d'informations aéronautiques : aides de navigation, aérodromes, obstacles, espace aérien, etc.

3.1.9 L'entrée de données dans un outil de conception de procédures peut s'effectuer soit par chargement automatique à partir d'une base données, soit par saisie manuelle de données. Dans les deux cas, il est extrêmement important de veiller à ce que l'intégrité des données importées dans l'outil corresponde aux conditions fixées pour les données dans les normes de l'OACI applicables (Annexe 11 — *Services de la circulation aérienne* et Annexe 14 — *Aérodromes*).

3.1.10 Les fonctions d'entrée sont d'une importance capitale pour le fonctionnement correct des outils logiciels. Par exemple, si les actualisations de la base de données aéronautiques ne sont pas correctement traitées, les résultats peuvent être erronés à cause de l'emploi d'informations brutes périmées. C'est pourquoi le manuel de validation traite des fonctions d'entrée.

3.1.11 Les fonctions de sortie permettent aux concepteurs de procédures d'obtenir certains résultats de sortie (configurations ou fichiers) de la conception : affichages de configurations ; fichiers de résultats de calculs ; codage de conceptions de procédures selon divers formats (par exemple ARINC 424). Elles comprennent les fonctions suivantes :

- affichage bidimensionnel ou tridimensionnel de configurations de conceptions de procédures ;
- fichier de sortie comprenant tous les résultats de calculs ;
- représentation graphique des procédures (depuis le mode de conception jusqu'à une carte aéronautique) ;
- codage de procédures (ARINC 424, AIXM, etc.).

3.1.12 Le manuel de validation considère les sorties comme faisant partie des résultats produits par les outils de conception de procédures. Toutefois, la conformité de la représentation graphique des procédures avec les normes applicables (telles que les définit l'Annexe 4 — *Cartes aéronautiques*) sort de la portée du présent manuel.

Conception de procédures

3.1.13 La catégorie « conception de procédures » correspond au cœur même du processus de conception : conformité avec les critères de référence, configurations de procédures (avec gabarits d'aires de protection) et calculs de procédures. Les fonctions disponibles dépendront du type d'outil (voir section 3.2).

3.1.14 Ceci inclut les aspects suivants :

- intégration de paramètres OACI pour les calculs ;
- modélisation des critères pris en compte (s'il y a lieu) : application d'algorithmes de critères, vérifications de conformité, informations pour l'utilisateur en cas de non-conformité (messages d'avertissement ou

d'erreur). Dans certains outils, la modélisation ne sera pas nécessairement incluse ou ne sera que partiellement incluse, et en pareil cas les algorithmes sont remplacés par des outils de dessin avec vérifications de cohérence ;

- configurations de procédures RNAV/conventionnelles, en route/terminales/d'approche, avec aires de protection, pour tous les éléments des procédures :
 - circuits d'attente
 - inversions
 - arrivées et départs
 - segments initiaux, intermédiaires et finaux
 - approche de précision
 - approche interrompue
 - liaisons entre segments
 - approche indirecte
 - routes sur radiophare omnidirectionnel VHF/radiophare non-directionnel (VOR/NDB) ;
- calculs de procédures RNAV/conventionnelles, en route/terminales/d'approche :
 - altitude/hauteur de franchissement d'obstacles (OCA/H)
 - pente de calcul de procédure
 - pente de descente ou vitesse verticale de descente
 - altitudes minimales de sécurité — altitude de procédure
 - autres paramètres incluant vitesse indiquée (VI), début et fin d'altitude du segment, angle d'inclinaison latérale, etc. ;
- calculs de CRM ;
- calculs de surfaces de l'Annexe 14 (surfaces de limitation d'obstacles), dessins et évaluations concernant les obstacles et le terrain.

3.1.15 La mise en œuvre correcte des fonctions de conception est la partie essentielle à vérifier dans le processus de validation. La difficulté réside dans le fait que le degré d'automatisation de ce type de fonction peut beaucoup varier d'un outil à un autre.

3.2 LES DEUX PRINCIPAUX TYPES D'OUTILS DE CONCEPTION DE PROCÉDURES

3.2.1 Quelles que soient les diverses fonctions d'outils de conception de procédures (voir section 3.1), on peut définir deux types principaux d'outils de conception de procédures : les outils auxiliaires et les outils experts.

Outils auxiliaires

3.2.2 Dans cette catégorie, le niveau d'automatisation n'est pas exhaustif et il y a un nombre limité de restrictions liées aux critères applicables, mais l'utilisateur bénéficie de fonctions d'aide qui contribuent, pourvu que les connaissances et les aptitudes techniques du concepteur soient suffisantes, à l'efficacité du travail en termes de qualité et de temps.

3.2.3 Néanmoins, certaines vérifications de compatibilité pour la conformité avec les règles générales (longueur maximale des segments, alignement du segment final d'approche par rapport à la piste, etc.) sont généralement incluses dans l'outil logiciel.

3.2.4 Étant donné que les outils logiciels de cette catégorie s'appuient essentiellement sur les aptitudes techniques du concepteur, le paramètre du processus de validation qui leur est applicable pourrait être moins large. Toutefois, il reste nécessaire de valider afin d'assurer que les conceptions ne se situent pas hors des critères à cause d'une application incorrecte de règles générales (voir plus haut) ou en raison de problèmes liés à l'environnement de l'outil et aux fonctions d'entrée/de sortie (gestion des informations géographiques, intégration des données aéronautiques et géographiques, etc.).

Outils experts

3.2.5 Dans cette catégorie le niveau d'automatisation est élevé. L'objectif est une conformité optimale avec les critères pris en compte, et l'application effective dans le logiciel de la plupart des critères à travers une modélisation des critères suivie de création d'algorithme.

3.2.6 La vaste gamme de vérifications intégrées fournit à l'utilisateur des informations sur la stricte conformité avec les critères, mais aussi procure des moyens d'outrepasser certains critères (via des dispenses).

3.2.7 Étant donné que les outils logiciels de cette catégorie incluent la modélisation poussée de certains critères, le processus de validation qui leur est appliqué est d'une importance capitale, car il serait possible qu'une erreur ne soit pas décelée même par des concepteurs de procédures très qualifiés.

Chapitre 4

MISE EN ŒUVRE D'UN PROGRAMME DE VALIDATION

Le présent chapitre donne des indications pratiques pour la préparation et l'exécution d'un programme de validation appliqué à des outils de conception de procédures. Il est applicable à la validation initiale aussi bien qu'à la revalidation dans le cas de nouvelles fonctions et/ou d'actualisation de l'outil de conception de procédures et/ou de l'environnement du système.

4.1 PRÉPARATION

4.1.1 La validation de l'outil de conception de procédures demande du temps et un travail assidu. Il faut la préparer assez tôt pour assurer une bonne mise en œuvre.

4.1.2 À cet effet, il est recommandé d'élaborer un plan de travail définissant :

- l'étendue de la validation de logiciel ;
- l'échéancier de l'objectif global ;
- les ressources disponibles ;
- l'équipe de validation pour le processus de validation, y compris les connaissances spécialisées selon l'étendue de la validation ;
- les tâches à exécuter ;
- les rôles et responsabilités de chaque membre de l'équipe pour chaque tâche ;
- un programme de travail détaillé, sujet à confirmation (rubriques et échéancier du travail).

4.2 PORTÉE DE LA VALIDATION DU LOGICIEL

4.2.1 La portée de la validation du logiciel correspond au programme de travail global relatif à la validation de l'outil de conception de procédures et elle doit être basée sur l'étendue des fonctions de l'outil de conception de procédures dont il s'agit (voir 2.5.1).

4.2.2 Il faut définir la portée de la validation du logiciel afin que la validation corresponde bien à l'outil de conception de procédures qui est effectivement soumis à la validation.

4.3 TESTS NÉCESSAIRES SUR LES OUTILS

4.3.1 La mise en œuvre de la validation inclut une série de tests à effectuer selon la portée de la validation.

4.3.2 Avant toute tâche de validation, il faut que le créateur du logiciel de conception de procédures confirme que l'installation et la configuration du matériel et du logiciel sont conformes aux spécifications de matériel et de logiciel.

4.3.3 La validation devrait prendre en compte les tests que le créateur du logiciel de conception de procédures peut avoir effectué. Autant que possible, toutes évaluations précédemment effectuées par le créateur du logiciel devraient être répétées sur le site de l'utilisateur. Le créateur du logiciel pourra éventuellement être en mesure de fournir à l'utilisateur certaines des données de tests à utiliser pour cela.

4.3.4 Les tests d'outils devraient suivre un plan écrit prédéfini avec un résumé formel des tests effectués et une inscription de l'acceptation formelle. Les tests devraient recouvrir toute la gamme de conditions d'exploitation afin que le système puisse se mesurer à une large gamme de conditions et d'événements (détection de toutes déficiences latentes non apparentes durant des activités plus normales).

4.3.5 Les essais d'outils devraient être effectués sur le site de l'utilisateur, au moins pour une partie du programme de validation. Les essais sur le site de l'utilisateur devraient être accomplis dans l'environnement de travail effectif qui fera partie de la configuration du système installé. Les essais devraient être accomplis avec utilisation de l'outil dans le contexte où il sera appelé à fonctionner. Durant les essais sur le site de l'utilisateur, des dossiers devraient être tenus tant sur la bonne performance du système que sur toutes défaillances du système qui seraient constatées. La révision du système pour compenser les déficiences décelées au cours des essais sur le site de l'utilisateur devrait observer les mêmes procédures et contrôles que dans le cas de tout autre changement d'outil de conception de procédures.

4.3.6 Il est indispensable de connaître la planification des tests, de définir les résultats attendus des tests et d'inscrire tous les résultats de tests. Un soutien du créateur/fournisseur du logiciel de conception de procédures serait profitable.

4.4 MÉTHODOLOGIE DE VALIDATION

La méthodologie de validation est présentée dans le Chapitre 7. Elle inclut la validation des paramètres de base et des éléments fondamentaux ainsi que la modélisation de validation des critères grâce à l'évaluation de méthodes et concepts, données d'entrée, données de sortie et vérifications graphiques.

4.5 DOCUMENTATION DE VALIDATION

4.5.1 Durant la mise en œuvre de la validation, une documentation détaillée des essais effectués devrait être réunie. Cette documentation devrait inclure l'historique des tests, y compris données d'entrée et résultats de tests. Un modèle de documentation de validation est donné dans l'Appendice E.

4.5.2 À des fins d'amélioration continue du logiciel, l'utilisateur est encouragé à mettre la documentation de validation à la disposition du créateur/fournisseur du logiciel de conception de procédures.

Chapitre 5

ENVIRONNEMENT DE LA CONCEPTION DE PROCÉDURES

5.1 DOCUMENTATION D'OUTIL

5.1.1 La documentation d'outil devrait être conforme aux textes et critères techniques de référence. La documentation d'outil qui est fournie doit être conforme aux fonctionnalités de l'outil.

5.1.2 La validation de la documentation d'outil doit être effectuée au moyen d'une revue en profondeur des critères de référence.

5.1.3 Une comparaison avec les critères applicables doit démontrer qu'il n'y a pas de discordance entre ces critères et la documentation d'outil. S'il y a des discordances, les résultats de la validation doivent décrire les différences et les raisons correspondantes, et il doit être démontré que les conséquences sur la conception de procédures sont acceptables.

5.2 INFORMATIONS GÉOGRAPHIQUES

5.2.1 La validation des informations géographiques vise à vérifier (s'il y a lieu) que les données géographiques sont correctement traitées dans l'outil. Selon l'OACI, toutes les coordonnées utilisées pour la navigation aérienne doivent être exprimées dans le Système géodésique mondial WGS-84 [pour plus de renseignements, voir le *Manuel du Système géodésique mondial — 1984 (WGS-84)* (Doc 9674 de l'OACI)].

5.2.2 Les paramètres des systèmes de référence géodésique et des projections géographiques doivent être conformes aux normes géographiques de référence.

5.2.3 Les paramètres de transformation entre différents systèmes de référence ou coordonnées basées sur des projections doivent aussi être vérifiés en regard de la documentation de référence. Une autre méthode possible pour vérifier que les transformations sont correctes consiste à comparer les coordonnées d'une série de points représentatifs connus dans deux systèmes de référence/systèmes de projection avec les coordonnées traitées par transformation effective dans l'outil. Ce processus devrait être exécuté pour tous les systèmes de référence et systèmes de projection qui sont utilisés dans la conception de procédures.

5.2.4 L'Appendice A présente des tables de transformations entre plusieurs systèmes courants de référence géodésique ainsi que des tables de conversion de coordonnées géographiques WGS-84 en coordonnées courantes basées sur des projections.

5.3 CALCULS WGS-84

5.3.1 La validité des calculs géodésiques WGS-84 effectués avec l'outil doit être évaluée (s'il y a lieu).

5.3.2 Les calculs géodésiques à prendre en compte comprennent au moins ce qui suit :

- coordonnées d'un point défini par azimuth et distance à partir d'un point connu ;

- azimut et distance géodésique entre deux points connus ;
- coordonnées d'un point défini par l'intersection de deux lignes géodésiques.

5.3.3 Le principal processus pour valider des résultats de calculs WGS-84 consiste à examiner un échantillon représentatif de calculs de différents genres (voir 5.3.2). Les résultats devraient alors soit être comparés aux résultats obtenus par levés sur le terrain ou validés par un institut géodésique officiel, soit comparés aux résultats donnés par un calculateur géodésique qui a été antérieurement validé.

5.3.4 L'Appendice B présente des tableaux de calculs géodésiques et de résultats pour un échantillon de données d'entrée et de fonctions qui peuvent être utilisées pour des compléments de validation.

5.4 DÉCLINAISON MAGNÉTIQUE

5.4.1 La validité du modèle magnétique utilisé dans l'outil doit être évaluée (s'il y a lieu).

5.4.2 La validation du modèle magnétique devrait être basée sur l'évaluation de valeurs magnétiques dans un échantillon représentatif d'emplacements précis (coordonnées) à des dates données. Les résultats devraient alors être comparés soit à des valeurs obtenues de différentes sources (par exemple modèle national ou informations cartographiques), soit aux résultats de levés sur le terrain.

Chapitre 6

ENTRÉES DANS LES OUTILS

6.1 INTÉGRATION ET ACTUALISATIONS DES DONNÉES AÉRONAUTIQUES

6.1.1 La validation de l'intégration et des actualisations des données aéronautiques sert à vérifier l'intégration correcte des éléments de données (et attributs correspondants) entre la base de données d'origine et l'outil lui-même.

6.1.2 Les données prises en compte pour l'intégration dans les outils de conception de procédures devraient inclure toutes les données qui peuvent être utilisées au cours du processus de conception de procédures, par exemple :

- aides à la navigation — les attributs incluent type, coordonnées et (si elle est utilisée par l'outil) la portée opérationnelle déclarée ;
- aides à l'atterrissage — les attributs incluent type et éléments [par exemple alignement de piste, alignement de descente, dispositif de mesure de distance (DME), etc.] avec leurs coordonnées respectives et (s'ils sont utilisés par l'outil) d'autres attributs (catégorie, angle, etc.) ;
- aérodromes — les attributs incluent nom et/ou indicateur d'emplacement, coordonnées du point de référence d'aérodrome (ARP), altitude de l'aérodrome et indicateurs de pistes ;
- caractéristiques de pistes — seuils, extrémités, etc., avec leurs coordonnées respectives ;
- obstacles — les attributs incluent coordonnées, altitude, hauteur (s'il y a lieu) ;
- caractéristiques de l'espace aérien — limites de zones réglementées, zone de contrôle, région terminale, région d'information de vol, etc., et attributs pertinents (par exemple descripteurs de géométrie) ;
- points de cheminement, intersections, repères, points de compte rendu — les attributs incluent nom, type et coordonnées.

6.1.3 Afin d'assurer que les données soient correctement intégrées dans les outils, il est recommandé que les métadonnées (données concernant la série de données dont il s'agit) associées à la base de données soient accessibles dans l'outil. Les métadonnées devraient inclure au moins les éléments suivants :

- source des données ;
- système de référence horizontale (par exemple WGS-84) ;
- référence verticale (par exemple niveau moyen de la mer) ;
- unités.

6.1.4 La validation de l'intégration des données doit être effectuée par l'intégration d'une série représentative des données initiales dans l'outil et une comparaison entre la série de données de l'outil et la série initiale de données. Des problèmes critiques qui peuvent entraîner une grande différence entre ces deux séries sont des différences entre

systèmes de référence ou coordonnées basées sur projection, la façon d'arrondir les valeurs numériques et des différences de systèmes d'unités.

6.1.5 La comparaison doit être effectuée pour chaque élément de données, soit d'une façon exhaustive soit d'une façon aléatoire représentative. Des fonctions telles que « imprimer le fichier » ou « journal » peuvent faciliter ce processus.

6.1.6 La validation du processus d'actualisation des données doit être exécutée d'une façon similaire, par comparaison de la série initiale actualisée et des données actualisées dans l'outil. Elle doit porter sur chaque élément de données. Il faut prendre soin de veiller à ce que le processus d'actualisation n'altère pas les données initiales, et donc la vérification de données non actualisées doit aussi être incluse dans le processus de comparaison.

6.1.7 Le présent manuel ne traite pas des effets de changements de données aéronautiques sur les résultats finaux obtenus à travers les diverses fonctions des outils.

6.2 VALIDATION DE L'ENTRÉE DE DONNÉES DE TERRAIN

6.2.1 Cette section traite de la validation de l'intégration de données de terrain, mais la validation effective des données de terrain sort de la portée du présent manuel.

6.2.2 La validation de l'intégration de données de terrain s'applique seulement aux outils dans lesquels des données de terrain sont utilisées dans le processus de calculs de conception de procédures (par exemple pour la détermination du point le plus critique dans une superficie donnée). (Voir aussi Chapitre 2, 2.4.4.)

6.2.3 Toutes les fois que des données de terrain sont utilisées pour des calculs dans un outil, les attributs ci-après doivent être déclarés : système de références horizontales et verticales ; exactitude horizontale et verticale ; résolution de la série de données de terrain. Des attributs facultatifs additionnels sont notamment la zone de couverture, la source des données et des marques de dateurs. Des renseignements additionnels au sujet des attributs de données de terrain sont donnés ci-dessous :

- le système de références horizontales/verticales est le jalon auquel se rapportent les positions horizontales/altitudes des points dans les données ;
- l'exactitude est le degré de conformité entre la valeur estimée ou mesurée et la valeur vraie ;
- la résolution des données de terrain est définie comme la distance angulaire ou linéaire moyenne entre deux points d'altitude adjacents ;
- la zone de couverture est un moyen d'expression de la limite des données de terrain ;
- la source des données est l'identificateur de l'origine des données ;
- les marques de dateurs sont des informations sur la date d'origine ou de modification des données.

6.2.4 La validation de l'intégration des données de terrain sert à vérifier que les données de terrain incluses dans l'outil ne diffèrent pas des données de terrain originales. La validation de l'intégration des données de terrain dans les outils de conception de procédures devrait être effectuée au moyen d'une comparaison des coordonnées tridimensionnelles fournies pour une série de points représentatifs dans l'outil avec celles qui sont fournies dans la série initiale de données de terrain via une autre méthode (par exemple comparaison des deux séries de données dans un GIS). Les problèmes cruciaux qui peuvent entraîner une grande différence entre les valeurs sont notamment des variations liées aux projections ou systèmes de référence et des changements dans la résolution des données de terrain.

6.2.5 L'affichage des séries de données de terrain qui ont été intégrées dans l'outil est un moyen additionnel de vérifier l'exactitude pertinente et la façon dont le logiciel gère les données, par exemple en comparant avec des cartes appropriées.

6.2.6 Il y a dans l'Annexe 15, Chapitre 10 (Données numériques de terrain et d'obstacles — eTOD) des normes et pratiques recommandées concernant les données électroniques de terrain et d'obstacles, ainsi que des indications générales qui peuvent être utiles dans le processus de validation.

6.2.7 En particulier, l'Annexe 15 précise que des séries de données électroniques de terrain et d'obstacles doivent être collectées et incorporées dans des bases de données conformément aux zones de couverture ci-après, et qu'elles doivent respecter les spécifications numériques de l'Appendice 8 de l'Annexe 15, Tableau A8-1, alors que les données d'obstacles doivent respecter les spécifications numériques de l'Appendice 8, Tableau A8-2.

- La *Zone 1 (tout le territoire d'un État)* recouvre la totalité du territoire d'un État, y compris aérodromes/hélistations.
- La *Zone 2 (région de contrôle terminale)* est la région de contrôle terminale telle qu'elle est publiée dans une publication d'information aéronautique (AIP) de l'État, ou limitée à un rayon de 45 km autour du point de référence d'aérodrome/hélistation (la plus petite des deux). Aux aérodromes/hélistations avec règles de vol aux instruments (IFR) où une région de contrôle terminale n'a pas été établie, la zone 2 est l'aire située à l'intérieur d'un rayon de 45 km autour du point de référence d'aérodrome/hélistation.
- Aux aérodromes/hélistations avec IFR, la *Zone 3 (zone d'aérodrome/hélistation)* est l'aire qui s'étend depuis le bord de la ou des pistes jusqu'à 90 m de l'axe de la ou des pistes, et dans toutes les autres parties de la ou des aires de mouvement d'aérodrome/hélistation jusqu'à 50 m du bord de la ou des aires définies.
- La *Zone 4 (aire pour exploitation en catégorie II ou III)* est limitée aux pistes où des approches de catégorie II ou III sont prévues et où les exploitants ont besoin d'informations détaillées de terrain pour pouvoir évaluer, au moyen de radioaltimètres, les effets du terrain sur la détermination de la hauteur de décision. Cette aire a une largeur de 60 m de part et d'autre du prolongement de l'axe de piste et une longueur de 900 m à partir du seuil de piste, mesurée le long du prolongement de l'axe de piste.

Notes :

- *Les dispositions du Chapitre 10 de l'Annexe 15 sont applicables depuis novembre 2008 pour les zones 1 et 4 et seront applicables à compter de novembre 2010 pour les zones 2 et 3.*
 - *Le Doc 9881 (Guidelines for Electronic Terrain, Obstacle and Aerodrome Mapping Information) fournit des textes d'orientation détaillés au sujet des données de terrain et d'obstacles.*
-

Chapitre 7

FONCTIONS DE CONCEPTION DE PROCÉDURES

Le présent chapitre donne des lignes directrices pour la validation des fonctions de conception de procédures propres à l'outil logiciel. Une fonction de conception de procédures est le processus que l'outil applique pour donner un résultat à partir d'une série particulière de données d'entrée.

Ce chapitre est divisé en quatre parties :

- Unités de mesure et façons d'arrondir.
- *Validation des paramètres de base.* Cette section et les appendices qui s'y rapportent traitent des constantes et paramètres de référence à utiliser dans les calculs de conception de procédures.
- *Validation de l'élément de base.* Cette section identifie les méthodes fondamentales de dessin et de calcul qui doivent être vérifiées avant la validation du résultat final et elle donne des exemples dans les appendices.
- *Validation de modélisation de critères.* Cette section propose une méthodologie pour la modélisation de la validation de critères au moyen d'une évaluation dans quatre domaines : méthodes et concepts ; données d'entrée ; données de sortie ; vérifications graphiques. Elle inclut les données d'entrée requises et les données de sortie attendues dans les fonctions de l'outil de conception de procédures, ainsi que quelques exemples de résultats graphiques, à titre illustratif.

7.1 CONSIDÉRATIONS SUR LES UNITÉS ET LES FAÇONS D'ARRONDIR

7.1.1 La plupart des outils logiciels peuvent effectuer les calculs dans tout système d'unités, mais de nombreux outils (et utilisateurs) dans le monde utilisent couramment des valeurs du Système international d'unités (SI) pour plus de commodité dans les calculs, et plus tard seulement ils convertissent en valeurs non-SI pour l'affichage des résultats. Toutefois, certains outils effectuent les calculs sur la base du système d'unités choisi par l'utilisateur. Différents outils traitent aussi certaines valeurs avec des degrés différents de précision et de résolution des données, et la façon d'arrondir les valeurs peut aussi être différente. En général, cependant, les outils de conception de procédures utilisent des valeurs et effectuent des calculs avec une meilleure précision que dans les calculs manuels.

7.1.2 Ainsi, dans le processus de validation, l'application de systèmes d'unités, les facteurs de conversion utilisés, la précision et la résolution des données utilisées et les façons d'arrondir sont tous des facteurs à prendre en compte quant au mode de validation et à l'évaluation des résultats.

7.1.3 La conversion entre systèmes d'unités qui est appliquée dans le logiciel doit être conforme à l'Annexe 5 — *Unités de mesure à utiliser dans l'exploitation en vol et au sol*. Le Tableau 7-1 présente les facteurs de conversion les plus couramment utilisés dans le processus de conception de procédures.

Tableau 7-1. Facteurs de conversion courants

<i>Facteur de conversion</i>	<i>Valeur</i>	<i>Source</i>
NM à mètre (m)	1 852,0	Annexe 5, Tableau 3-3
*Pied (ft) à mètre (m)	0,3048	Annexe 5, Tableau 3-3
Mètre (m) à pied (ft)	1 / 0,3048	
Nœud (kt) à m/s	0,514444	Annexe 5, Tableau 3-3
<i>* Il faut prêter attention au facteur de conversion de pieds à mètres qui a été modifié dans l'Amendement n° 13 aux PANS-OPS (Doc 8168), Volume II.</i>		

7.2 VALIDATION DES PARAMÈTRES ET DONNÉES DE BASE

7.2.1 La liste des paramètres et données brutes utilisés pour les calculs dans l'outil doit être fournie et les valeurs des paramètres doivent être aisément accessibles pour les vérifications.

7.2.2 L'Appendice C, Section 1, présente un échantillon représentatif des données brutes qui peuvent être utilisées dans des outils de conception de procédures, ainsi que la valeur de référence (s'il y a lieu) ou la plage de valeurs correspondant à ces éléments.

7.2.3 L'Appendice C, Section 2, présente les valeurs de marge minimale de franchissement d'obstacles (MOC) qui figurent dans les PANS-OPS.

7.3 VALIDATION DE L'ÉLÉMENT DE BASE

7.3.1 Cette section, avec l'Appendice D, fournit certaines lignes directrices pour la validation des calculs qui sont effectués pour construire les aires, ainsi que pour la validation de concepts élémentaires liés à la conception de procédures de vol aux instruments. Certains de ces éléments peuvent être répertoriés dans une fonction de l'outil.

7.3.2 Les fonctions demandent des valeurs pour les données d'entrée et fournissent un résultat. L'outil devrait vérifier que ces valeurs de données et résultats se situent à l'intérieur des limites spécifiées dans les critères. Dans le cas où la fonction admet des valeurs d'entrée hors de ces limites, cette information devrait être mise à la disposition du concepteur de procédures.

7.3.3 Au cours du processus de validation, les calculs ci-après devraient être vérifiés par rapport aux PANS-OPS :

- prise en compte de l'altitude dans le calcul de la vitesse vraie ;
- conversion de vitesse indiquée en vitesse vraie ;
- calcul d'un rayon de virage ;
- calcul de l'effet du vent dans un virage, et dessin correspondant ;
- calcul de la dérive due au vent le long d'une trajectoire rectiligne non guidée, et dessin correspondant ;
- calcul d'une aire de tolérance de repère pour vecteur et à l'intersection, dans le cas de tous les repères connus en navigation conventionnelle ;
- calcul de tolérance d'écart latéral (XTT) et de tolérance d'écart longitudinal (ATT) pour tous types de points de cheminement.

7.3.4 Afin de faciliter l'application de la recommandation ci-dessus, l'Appendice D, Sections 1 à 7, fournit des détails au sujet des critères de référence, valeurs et formules qui correspondent à plusieurs fonctions de base. Il y a aussi dans les Sections 8 à 10 des recommandations au sujet de la détermination de l'approche en ligne directe, des ajustements d'OCH et des calculs de pente et de vitesse verticale de descente.

7.3.5 Au cours du processus de validation, la méthode utilisée pour certains concepts élémentaires où les critères de référence sont particulièrement difficiles à modéliser devrait être décrite sur demande. Exemples : prise en compte de distance oblique (DME, TACAN), calcul d'une vitesse verticale de descente, découpage de l'aire correspondant à un segment et gestion des altitudes.

7.4 VALIDATION DE MODÉLISATION DE CRITÈRES

7.4.1 La validation de modélisation de critères consiste à vérifier que les résultats obtenus par l'emploi de l'outil sont en accord avec les critères. À cette fin, des orientations et des exemples représentatifs sont donnés dans le présent manuel.

7.4.2 Les exemples qui figurent dans le présent manuel sont représentatifs mais ne devraient pas être considérés comme exhaustifs ou recouvrant toutes les situations. Ces exemples sont donnés pour une série particulière de données brutes. Une validation ultérieure pourrait aboutir à des résultats différents si les données brutes avaient changé.

7.4.3 La validation de modélisation de critères doit être basée sur la comparaison de résultats obtenus par l'emploi de l'outil avec des résultats obtenus par application manuelle des critères (dessins, résultats de calculs, etc.) pour des exemples réalistes. Les différences entre ces résultats doivent être identifiées et analysées, afin qu'ils puissent être acceptés ou rejetés, sur la base d'avis donnés par des experts en conception de procédures.

7.4.4 L'analyse des différences doit prendre en compte les sources connues de différences potentielles qui sont énumérées ci-après :

- *Unités (*) utilisées dans les calculs.* Il faut admettre que différents systèmes d'unités peuvent conduire à de légères différences dans les résultats après conversion en un seul système d'unités.
- *Facteurs de conversion entre unités.* L'application d'un facteur strict de conversion réglementairement ou couramment utilisé (par exemple 984,25 ft ou 1 000 ft pour la conversion de 300 m) peut mener à des différences dans les résultats finals.
- *Règles pour arrondir.* Selon la façon d'arrondir (une seule application finale ou des applications intermédiaires), les résultats finals peuvent être légèrement différents.
- *Projection.* La projection utilisée pour l'affichage des résultats peut mener à de légères différences lors de la comparaison des résultats de l'outil avec des résultats manuels.
- *Étapes intermédiaires.* Dans certains outils automatisés, l'affichage du gabarit est commandé mathématiquement par l'ordinateur, alors qu'une conception manuelle comporte habituellement des étapes obligatoires de manipulation graphique (les spirales de vent et le gabarit sont calculés avant d'être dessinés et utilisés pour la construction d'une aire spécifique) ; cela peut conduire à des difficultés pour une comparaison visuelle directe avec un modèle de gabarit.

(*) À noter que le Doc 8168 introduit des ambiguïtés en arrondissant les unités SI en unités non-SI, et vice versa, d'une façon non cohérente (par exemple $300\text{ m} = 1\,000\text{ ft}$).

7.4.5 De plus, il peut y avoir des différences dans les cas où les critères de référence ne sont pas assez explicites, parce que cela peut conduire à des applications différentes (*). Cette situation doit être particulièrement prise en compte

dans le cas de l'automatisation, car les critères de référence initialement conçus pour l'application manuelle peuvent être appliqués à tous genres de cas, même des cas non réalistes.

() Par exemple, la prise en compte de l'altitude pour le calcul de l'incertitude par rapport à la verticale d'une aide de navigation se prête à interprétation et peut conduire à des discordances dans le résultat final.*

7.4.6 L'analyse des différences de résultats finals doit alors être effectuée avec un soin particulier, car il est peu probable que les résultats obtenus avec un logiciel correspondent exactement à des résultats obtenus manuellement ou avec un autre logiciel indépendant. Toutefois, la comparaison doit avoir pour but de déterminer si les différences sont acceptables ou non, vu les sources connues de différences potentielles. L'acceptabilité des différences doit être basée sur la démonstration que les résultats de l'outil fournissent une protection qui est égale ou supérieure à celle que fournirait une conception manuelle ou une conception obtenue avec un outil indépendant antérieurement validé, ou que les différences sont mineures (*) et peuvent être acceptées.

() Il faut reconnaître qu'une meilleure précision de calculs avec des outils logiciels peut, dans certains cas, conduire à des résultats qui sont un peu plus optimistes que des résultats manuels.*

7.4.7 La validation de modélisation de critères doit inclure des tests (comparaison de résultats) pour chaque type de conception, de configuration ou de calcul disponible dans l'outil. Les tests doivent systématiquement préciser :

- les critères de référence, y compris numéro de version (édition des PANS-OPS et numéro d'amendement) ;
- le paragraphe du texte de référence où se trouve la valeur/description ;
- les données d'entrée (données aéronautiques et géographiques, comme il convient) ;
- tous les paramètres de construction ;
- les données d'élément à inclure dans les levés.

Note.— Lorsque des données de terrain sont utilisées dans des tests, les points de données de terrain intervenant dans les calculs doivent être marqués.

7.4.8 Tous les résultats de tests doivent inclure une liste complète des obstacles ou des points de données de terrain les plus importants qui ont été utilisés. Cette liste doit inclure les coordonnées, l'altitude, la MOC requise (s'il y a lieu) et la pénétration (s'il y a lieu). Un fichier de compte rendu devrait être créé pour chaque test. Les coordonnées et positions dans la liste de résultats devraient être transcrites sur le graphique pour être aisément vérifiées.

7.4.9 L'application du processus proposé de validation standard de modélisation est exposée en détail dans les sections qui suivent pour la conception et les configurations (Section 7.5), les calculs de procédures (Section 7.6) et des cas particuliers (Section 7.7). Ces sections incluent une série de tests pour une série représentative de procédures dans le monde entier, avec les données d'entrée correspondantes (informations tant aéronautiques que géographiques) et des résultats détaillés.

7.5 APPLICATION DE LA VALIDATION DE MODÉLISATION DE CRITÈRES À LA CONCEPTION ET À DES CONFIGURATIONS (CONVENTIONNELLES/RNAV)

L'application de la validation de modélisation de critères est basée sur trois éléments cruciaux : connaissance de la réglementation applicable ; expérience en conception de procédures ; expérience pratique de l'outil soumis à la validation. Un processus global amalgamant ces éléments cruciaux peut être suffisant pour la bonne exécution de cette validation. Toutefois, pour réaliser un processus plus formel, une méthodologie étape par étape a été élaborée. Il faut toutefois

reconnaître que la mise en œuvre effective de la validation peut résider dans un équilibre entre le processus global et le processus formel décrit ci-après.

7.5.1 Méthodologie

7.5.1.1 Description

7.5.1.1.1 La méthodologie proposée est non seulement basée sur une comparaison visuelle entre un certain échantillon validé d'une aire de protection de segment et l'aire de protection correspondante obtenue au moyen d'un outil logiciel, mais aussi elle recommande un processus étape par étape défini qui est basé sur la vérification d'éléments et de domaines spécifiques inclus dans la conception de l'aire de protection. L'objectif est d'associer chaque sujet/élément vérifié avec un degré de conformité/d'acceptation (oui/non). À l'intérieur de chacun de ces sujets, une liste de paramètres ou critères doit être évaluée/vérifiée en conformité avec une plage correspondante de valeurs d'entrée/de sortie, s'il y a lieu.

7.5.1.1.2 Cette méthodologie peut être appliquée à tous les aspects de l'application. Il incombe à l'organisme qui effectue la validation de déterminer le niveau de détail dans cette méthodologie.

7.5.1.1.3 La méthodologie requiert l'emploi de l'application à valider ; c'est pourquoi seuls des exemples très génériques sont donnés dans le présent manuel.

7.5.1.2 Domaines de validation

7.5.1.2.1 Il y a quatre domaines de validation ; chacun des domaines correspond à une question appropriée et chaque question mène à un niveau d'évaluation. Il y a quatre niveaux d'évaluation possibles (et exclusifs) :

- oui = l'élément/le sujet est acceptable ;
- non = l'élément/le sujet n'est pas acceptable ;
- inconnu = l'élément/le sujet ne peut pas être évalué ;
- hors de la portée = l'élément/le sujet n'est pas inclus dans la portée de la validation.

7.5.1.2.2 La définition du seuil entre « oui » et « non » relève de l'équipe de validation et devrait être inscrite dans le plan de validation.

7.5.1.2.3 Les domaines décrits ci-après sont considérés comme la série minimale et l'organisme qui effectue la validation est encouragé à élargir les domaines selon les besoins.

Note.— Parmi les domaines, certains ne seront peut-être pas applicables, selon le type d'application (outil expert ou outil auxiliaire).

7.5.1.3 Domaine 1 — Méthodes ou concepts utilisés par l'outil logiciel

La question est la suivante : pour un sujet donné, le modèle est-il conforme aux critères de la réglementation ? Pour répondre à cette question, l'équipe de validation doit investiguer pour déterminer comment le logiciel interprète et utilise les critères de réglementation correspondant à cet élément. Elle doit alors se prononcer au sujet de l'opportunité de la méthodologie utilisée par l'application pour l'élément à évaluer (acceptation = oui/non). Elle doit aussi déterminer si l'outil logiciel fournit assez d'informations satisfaisantes sur sa méthode et les différences potentielles entre cette méthode et la réglementation. Ces informations peuvent être fournies à travers un document numérisé ou sur papier livré par le créateur/fournisseur ou à l'intérieur de l'application à travers des interfaces dédiées (étape par étape ou globalement).

7.5.1.4 Domaine 2 — Données d'entrée

Pour un élément donné, les valeurs proposées qui sont utilisées par l'outil sont-elles applicables à l'égard de l'usage ? Le logiciel, selon son type (outil expert ou auxiliaire), laissera plus ou moins de latitude quant à la forme des valeurs d'entrée qui pourraient être :

- des valeurs verrouillées proposées ;
- des champs d'entrées gérés, c'est-à-dire données d'entrée soumises à des vérifications de cohérence/plausibilité ;
- champs d'entrées non gérés.

Note.— Dans ce domaine, la focalisation doit demeurer sur les valeurs d'entrée et non sur l'interface d'utilisateur.

7.5.1.5 Domaine 3 — Valeurs de sortie

7.5.1.5.1 La sortie est-elle applicable à l'égard de l'entrée ? Ou n'est-elle pas disponible (et ainsi elle ne peut pas être évaluée) ?

7.5.1.5.2 Dans le cas de ce domaine, l'équipe qui effectue la validation doit comparer la sortie en regard des données qui répondent à des conditions de qualité. Si ce résultat n'est pas disponible dans le cas du sujet à évaluer, le niveau d'évaluation ne peut pas être valable.

Note.— Les vérifications effectuées sur ce domaine ne devraient pas empêcher l'équipe qui effectue la validation de contrôler la conception (voir Domaine 4).

7.5.1.6 Domaine 4 — Vérification graphique

7.5.1.6.1 La conception finale proposée est-elle conforme aux critères de référence ? Si elle est possible avec le logiciel, une vérification graphique peut être effectuée par une comparaison de valeurs spécifiques, par exemple :

- valeur angulaire de la tolérance de repère ;
- longueur de la tolérance de repère ;
- valeur angulaire de l'évasement de l'aire ;
- surface d'une aire de protection donnée.

7.5.1.6.2 Les comparaisons peuvent s'effectuer par diverses méthodes, par exemple :

- présentation de page, par des mesures de manipulation, avec emploi d'outils classiques de dessin (règle, compas, etc.) ;
- mesure sur écran à l'aide d'un outil adapté.

7.5.1.6.3 Pour chaque sujet, l'équipe qui effectue la validation devrait créer et inscrire une liste minimale d'éléments pertinents avec des références appropriées.

7.5.1.7 Mise en œuvre pratique

Pratiquement, la validation peut s'effectuer à l'aide de tableaux concernant le sujet à vérifier, comme dans l'exemple suivant :

A SUJET GÉNÉRAL À VÉRIFIER [TITRE]								
A1			Sujet [Identification]				[Courte description]	
A11			Élément ou paramètre [Identification]			Documentation de référence : ex. « Doc 8168, Chapitre XXX »	Version de la documentation : ex. « Amendement XX »	
Domaines	Détails	Niveaux d'évaluation				Observations		
		Oui	Non	Hors de la portée	s. o.			
Méthode/concept								
Données d'entrée								
Données de sortie								
Vérification graphique								
Score								
A12			Élément ou paramètre [Identification]				Documentation de référence : ex. « Doc 8168, Chapitre XXX »	Version de la documentation : ex. « Amendement XX »
Domaines	Détails	Niveaux d'évaluation				Observations		
		Oui	Non	Hors de la portée	s. o.			
Méthode/concept								
Données d'entrée								
Données de sortie								
Vérification graphique								
Score								

7.5.2 Application de la méthodologie

7.5.2.1 La liste qui suit est une compilation exhaustive de fonctions qui idéalement seraient incluses dans un vaste programme de validation. Toutefois, il faut reconnaître que tous les outils ne possèdent pas toutes les fonctions correspondantes. De plus, un programme de validation aussi poussé entraînerait un grand volume de travail qu'il ne serait pas peut-être possible de consacrer au processus de validation.

7.5.2.2 C'est pourquoi la liste doit être considérée comme une liste maximale et il appartient à l'utilisateur du présent manuel de déterminer les éléments de la liste qui correspondent à l'outil dont il s'agit, et de choisir ceux qui sont les plus pertinents pour la validation d'outil dont il s'agit.

7.5.2.3 À moins d'indication contraire, la liste ci-après s'applique tant à la navigation conventionnelle qu'à la navigation basée sur performances :

- en route ;
- arrivées ;

- altitude minimale de secteur (MSA) ;
- TAA (RNAV seulement) ;
- circuits d'attente ;
- inversions et circuits en hippodrome (en conventionnelle seulement) ;
- segment initial d'approche ;
- segment intermédiaire d'approche ;
- segment final d'approche NPA ;
- approche avec guidage vertical (RNAV seulement) ;
- segment de précision ;
- approche interrompue ;
- approche indirecte (conventionnelle seulement) ;
- départs ;
- liaisons entre segments.

7.5.3 Exemples

7.5.3.1 Circuits

Dans l'exemple qui suit, il s'agit d'évaluer l'acceptabilité d'une approche indirecte sur la base des résultats de sortie et de la sortie graphique.

a) *Méthode/concept*

La méthode et les concepts décrits dans la documentation de l'outil (ou autre texte approprié) pour la fonction d'approche indirecte sont répertoriés. Dans cet exemple, la documentation est disponible et jugée acceptable.

OBJET	APPROCHE INDIRECTE
Documentation de référence	Doc 8168 – Volume II – Partie I – Section 4 – Chapitre 7
Version de la documentation	Amendement n° 13

b) *Données d'entrée*

1. Le logiciel demande les valeurs suivantes :

- catégorie d'aéronef ;
- altitude de l'aérodrome ;
- température ;
- type de vent ;
- VI ;
- coordonnées du seuil ;
- angle d'inclinaison latérale.

2. Le tableau ci-dessous inclut les valeurs requises :

Données d'entrée					
Coordonnées THR 16	41° 55' 45",8883 N	012° 25' 40",1264 E			
Coordonnées THR 34	41° 53' 44",6216 N	012° 26' 17",9834 E			
Coordonnées THR 35	41° 54' 31",7435 N	012° 24' 40",2610 E			
Coordonnées THR 17	41° 56' 36",7320 N	012° 24' 11",6239 E			

Coordonnées THR 09	41° 54' 58",2541 N	012° 22' 35",0575 E			
Coordonnées THR 27	41° 54' 46",3514 N	012° 25' 03",2384 E			
Température	ISA + 15				
VI (kt)	100	135	180	205	250
ALT aérodrome (ft)	313				
Angle incl. latérale (°)	19,3	20	20	20	20
CAT d'aéronef	A	B	C	D	E

3. *Vérification de compatibilité de l'entrée.* Vérifier que si une valeur d'entrée n'est pas compatible avec les critères applicables, elle est ou bien rejetée ou bien marquée par un avertissement à l'utilisateur. Dans l'exemple, les données d'entrée étaient compatibles avec les critères, et elles ont donc été intégrées dans l'outil.

	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données d'entrée					
<i>Catégorie d'aéronef</i>	x				
<i>Altitude de l'aérodrome</i>	x				
<i>Température</i>	x				
<i>Type de vent</i>	x				
<i>VI</i>	x				
<i>Coordonnées du THR</i>	x				
<i>Angle d'incl. latérale</i>	x				

c) *Données de sortie*

1. Le calcul avec l'outil aboutit aux résultats résumés dans les données de sortie suivantes :
- VI (V) ;
 - Rayon de virage (r) ;
 - Vitesse du vent (W) ;
 - Rayon à partir du seuil.

CAT d'aéronef	A	B	C	D	E
Données de sortie					
V + W/V (kt)	128	164	210	236	283
R (°/s)	3,00	2,42	1,89	1,68	1,41
r (NM)	0,68	1,08	1,77	2,23	3,20
S SEG (NM)	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Rayon depuis THR (NM)	1,66	2,56	4,04	5,06	7,1
Rayon depuis THR (km)	3,1	4,7	7,5	9,4	13,1

La discordance d'unités entre NM et km doit être notée dans la vérification.

	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données de sortie					
VV	x				
Rayon de virage	x				
Vitesse du vent	x				
Rayon depuis seuil	x				Discordance entre NM et km.

d) *Vérification graphique*

Cette étape consiste à évaluer la sortie graphique, par exemple forme de l'aire, relation avec les seuils, emploi du seuil, mesure des distances (voir Figure 7-1).

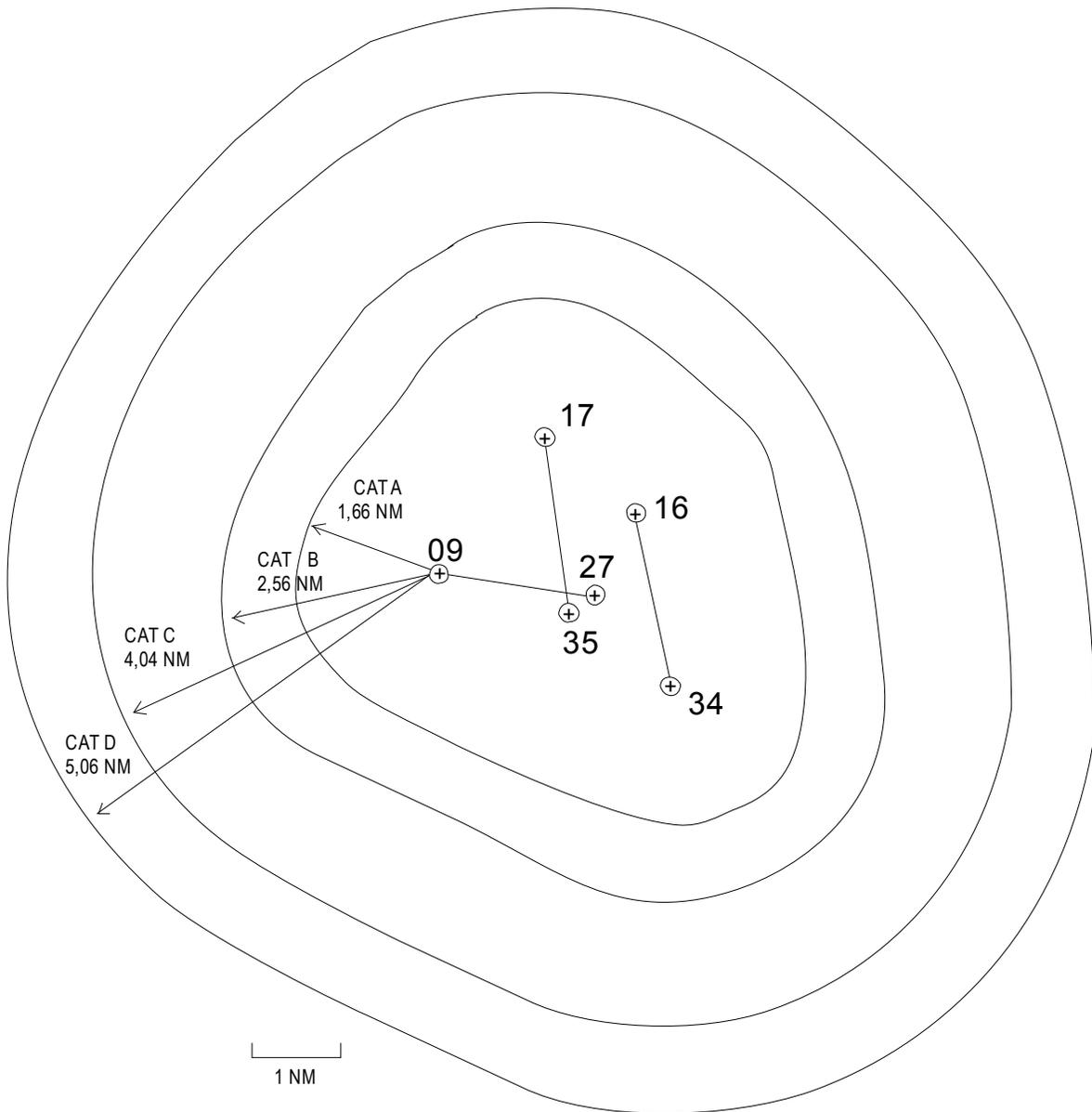


Figure 7-1

Aires d'approche indirecte A-D

	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Vérification graphique	x				

e) Conclusion

Le tableau ci-après résume l'aboutissement de la validation d'approche indirecte.

OBJET	CIRCUIT				
Documentation de référence	Doc 8168 – Volume II – Partie I – Section 4 – Chapitre 7				
Version de la documentation	Amendement n° 13				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Méthode/concept	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données d'entrée					
Catégorie d'aéronef	x				
Altitude de l'aérodrome	x				
Température	x				
Type de vent	x				
VI	x				
Coordonnées du THR	x				
Angle d'inclinaison latérale	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données de sortie					
VV	x				
Rayon de virage	x				
Vitesse du vent	x				
Rayon depuis seuil	x				Discordance entre NM et km.
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Vérification graphique	x				
Conclusion	Cette fonction d'approche indirecte est acceptée.				

7.5.3.2 Circuits d'attente

Dans l'exemple qui suit, il s'agit d'évaluer l'acceptabilité d'une fonction de gabarit d'attente sur la base d'une comparaison de la sortie graphique avec un dessin manuel.

a) *Méthode/concept*

La méthode et les concepts décrits dans la documentation de l'outil (ou autre texte approprié) pour la fonction de gabarit d'attente sont répertoriés. Dans cet exemple, la documentation est disponible et jugée acceptable.

b) *Données d'entrée*

1. Le logiciel demande les valeurs suivantes :

- catégorie d'aéronef ;
- VI ;
- température ;
- type de vent (OACI, statistique, etc.) ;
- temps en éloignement ;
- altitude de protection en attente.

2. *Vérification de compatibilité de l'entrée.* Vérifier que, si une valeur d'entrée n'est pas compatible avec les valeurs applicables, elle est soit rejetée soit marquée par un avertissement à l'utilisateur.

c) *Données de sortie*

Le calcul avec l'outil aboutit aux résultats résumés dans les données de sortie suivantes :

- VV (V) ;
- rayon de virage (r) ;
- vitesse du vent (W).

d) *Vérification graphique*

Dans cette étape, il s'agit d'évaluer la sortie graphique.

À cette fin, un dessin manuel avec les mêmes données d'entrée est construit selon les critères des PANS-OPS (voir ci-dessous). La sortie graphique basée sur logiciel et le dessin manuel sont superposés pour la comparaison.

Les différences notables entre le dessin manuel et la sortie graphique doivent être investiguées et rationalisées (voir 7.4.2).

Pour illustrer le processus ci-dessus, un dessin manuel a été construit selon les calculs et données ci-après.

DONNÉES	
	<i>UNITÉS NON-SI</i>
VI	230 kt
Altitude	14 000 ft
T	1 min
Température	ISA + 15 °C

CALCULS AVEC UNITÉS NON-SI			
Ligne	Paramètre	Formule	Valeur
1	K	Facteur de conversion pour 14 000 ft et ISA + 15 °C (voir Appendice 2 au Volume II, Partie I, Section 2, Chapitre 1)	1,2755
2	V	$V = K VI^*$ * La vitesse vraie peut aussi être déduite de la Partie II, Section 4, Chapitre 1, Appendice A.	293,4 kt
3	v	$v = V / 3 600$	0,0815 NM/s
4	R	$R = 509,26 / V$, ou 3°/s, la plus faible des deux)	1,722°/s
5	r	$r = V / 62,83 R$	2,71 NM
6	h	en milliers de pieds	14
7	w	$w = 2h + 47$	75 kt
8	w'	$w' = w / 3 600$	0,0208 NM/s
9	E ₄₅	$E_{45} = 45w' / R$	0,544 NM
10	t	$t = 60T$	60 s
11	L	$L = v t$	4,89 NM
12	ab	$ab = 5v$	0,41 NM
13	ac	$ac = 11v$	0,90 NM
14	gi1 = gi3	$gi1 = gi3 = (t - 5) v$	4,48 NM
15	gi2 = gi4	$gi2 = gi4 = (t + 21)v$	6,60 NM
16	Wb	$Wb = 5w'$	0,10 NM
17	Wc	$Wc = 11w'$	0,23 NM
18	Wd	$Wd = Wc + E_{45}$	0,77 NM
19	We	$We = Wc + 2E_{45}$	1,32 NM
20	Wf	$Wf = Wc + 3E_{45}$	1,86 NM
21	Wg	$Wg = Wc + 4E_{45}$	2,41 NM
22	Wh	$Wh = Wb + 4E_{45}$	2,28 NM
23	Wo	$Wo = Wb + 5E_{45}$	2,82 NM
24	Wp	$Wp = Wb + 6E_{45}$	3,36 NM
25	Wi1 = Wi3	$Wi1 = Wi3 = (t + 6)w' + 4E_{45}$	3,55 NM
26	Wi2 = Wi4	$Wi2 = Wi4 = Wi1 + 14w'$	3,84 NM
27	Wj	$Wj = Wi2 + E_{45}$	4,38 NM
28	Wk = Wi	$Wk = Wi = Wi2 + 2E_{45}$	4,93 NM
29	Wm	$Wm = Wi2 + 3E_{45}$	5,47 NM
30	Wn3	$Wn3 = Wi1 + 4E_{45}$	5,73 NM
31	Wn4	$Wn4 = Wi2 + 4E_{45}$	6,02 NM
32	XE	$XE = 2r + (t + 15)v + (t + 26 + 195/R)w'$	15,68 NM
33	YE	$YE = 11 v \cos 20^\circ + r(1 + \sin 20^\circ) + (t + 15)v \operatorname{tg} 5^\circ + (t + 26 + 125/ R)w'$	8,31 NM

Le dessin qui en résulte — Figure 7-2 — peut alors être utilisé pour comparaison ultérieure avec la sortie graphique du logiciel selon les mêmes données d'entrée.

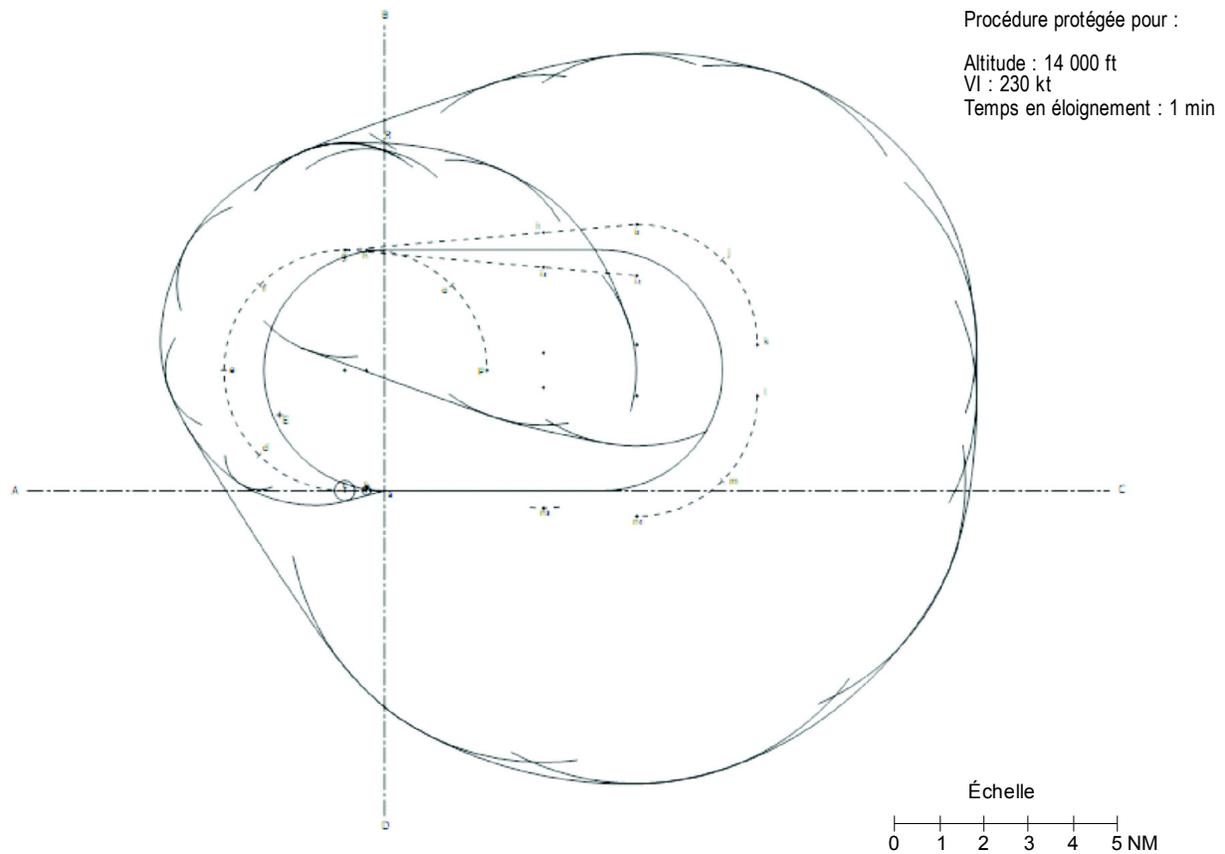


Figure 7-2

L'exemple aboutit à ce qui suit :

OBJET	Circuit d'attente				
Documentation de référence	Doc 8168 [5 ^e édition (2006)] – Volume II – Partie I – Section 4 – Chapitre 2 et Partie II – Section 4				
Version de la documentation	Amendement n° 1				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Méthode/concept	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données d'entrée					
Catégorie d'aéronef	x				
VI	x				Pas de vérification de concordance entre VI et catégorie d'aéronef.
Altitude de protection	x				
Température	x				
Temps en éloignement	x				Avertissement donné si le temps est incompatible avec l'altitude.
Type de vent	x				
Parcours en rapprochement				x	
Direction du virage				x	À prendre en compte.
Type d'aide de navigation				x	
Entrées requises				x	
Altitude de l'aide de navigation				x	
Coordonnées de l'aide de navigation				x	
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données de sortie					
VV	x				
Rayon de virage	x				
Valeur de vent	x				
Gabarit d'attente (graphique)	x				
Aire d'attente de base				x	
Entrées d'attente				x	
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Vérification graphique	x				
Conclusion	Cette fonction est acceptée. Il est recommandé de prendre en compte les deux directions de virage.				
	<i>Note 1.— Des fonctions additionnelles pour fournir aire d'attente de base + entrées sont jugées très souhaitables.</i>				
	<i>Note 2.— Une fonction additionnelle permettant le calcul de l'altitude minimale d'attente est souhaitable.</i>				

7.5.3.3 Inversions et circuits en hippodrome

7.5.3.3.1 *Virage de base.* L'exemple ci-après sert à évaluer l'acceptabilité d'un virage de base d'après les résultats de sortie et la sortie graphique.

a) *Méthode/concept*

La méthode et les concepts décrits dans la documentation de l'outil (ou autre texte approprié) pour la fonction virage de base sont répertoriés. Dans le présent exemple, la documentation est disponible et jugée acceptable.

b) *Données d'entrée*

Le logiciel demande les valeurs suivantes :

- VAR ISA ;
- vitesse indiquée et catégorie d'aéronef ;
- vitesse du vent ;
- angle d'inclinaison latérale ;
- type, coordonnées et altitude de l'aide de navigation ;
- direction du virage ;
- altitude au repère initial ;
- altitude au repère final ;
- trajectoire en rapprochement ;
- temps en éloignement ;
- angle d'entrée.

DONNÉES D'ENTRÉE	
VAR ISA	ISA + 15°
VITESSE INDIQUÉE	250 kt
VITESSE DU VENT	58,826 kt
ANGLE D'INCLINAISON LATÉRALE	25 deg
TYPE D'AIDE DE NAVIGATION	VOR
ALTITUDE DE L'AIDE DE NAVIGATION	0 ft
COORDONNÉES DE L'AIDE DE NAVIGATION	41° 48' 13,751" N 12° 14' 15,029" E
DIRECTION DU VIRAGE	À droite
ALTITUDE AU REPÈRE INITIAL	6 000 ft
ALTITUDE AU REPÈRE FINAL	3 000 ft
TRAJECTOIRE EN RAPPROCHEMENT	305,31 deg
TEMPS EN ÉLOIGNEMENT	90 s
ANGLE D'ENTRÉE	30 deg

c) *Données de sortie*

Le calcul avec l'outil conduit aux résultats résumés dans les données de sortie suivantes :

- distance en rapprochement ;
- trajectoire en éloignement ;
- pentes de descente en rapprochement ;
- pentes de descente en éloignement ;
- altitude de virage ;
- rayon de virage ;
- distance en éloignement.

DONNÉES DE SORTIE	
DISTANCE EN RAPPROCHEMENT	7,01 NM
TRAJECTOIRE EN ÉLOIGNEMENT	86,64 deg
PENTE DE DESCENTE (en rapprochement)	802,49 ft/min
PENDE DE DESCENTE (en éloignement)	1 197,5 ft/min
ALTITUDE DE VIRAGE	4 203,74 ft
RAYON DE VIRAGE	2,462 NM
DISTANCE EN ÉLOIGNEMENT	7,01 NM

d) *Vérification graphique*

Il s'agit ici d'évaluer la sortie graphique, par exemple forme de l'aire, emplacement de l'aide de navigation, emplacement et longueur du parcours en éloignement, et rayon de virage. (Voir Figure 7-3).

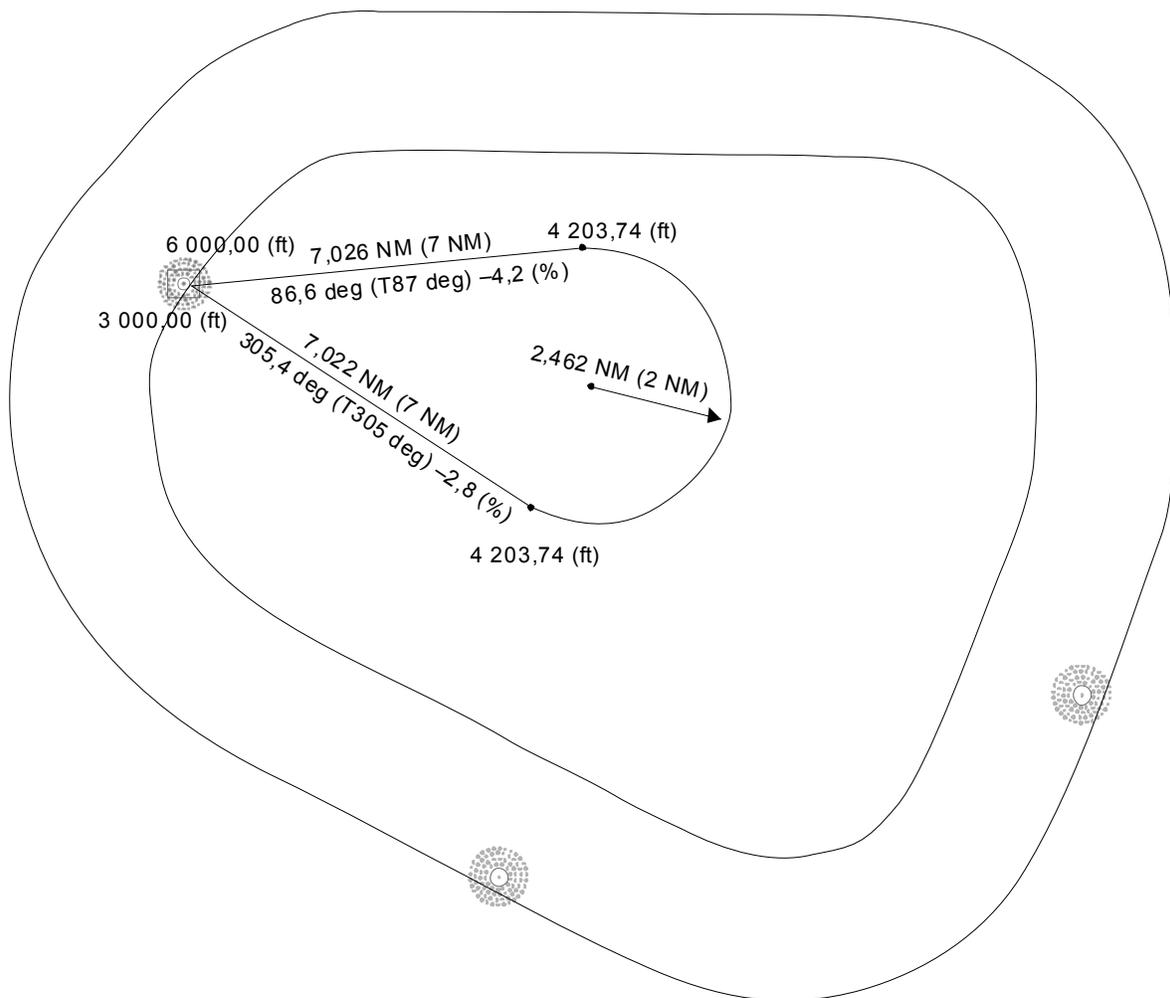


Figure 7-3

e) Conclusion

OBJET	Virage de base sur VOR (avec limitation de temps)				
Documentation de référence	Doc 8168 – Volume II – Partie I – Section 4 – Chapitre 3				
Version de la documentation	Amendement n° 13				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Méthode/concept	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données d'entrée					
VAR ISA	x				
Vitesse indiquée et catégorie d'aéronef	x				
Vitesse du vent	x				
Angle d'inclinaison latérale	x				
Type, coordonnées et altitude de l'aide de navigation	x				
Direction du vol	x				
Altitude au repère initial	x				
Altitude au repère final	x				
Trajectoire en rapprochement	x				
Temps en éloignement	x				
Angle d'entrée	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données de sortie					
Distance en rapprochement	x				
Trajectoire en éloignement	x				
Pentes de descente en rapprochement	x				
Pentes de descente en éloignement	x				
Altitude de virage	x				
Rayon de virage	x				
Distance en éloignement	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Vérification graphique	x				
Conclusion	Ce virage de base sur VOR (avec limitation de temps) est accepté.				

7.5.3.3.2 *Virage conventionnel.* Dans l'exemple ci-après, il s'agit d'évaluer l'acceptabilité d'un virage conventionnel sur la base des résultats de sortie et de la sortie graphique.

a) *Méthode/concept*

La méthode et les concepts décrits dans la documentation de l'outil (ou autre texte approprié) pour la fonction de virage conventionnel sont répertoriés. Dans le présent exemple, la documentation est disponible et jugée acceptable.

b) *Données d'entrée*

Le logiciel demande les valeurs suivantes :

- VAR ISA ;
- vitesse indiquée et catégorie d'aéronef ;
- vitesse du vent ;
- angle d'inclinaison latérale ;
- type, altitude et coordonnées de l'aide de navigation ;
- direction du virage ;
- type de virage conventionnel ;
- altitude au repère initial ;
- altitude au repère final ;
- distance sur parcours en éloignement ;
- distance sur l'axe de procédure ;
- angle de l'axe de procédure.

Le tableau ci-dessous inclut les valeurs requises.

DONNÉES D'ENTRÉE	
VAR ISA	ISA + 15°
VITESSE INDIQUÉE	250 kt
VITESSE DU VENT	58,826 kt
ANGLE D'INCLINAISON LATÉRALE	25 deg
TYPE D'AIDE DE NAVIGATION	VOR
ALTITUDE DE L'AIDE DE NAVIGATION	0 ft
COORDONNÉES DE L'AIDE DE NAVIGATION	43° 48' 37,503" N 11° 12' 5,4128" E
DIRECTION DU VIRAGE	À droite
TYPE	80/260 deg
ALTITUDE AU REPÈRE INITIAL	6 000 ft
ALTITUDE AU REPÈRE FINAL	3 000 ft
DISTANCE EN ÉLOIGNEMENT	6 NM
DISTANCE SUR AXE DE PROCÉDURE	7 NM
ANGLE DE L'AXE DE PROCÉDURE	45 deg

c) *Données de sortie*

Le calcul avec l'outil conduit aux résultats résumés dans les données de sortie suivantes :

- temps sur parcours en éloignement ;
- distance sur parcours en rapprochement ;
- altitude de virage ;
- pentes de descente en éloignement ;
- pentes de descente en rapprochement.

DONNÉES DE SORTIE	
TEMPS SUR PARCOURS EN ÉLOIGNEMENT	76,930 sec
DISTANCE SUR PARCOURS EN RAPPROCHEMENT	12,455 NM
ALTITUDE DE VIRAGE	4 208,69 ft
PENTE DE DESCENTE EN ÉLOIGNEMENT	243,45 ft/NM
PENTE DE DESCENTE EN RAPPROCHEMENT	97,04 ft/NM

d) *Vérification graphique*

Il s'agit ici d'évaluer la sortie graphique, par exemple forme de l'aire, emplacement de l'aide de navigation, emplacement et longueur du parcours en éloignement, direction et configuration du virage. (Voir Figure 7-4.)

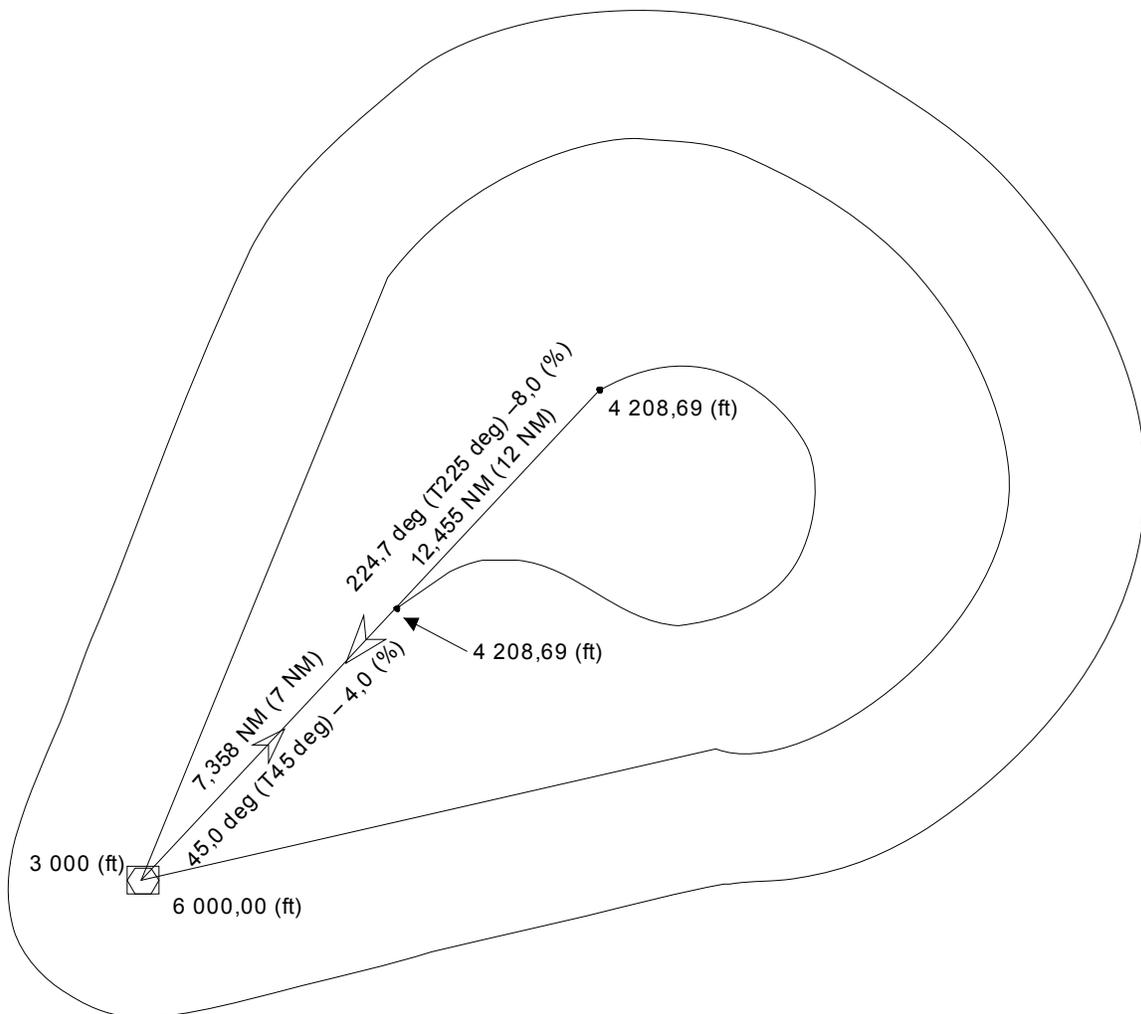


Figure 7-4

e) Conclusion

OBJET	Virage conventionnel sur VOR/DME (avec limitation de distance)				
Documentation de référence	Doc 8168 – Volume II – Partie I – Section 4 – Chapitre 3				
Version de la documentation	Amendement n° 13				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Méthode/concept	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données d'entrée					
VAR ISA	x				
Vitesse indiquée et catégorie d'aéronef	x				
Vitesse du vent	x				
Angle d'inclinaison latérale	x				
Type, coordonnées et altitude de l'aide de navigation	x				
Direction du vol	x				
Type de virage conventionnel	x				
Altitude au repère initial	x				
Altitude au repère final	x				
Distance sur parcours en éloignement	x				
Distance sur axe de procédure	x				
Angle de l'axe de procédure	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données de sortie					
Temps en éloignement	x				
Distance en éloignement	x				
Altitude de virage	x				
Pentes de descente en éloignement	x				
Pentes de descente en rapprochement	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Vérification graphique	x				
Conclusion	Ce virage conventionnel sur VOR/DME (avec limitation de distance) est accepté.				

7.5.3.3.3 Circuit en hippodrome

Dans l'exemple ci-dessous, il s'agit d'évaluer l'acceptabilité d'un circuit en hippodrome sur la base des résultats de sortie et de la sortie graphique.

a) Méthode/concept

La méthode et les concepts décrits dans la documentation de l'outil (ou autre texte approprié) pour la fonction de virage de base sont répertoriés. Dans le présent exemple, la documentation est disponible et jugée acceptable.

b) *Données d'entrée*

Le logiciel demande les valeurs suivantes :

- VAR ISA ;
- vitesse indiquée et catégorie d'aéronef ;
- vitesse du vent ;
- angle d'inclinaison latérale ;
- type, altitude et coordonnées de l'aide de navigation ;
- entrée sur l'installation ;
- direction du vol ;
- altitude au repère initial ;
- altitude au repère final ;
- temps sur parcours en éloignement ;
- angle de parcours d'éloignement.

Le tableau ci-après inclut les valeurs requises.

DONNÉES D'ENTRÉE	
VAR ISA	ISA + 15°
VITESSE INDIQUÉE	240 kt
VITESSE DU VENT	58,826 kt
ANGLE D'INCLINAISON LATÉRALE	25 deg
TYPE D'AIDE DE NAVIGATION	NDB
ALTITUDE DE L'AIDE DE NAVIGATION	0 ft
COORDONNÉES DE L'AIDE DE NAVIGATION	45° 38' 21,922" N 08° 44' 6,8707" E
ANGLE D'ENTRÉE	Omnidirectionnel
DIRECTION DU VOL	À droite
ALTITUDE AU REPÈRE INITIAL	6 000 ft
ALTITUDE AU REPÈRE FINAL	3 000 ft
TEMPS SUR PARCOURS EN ÉLOIGNEMENT	120 sec
ANGLE DU PARCOURS EN ÉLOIGNEMENT	90 deg

c) *Données de sortie*

Le calcul avec l'outil conduit aux résultats résumés dans les données de sortie suivantes :

- Distance sur parcours en éloignement ;
- Distance sur parcours en rapprochement ;
- Altitude de virage ;
- Pentes de descente en éloignement ;
- Pentes de descente en rapprochement.

DONNÉES DE SORTIE	
DISTANCE SUR PARCOURS EN ÉLOIGNEMENT	8,956 NM
DISTANCE SUR PARCOURS EN RAPPROCHEMENT	8,953 NM
ALTITUDE DE VIRAGE	4 181,10 ft
PENTES DE DESCENTE EN ÉLOIGNEMENT	909,448 ft/min
PENTES DE DESCENTE EN RAPPROCHEMENT	590,551 ft/min

d) *Vérification graphique*

Cette étape consiste à évaluer la sortie graphique, par exemple forme de l'aire, emplacement de l'aide de navigation, emplacement et longueur du circuit en hippodrome. (Voir Figure 7-5.)

En outre, une comparaison avec utilisation du *Manuel de gabarit pour procédures d'attente, d'inversion et de circuit en hippodrome* (Doc 9371 de l'OACI) peut être effectuée dans le cadre du processus de validation.

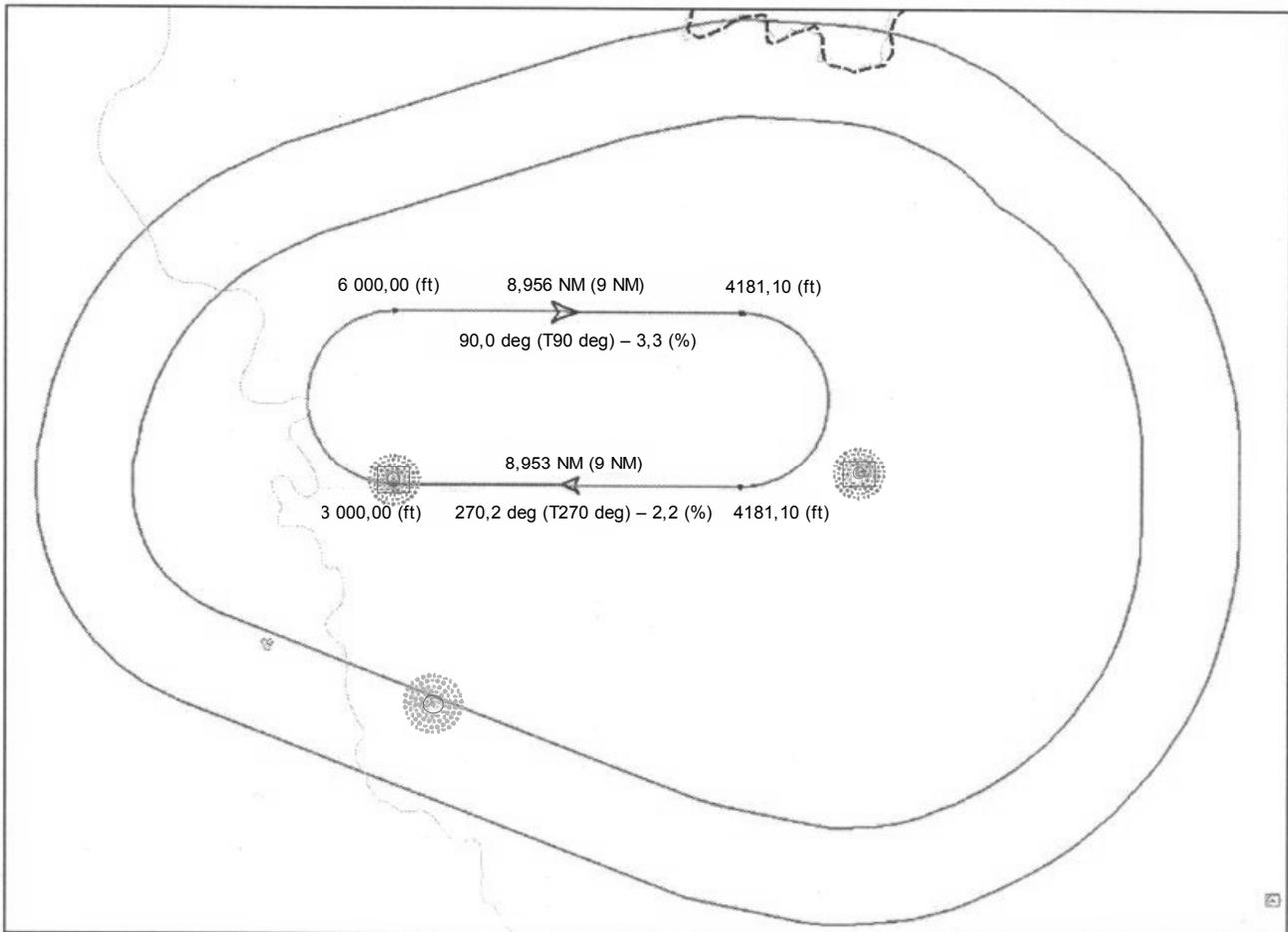


Figure 7-5

e) Conclusion

OBJET	Circuit en hippodrome				
Documentation de référence	Doc 8168 – Volume II – Partie I – Section 4 – Chapitre 3				
Version de la documentation	Amendement n° 13				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Méthode/concept	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données d'entrée					
VAR ISA	x				
Vitesse indiquée et catégorie d'aéronef	x				
Vitesse du vent	x				
Angle d'inclinaison latérale	x				
Type, coordonnées et altitude de l'aide de navigation				x	
Entrée sur l'installation				x	
Direction du vol				x	
Altitude au repère initial				x	
Altitude au repère final				x	
Temps sur parcours en éloignement				x	
Angle du parcours d'éloignement				x	
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données de sortie					
Distance sur parcours en éloignement	x				
Distance sur parcours en rapprochement	x				
Altitude de virage	x				
Pentes de descente en éloignement	x				
Pentes de descente en rapprochement	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Vérification graphique	x				
Conclusion	Ce circuit en hippodrome est accepté.				

7.5.3.4 TAA

Dans l'exemple ci-dessous, il s'agit d'évaluer l'acceptabilité d'une configuration de TAA. Cet exemple inclut seulement la sortie graphique.

a) Méthode/concept

La référence pour une conception de TAA se trouve dans les PANS-OPS, Volume II, Partie III, Section 2, Chapitre 4. Dans le présent exemple, la documentation est disponible et jugée acceptable.

b) Données d'entrée

- type d'approche (T ou Y) ;
- coordonnées d'IAF (en ligne directe, base à droite et à gauche) ;

- coordonnées d'IF ;
- coordonnées de FAF ;
- relèvement de segments initiaux ;
- relèvement de segments intermédiaires et finals ;
- coordonnées et altitude du ou des obstacles/du terrain dans l'aire de TAA (ou fichier eTOD pertinent) ;
- rayon de chaque secteur ;
- rayon de l'arc de palier de descente intérieur (s'il y a lieu).

Note.— À noter que, selon l'outil, les données d'entrée ne requièrent pas nécessairement toutes les rubriques ci-dessus.

c) *Vérification graphique*

La vérification graphique devrait être effectuée par comparaison du dessin manuel (à l'aide de systèmes de CAO ou analogues) avec la sortie du système de conception de procédures de vol. (Voir Figure 7-6.)

Ci-dessous des exemples de données d'entrée et de configuration graphique correspondante pour une TAA.

Type de TAA	Barre en T
Coordonnées d'IAF (1) (en ligne directe)	41° 54' 20,1568" N 012° 37' 01,8645" E
Coordonnées d'IAF (2) (base à gauche)	41° 47' 55,7210" N 012° 33' 03,3757" E
Coordonnées d'IAF (3) (base à droite)	41° 57' 18,8597" N 012° 28' 25,2903" E
Coordonnées d'IF	41° 52' 37,3157" N 012° 30' 44,5025" E
Coordonnées de FAF	41° 50' 54,1296" N 012° 24' 27,4765" E
Relèvement du segment initial (en ligne directe)	250°
Relèvement du segment initial (base à gauche)	339,8°
Relèvement du segment initial (base à droite)	159,7°
Relèvement du segment intermédiaire-final	250°
Coordonnées et altitude d'obstacles/de terrain pour secteur en ligne directe	41° 57' 37,4619" N 012° 52' 05,0609" E 3 000 ft
Coordonnées et altitude d'obstacles/de terrain pour secteur à droite	42° 02' 50,1827" N 012° 10' 57,6461" E 3 500 ft
Coordonnées et altitude d'obstacles/de terrain pour secteur à gauche	41° 36' 09,7808" N 012° 26' 22,0812" E 2 500 ft
Altitude minimale en TAA pour secteur en ligne directe	4 000 ft
Altitude minimale en TAA pour secteur à droite	5 500 ft
Altitude minimale en TAA pour secteur à gauche	3 500 ft

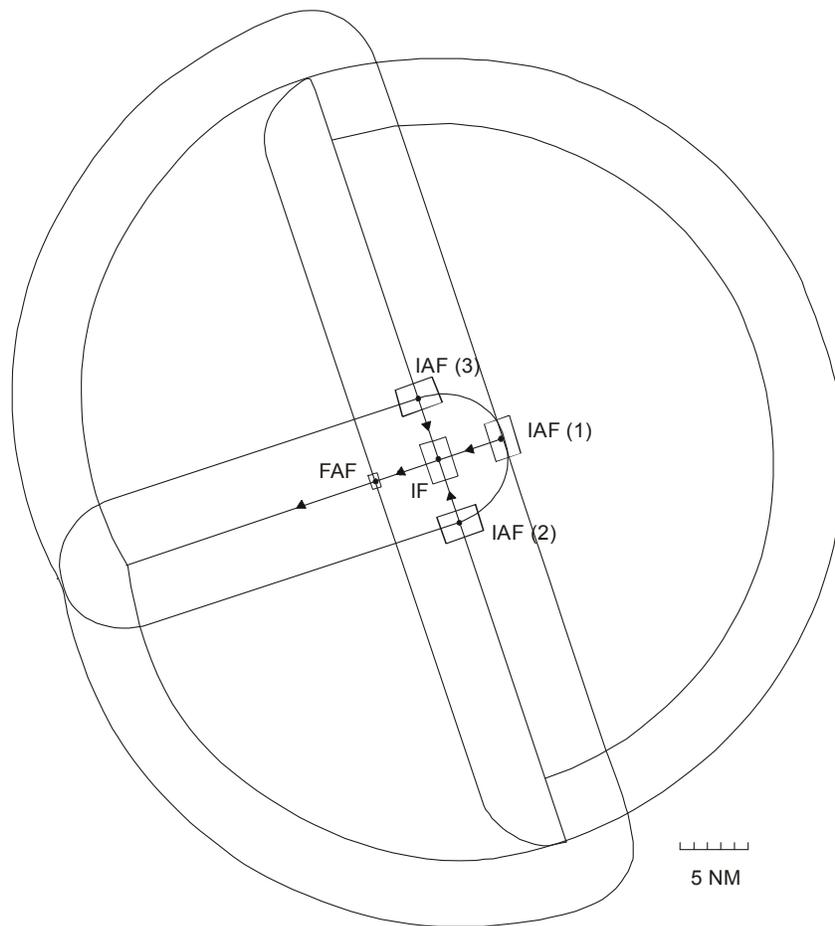


Figure 7-6

d) Conclusion

OBJET	TAA				
Documentation de référence	Doc 8168 – Volume II – Partie III – Section 2 – Chapitre 4				
Version de la documentation	5 ^e édition, 2006				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Méthode/concept	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données d'entrée					
Type de l'approche	x				
Coordonnées d'IAF	x				
Coordonnées d'IF	x				
Coordonnées de FAF	x				
Rayon de l'arc de palier de descente	x				
Relèvement de segments initiaux	x				
Coordonnées et altitude d'obstacles/de terrain	x				

	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données de sortie					
<i>Altitude minimale en TAA</i>	x				
<i>Sortie graphique</i>	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Vérification graphique	x				
Conclusion	La conception de TAA est acceptée.				

7.5.3.5 Segment initial d'approche

Dans l'exemple ci-dessous, il s'agit d'évaluer l'acceptabilité d'un calcul d'aire de segment initial d'approche. Cet exemple n'inclut aucune sortie graphique.

OBJET	Segment initial				
Documentation de référence	Doc 8168 – Volume II – Partie III – Chapitre 4				
Version de la documentation	Amendement n° 13				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Méthode/concept	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données d'entrée					
<i>Catégorie d'aéronef</i>	x				
<i>Plage de VI</i>	x				
<i>Température</i>	x				
<i>Type de vent</i>	x				
<i>Altitude maximale de protection</i>	x				
<i>VI</i>	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données de sortie					
<i>Vitesse du vent</i>	x				
<i>Portée de l'aide de navigation</i>	x				
<i>Tolérance de repère d'approche initiale</i>	x				
<i>Tolérance de repère de terminaison</i>	x				
<i>Acceptabilité des repères</i>	x				
<i>Largeur de l'aire de commencement</i>	x				
<i>Angle d'évasement de l'aire</i>	x				
<i>Largeur de l'aire de terminaison</i>	x				
<i>Largeur d'aire primaire/secondaire</i>	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Vérification graphique				x	Une sortie graphique est recommandée.
Conclusion	La fonction de segment initial est acceptée.				

7.5.3.6 Segment intermédiaire d'approche

Dans l'exemple ci-après, il s'agit d'évaluer l'acceptabilité d'un calcul et dessin d'aire de segment intermédiaire d'approche.

OBJET	Segment intermédiaire				
Documentation de référence	Doc 8168 – Volume II – Partie III – Chapitre 5				
Version de la documentation	Amendement n° 13				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Méthode/concept	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données d'entrée					
Catégorie d'aéronef	x				
Plage de VI	x				
Type de vent	x				
Altitude maximale de protection	x				
VI	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données de sortie					
Vitesse du vent	x				
Portée de l'aide de navigation	x				
Longueur min./max. du segment	x				
Tolérance de repère d'approche intermédiaire	x				
Tolérance de repère de terminaison	x				
Acceptabilité des repères	x				
Largeur de l'aire de commencement	x				
Angle d'évasement de l'aire	x				
Largeur de l'aire de terminaison	x				
Largeur d'aire primaire/secondaire	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Vérification graphique		x			Une sortie graphique est requise.
Conclusion	La fonction intermédiaire n'est pas acceptée avant qu'une sortie graphique puisse être fournie et vérifiée.				

7.5.3.7 Segment final d'approche NPA (conventionnelle)

Dans l'exemple ci-dessous, il s'agit d'évaluer l'acceptabilité d'un calcul d'aire de segment final d'approche NPA. Cet exemple n'inclut aucune sortie graphique.

OBJET	Segment final				
Documentation de référence	Doc 8168 – Volume II – Partie III – Chapitre 6				
Version de la documentation	Amendement n° 13				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Méthode/concept	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données d'entrée					
Catégorie d'aéronef	x				
Plage de VI	x				
Type de vent	x				
Altitude maximale de protection	x				
VI	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données de sortie					
Vitesse du vent	x				
Portée de l'aide de navigation	x				
Longueur min./max. du segment	x				
Tolérance de repère d'approche finale	x				
Tolérance de MAPt		x			La tolérance de MAPt est plus petite que dans les PANS-OPS.
Acceptabilité des repères	x				
Largeur d'aire de commencement	x				
Angle d'évasement de l'aire	x				
Largeur d'aire de terminaison	x				
Largeur d'aire primaire/secondaire	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Vérification graphique				x	
Conclusion	La fonction n'est pas acceptée avant que le problème de tolérance de MAPt soit résolu.				

7.5.3.8 Segment final d'approche NPA sur GNSS en RNAV

a) *Méthode/concept*

La référence pour la conception d'approche NPA sur GNSS en RNAV se trouve dans les PANS-OPS, Volume II, Partie III, Section 1, Chapitre 2. Dans le présent exemple, la documentation est disponible et jugée acceptable.

b) *Données d'entrée*

- coordonnées de seuils ;
- coordonnées de FAF ;
- coordonnées de MAPt.

En outre, pour la plus récente configuration de limite, les données d'entrée ci-après sont prises en compte :

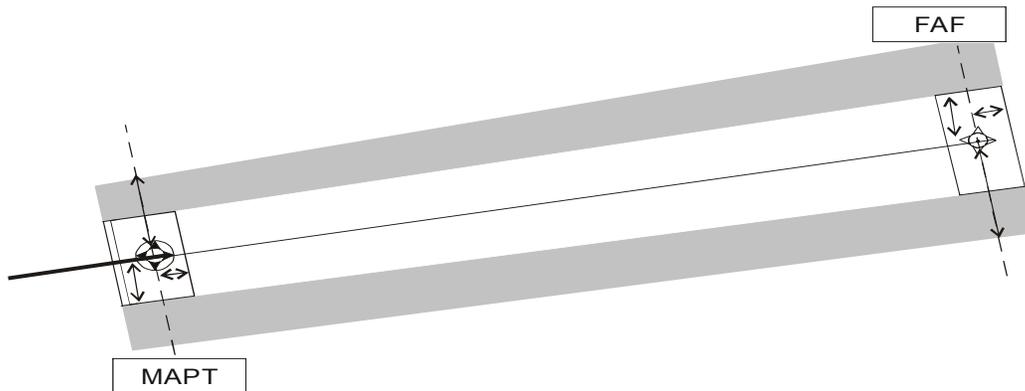
- catégorie d'aéronef ;
- plage de VI ;
- type de vent ;
- altitude maximale de protection.

c) *Données de sortie*

- vitesse du vent ;
- ATT et XTT au FAF ;
- demi-largeur au droit du FAF ;
- demi-largeur au droit du MAPt ;
- largeur d'aire primaire/secondaire ;
- sortie graphique de points de cheminement, segment final, tolérance de repères (ATT/XTT) et aires de protection.

d) *Vérification graphique*

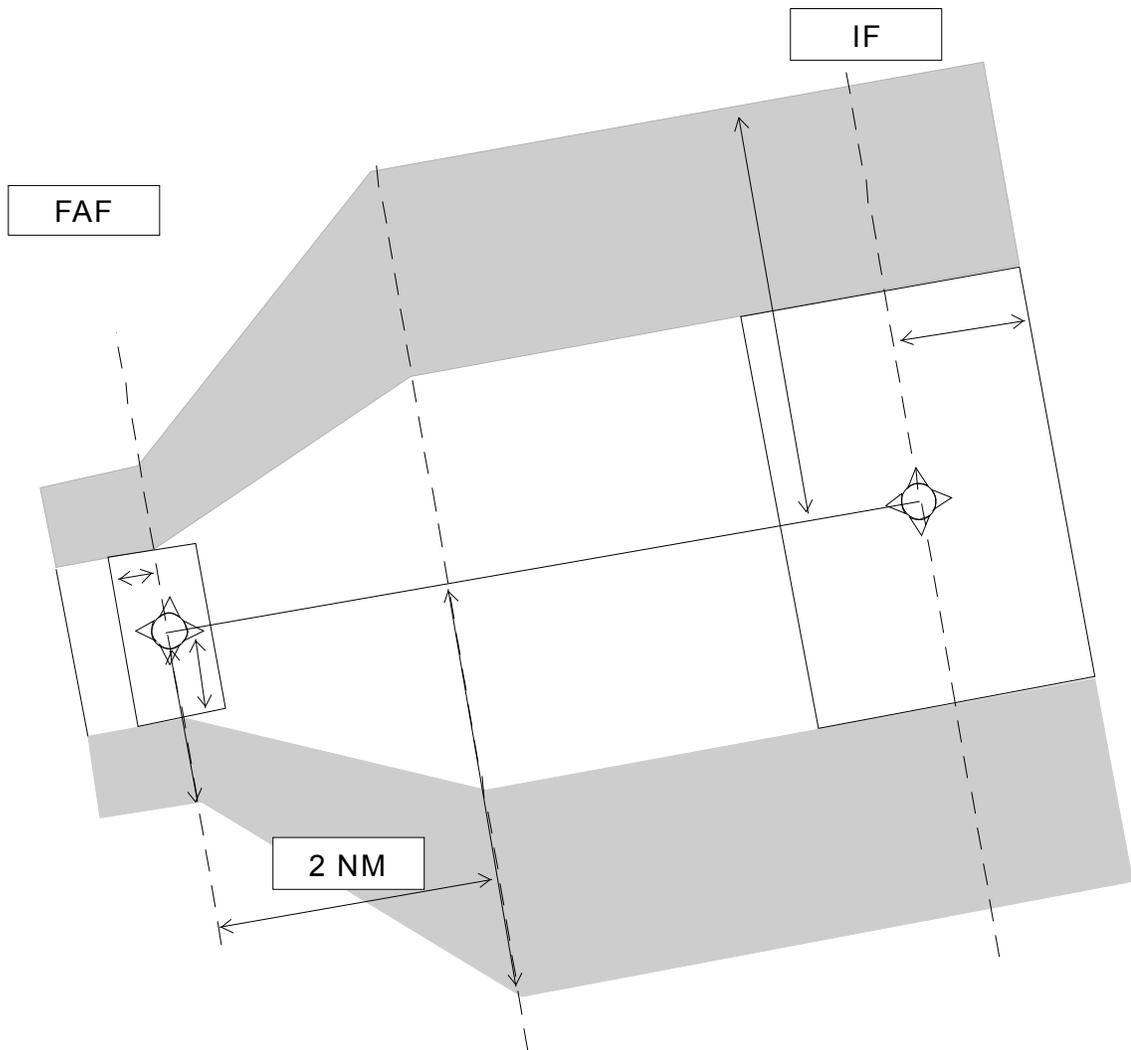
Il s'agit ici d'évaluer les sorties graphiques, la forme des aires de protection, les demi-largeurs d'aires ($\frac{1}{2}$ AW), ATT/XTT pour chaque point de cheminement FAF et MAPt, la longueur minimale/maximale du segment. (Voir Figure 7-7.)



WP	ATT	XTT	$\frac{1}{2}$ AW
FAF	0,3 NM	0,6 NM	1,2 NM
MAPt	0,3 NM	0,5 NM	1,0 NM

Figure 7-7

Le même processus peut s'appliquer à tout autre segment rectiligne d'approche en RNAV, comme le montre la Figure 7-8 dans le cas du segment intermédiaire.



WP	ATT	XTT	½ AW
FAF	0,3 NM	0,6 NM	1,2 NM
IF	1,0 NM	1,5 NM	3,0 NM

Figure 7-8

e) Conclusion

OBJET	Segment final				
Documentation de référence	Doc 8168 – Volume II – Partie III – Section 1 – Chapitre 2				
Version de la documentation	5 ^e édition, 2006				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Méthode/concept	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données d'entrée					
Catégorie d'aéronef	x				
Plage de VI	x				
Type de vent	x				
Altitude maximale de protection	x				
Coordonnées du seuil	x				
Coordonnées du FAF	x				
Coordonnées du MAPt	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données de sortie					
Vitesse du vent	x				
ATT et XTT au FAF	x				
Demi-largeur au droit du FAF	x				
Demi-largeur au droit du MAPt	x				
Largeur d'aire primaire/secondaire	x				
Sortie graphique	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Vérification graphique	x				
Conclusion	La fonction est acceptée.				
	<i>Note. — Les liaisons avec les segments précédent et suivant ne font pas partie de cette fonction.</i>				

7.5.3.9 Approche avec guidage vertical (APV)

Dans l'exemple ci-après, il s'agit d'évaluer l'acceptabilité d'un segment final Baro-VNAV d'APV. Cet exemple n'inclut aucune sortie graphique.

OBJET	Segment final (APV)				
Documentation de référence	Doc 8168 – Volume II – Partie III – Section 3 – Chapitre 4				
Version de la documentation	Amendement n° 13				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Méthode/concept	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données d'entrée					
Altitude du seuil	x				

Altitude de l'aérodrome	x				
Catégorie d'aéronef	x				
VI	x				
RDH	x				
Hauteur de FAP au-dessus du seuil (hauteur de segment intermédiaire)	x				
VPA de calcul	x				
Température minimale probable	x				
MOC en approche intermédiaire	x				
MOC en approche finale	x				
Détecteur	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données de sortie					
Largeur d'aire FAS d'OAS (commencement)	x				
Largeur d'aire FAS d'OAS (terminaison)	x				
Emplacement de FAP/FAF ou point d'intersection de FAS avec MOC du segment précédent	x				
VPA avec correction pour basse température	x				
Coordonnées de RDH	x				
Angle de FAS	x				
Origine de FAS (X_{FAS})	x				
Température minimale publiée	x				
VPA minimal	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Vérification graphique		x			
Conclusion	La fonction n'est pas acceptée avant qu'une capacité de sortie graphique existe et puisse être vérifiée.				

7.5.3.10 Surfaces de segments à vue (VSS)

a) *Méthode/concept*

Le test de validation est destiné à valider les VSS pour les procédures d'approche de non-précision en ligne directe. La référence pour VSS se trouve dans les PANS-OPS, Volume II, Partie I, Section 4, Chapitre 5. Dans le présent exemple, la documentation est disponible et jugée acceptable.

b) *Données d'entrée*

- type de procédure ;
- code de référence de piste ;
- largeur de surface d'approche intérieure ;
- angle de décalage entre trajectoire et axe (s'il y a lieu) ;
- distance de décalage entre trajectoire et axe (s'il y a lieu) ;
- OCH ;

- coordonnées et altitude du seuil ;
- définition du segment final d'approche, y compris angle d'approche ;
- coordonnées et altitude d'obstacles/de terrain (ou fichier eTOD pertinent).

c) *Données de sortie*

- forme de la VSS ;
- obstacle/terrain en pénétration.

d) *Vérification graphique*

Il s'agit ici d'évaluer la sortie graphique. Cela comprend des vérifications de la VSS elle-même, sa position relative par rapport à la piste, éventuellement les obstacles/le terrain en pénétration. (Voir Figure 7-9.)

Note.— La vérification graphique ne sera peut-être pas suffisante pour évaluer la validité du terrain et des obstacles en pénétration dans la surface. Voir à la Section 6.2 des indications additionnelles sur la validation des données de terrain et d'obstacles.

La section ci-après donne un exemple de construction de surface VSS pour une série particulière de données d'entrée.

Données d'entrée	
Type de procédure	NPA en ligne directe
Code de référence de piste	3 ou 4
Angle de décalage entre trajectoire et axe	0
Distance de décalage entre trajectoire et axe	0
Définition du segment final d'approche	Pente 3° Relèvement 267,763°
OCH	350 ft
Coordonnées de THR	41° 29' 04,9576" N, 010° 27' 44,8054" E
Altitude de THR	0 ft
Coordonnées d'obstacle	41° 29' 07,3272" N, 010° 28' 04,4657" E
Altitude d'obstacle	200 ft
Données de sortie	
Hauteur au-dessus du seuil	15 m
Distance du seuil	60 m
Largeur de la base	300 m (150 m de part et d'autre du prolongement de piste)
Évasement	15 % (de part et d'autre du prolongement de piste)
Pente de VSS	1,88°
Terminaison de la surface (distance horizontale depuis THR d'approche jusqu'à terminaison de la VSS)	3 257 m
Pénétration d'obstacle	Oui

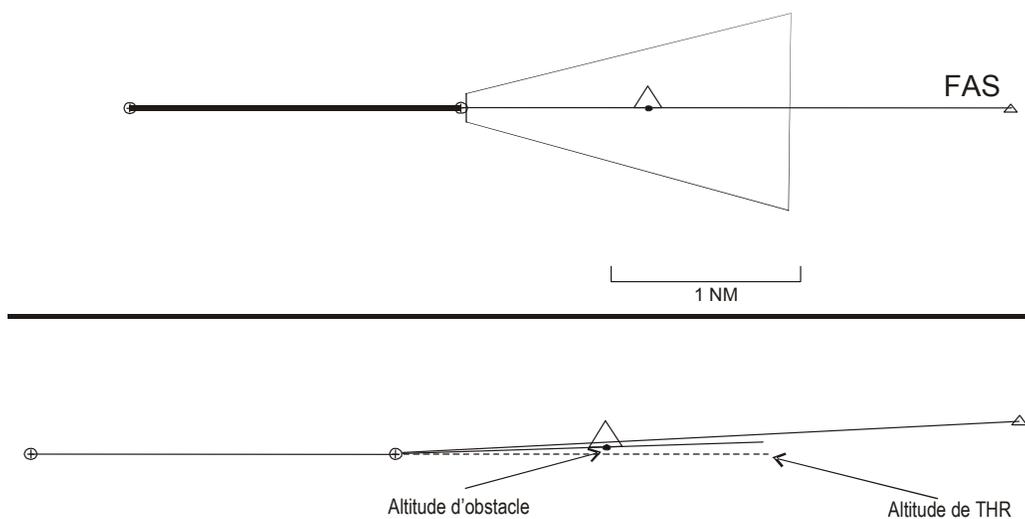


Figure 7-9

e) Conclusion

OBJET	VSS				
Documentation de référence	Doc 8168 – Volume II – Partie I – Section 4 – Chapitre 5				
Version de la documentation	5 ^e édition, 2006				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Méthode/concept	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données d'entrée					
Type de procédure	x				
Code de référence de piste	x				
Largeur de surface d'approche intérieure	x				
Angle de décalage trajectoire/axe	x				
Distance de décalage trajectoire/axe	x				
OCH	x				
Coordonnées et altitude du THR	x				
Segment final d'approche	x				
Sortie d'obstacles	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données de sortie					
Forme de la VSS		x			La VSS n'est fournie que graphiquement.
Terrain/obstacle en pénétration	x				
Sortie graphique	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Vérification graphique	x				
Conclusion	La fonction est acceptée.				
	<i>Note.— Les principales coordonnées tridimensionnelles de la VSS devraient être fournies.</i>				

7.5.3.11 Segment d'approche de précision

Dans l'exemple ci-après, il s'agit d'évaluer l'acceptabilité d'un segment de précision sur système d'atterrissage aux instruments (ILS), selon la méthode de surface d'évaluation d'obstacles (OAS).

Note.— Dans l'exemple ci-après, les OAS sont basées sur un gabarit d'OAS mais elles diffèrent du gabarit car elles sont prolongées jusqu'au FAP.

a) Méthode/concept

1. Dans le présent exemple, la documentation d'outil décrit la méthode employée pour calculer le prolongement d'OAS sur le côté final et sa limitation sur le côté d'approche interrompue. Elle décrit aussi les méthodes d'interpolation employées pour calculer les équations de surfaces planes pour qu'elles correspondent à la distance exacte entre l'antenne de radioalignement de piste (LOC) et le seuil de piste.
2. La méthode et les concepts inclus dans la documentation d'outil, comme il est indiqué ci-dessus, sont jugés acceptables.

b) Données d'entrée

- catégorie d'aéronef ;
- envergure ;
- distance entre antenne d'alignement de descente et roues de l'aéronef ;
- piste choisie et orientation de l'alignement de piste ;
- coordonnées du seuil ;
- altitude du seuil ;
- catégorie d'ILS ;
- coordonnées de l'antenne de LOC (ou distance entre l'antenne de LOC et le seuil choisi) ;
- largeur de faisceau de LOC au seuil ;
- LOC décalé (s'il y a lieu) ;
- angle d'alignement de descente ;
- hauteur de point de repère (RDH) ;
- pente d'approche interrompue ;
- altitude au point d'approche finale (ou distance entre FAP et seuil) ;
- repère d'approche finale (s'il y a lieu) ;
- terminaison du segment de précision (s'il y a lieu).

Note.— À noter que, selon l'outil, les données d'entrée n'incluront pas nécessairement toutes les rubriques ci-dessus.

c) Données de sortie

- système de référence employé pour les coordonnées de points significatifs d'OAS ;
- coordonnées des points spécifiques dénommés C, D, E et C", D", E" ;
- équations des surfaces planes données dans un format spécifique ($z = Ax + By + C$) ;
- altitude des surfaces planes spécifiques en des points demandés ;
- sortie graphique des surfaces OAS.

Note.— Avec des entrées additionnelles (terrain et obstacle), d'autres données de sortie peuvent être fournies, par exemple :

- calcul de l'OCA/H du segment de précision pour chaque catégorie d'aéronef ;
- obstacles omis par l'emploi du FAF ;
- obstacle critique ;
- emplacement (x, y, z) du début de montée (SOC).

d) *Vérification graphique*

Il s'agit ici d'évaluer la sortie graphique, par exemple la forme de l'OAS, l'emplacement de l'antenne du LOC et du FAP, l'emplacement du seuil de piste et l'axe final.

Les sections ci-après donnent un exemple de construction de surface OAS pour une série particulière de données d'entrée :

- catégorie d'aéronef : Cat D ;
- envergure : 32,5 m ;
- distance entre antenne d'alignement de descente et roues de l'aéronef : 7 m ;
- catégorie d'ILS : Cat I ;
- distance entre antenne de LOC et THR d'atterrissage : 2 500 m ;
- largeur de faisceau du LOC au seuil : 210 m ;
- angle d'alignement de descente : 3° ;
- hauteur de point de repère (RDH) : 15 m ;
- pente d'approche interrompue : 2,5 % ;
- altitude au point d'approche finale : 1 500 ft ;
- terminaison du segment de précision : à 1 000 ft au-dessus du TRH ;
- repère d'approche finale : non utilisé.

Les données de sortie sont les suivantes :

- système de coordonnées : système standard x, y, z avec base à l'emplacement du THR (unité : m) ;
- coordonnées des points spécifiques dénommés C, D, E et C", D", E".

	x	y	z
C	281	49	0
D	-286	135	0
E	-900	205	0
C"	10 807	153	300
D"	5 438	967	300
E"	-12 900	3 058	300

- équations des surfaces planes données dans un format spécifique ($z = Ax + By + C$).

Surface	A	B	C
W	0,0285	0	-9,01
X	0,026747	0,176346	-17,60
Y	0,023023	0,201942	-22,33
Z	-0,025	0	-22,50

- altitude des surfaces planes spécifiques en des points demandés :

Surface	x	y	z
W	2 000	250	79,98
X	1 200	1 000	207,24
Y	-1 500	1 000	145,08
Z	-2 500	500	40

e) Conclusion

OBJET	Segment de précision				
Documentation de référence	Doc 8168 – Volume II – Partie II – Section 1 – Chapitre 1				
Version de la documentation	5 ^e édition, 2006				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Méthode/concept	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données d'entrée					
Catégorie d'aéronef	x				
Envergure	x				
Distance antenne d'alignement de descente – roues	x				
Piste choisie et orientation de l'alignement de piste	x				
Coordonnées de THR	x				
Altitude de THR	x				
Catégorie d'ILS	x				
Coordonnées d'antenne de LOC	x				
Largeur de faisceau de LOC	x				
LOC décalé		x			Vérifier la fonction en utilisant un ILS décalé.
Angle d'alignement de descente	x				
RDH	x				
Pente d'approche interrompue	x				
Coordonnées de FAP	x				
Utilisation de FAF		x			
Terminaison de segment de précision	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données de sortie					
Système de référence		x			Vérifier les coordonnées du THR dans ce système.
Coordonnées de points spécifiques	x				
Équation de surfaces planes	x				
Altitude de surfaces planes	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Vérification graphique		x			
Conclusion	La fonction n'est pas acceptée avant qu'une vérification graphique puisse être effectuée.				

7.5.3.12 Approche interrompue

Dans l'exemple ci-après, il s'agit d'évaluer l'acceptabilité d'un calcul d'aire de segment d'approche interrompue en NPA (en ligne directe). Cet exemple n'inclut aucune sortie graphique.

OBJET	Segment d'approche interrompue en non-précision (en ligne directe)				
Documentation de référence	Doc 8168 – Volume II – Partie III – Chapitre 7				
Version de la documentation	Amendement n° 13				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Méthode/concept			x		
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données d'entrée					
Catégorie d'aéronef	x				
Plage de VI	x				
Type de vent	x				
Altitude maximale de protection	x				
VI	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données de sortie					
Vitesse du vent	x				
Portée de l'aide de navigation	x				
Tolérance de MAPt	x				
Tolérance de repère de terminaison	x				
Acceptabilité des repères	x				
Position du SOC	x				
Largeur d'aire de commencement	x				
Angle d'évasement de l'aire	x				
Largeur d'aire de terminaison	x				
Largeur d'aire primaire/secondaire	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Vérification graphique				x	
Conclusion	Le segment d'approche interrompue en NPA n'est pas accepté avant que la documentation sur la méthode et le concept soit fournie et examinée.				

7.5.3.13 Départs

Dans l'exemple ci-après, il s'agit d'évaluer l'acceptabilité d'un départ rectiligne avec ajustement de trajectoire. Cet exemple inclut seulement une sortie graphique.

a) *Méthode/concept*

La référence pour ce type de départ se trouve dans les PANS-OPS (Doc 8168), Volume II, Partie I, Section 3, Chapitre 3 avec Figure I-3-3-2.

Dans le présent exemple, la documentation est disponible et jugée acceptable.

b) *Données d'entrée*

- emplacement de la DER, afin de tracer le départ dans la position correcte ;
- direction de RWY, utilisée avec la pente de calcul de procédure (PDG) pour déterminer le dernier point d'ajustement de trajectoire ;
- PDG, utilisée avec la direction de RWY pour déterminer le dernier point d'ajustement de trajectoire ;
- trajectoire de départ, utilisée pour tracer les bords extérieurs de départ ;
- distance de départ.

c) *Vérification graphique*

Il s'agit ici d'évaluer la sortie graphique, par exemple angles et distances. (Voir Figure 7-10.)

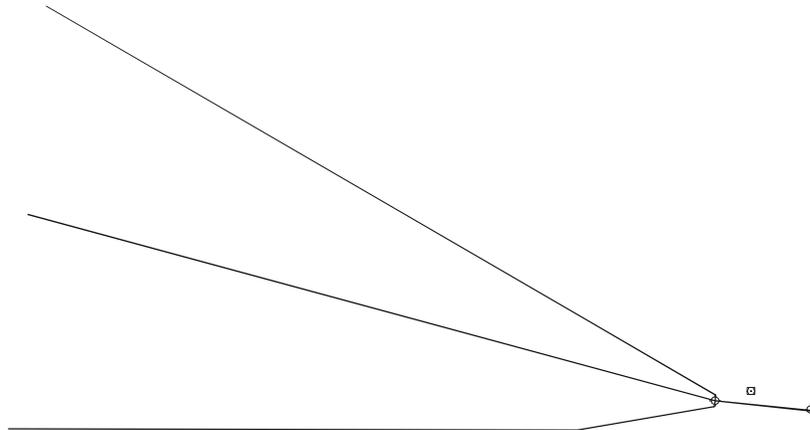


Figure 7-10

d) Conclusion

OBJET	Départ rectiligne (avec ajustement de trajectoire)				
Documentation de référence	Doc 8168 – Volume II – Partie I – Section 3 – Chapitre 3				
Version de la documentation	5 ^e édition, 2006				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Méthode/concept	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données d'entrée					
Emplacement de la DER	x				
Direction de RWY	x				
PDG	x				
Trajectoire de départ	x				
Distance de départ	x				
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Données de sortie				x	Pas de données de sortie (dessin 2-D seulement).
	Oui	Non	Inconnu	Hors de la portée	Observations
Vérification graphique	x				en 2-D seulement.
Conclusion	Le départ (en 2-D) est accepté.				

7.6 APPLICATION DE LA VALIDATION DE MODÉLISATION STANDARD POUR LES CALCULS

- 7.6.1 Les calculs effectués pour obtenir les altitudes de vol (ou pentes) minimales comprennent plusieurs étapes :
- identification des données de terrain et d'obstacles qui sont pertinentes pour le segment ou la procédure dont il s'agit ;
 - application de la MOC pertinente aux données de terrain et d'obstacles précédemment identifiées compte tenu des différences liées aux aires primaires et secondaires ;
 - identification de l'obstacle (ou du terrain) le plus critique et calcul de la MOCA (ou OCA ou PDG) compte tenu des règles pour arrondir figurant dans les PANS-OPS.

7.6.2 Ces étapes devraient être soumises à validation d'une façon identique à celle qui est exposée dans la Section 7.5, comme il convient : évaluation de méthode/concept ; vérifications de données d'entrée et de sortie ; vérifications graphiques.

7.7 CAS PARTICULIERS

7.7.1 Il faut reconnaître que la méthodologie proposée dans le présent manuel n'est pas suffisante pour les fonctions dans lesquelles les tests ne peuvent pas être exécutés par une série de calculs manuels, de vérifications visuelles ou de points cruciaux à soumettre à des levés.

7.7.2 Il en est ainsi dans le cas du CRM et du générateur de bloc de données de FAS.

7.7.3 Dans ces cas particuliers, des processus externes de validation, basés sur des moyens tels que Système logiciel d'assurance de sécurité, sont nécessaires.

Appendice A

TRANSFORMATIONS/CONVERSIONS GÉOGRAPHIQUES

(Référence : Section 5.2)

Le présent appendice contient des tables de transformations entre WGS-84 et divers systèmes courants de référence géodésique, ainsi que des tables de conversion de coordonnées géographiques WGS-84 en coordonnées courantes basées sur des projections. Les tables sont données pour un échantillon de données d'entrée, que l'on peut utiliser dans le processus de validation.

ENTRÉE (WGS-84)		SORTIE (ED50)		MODÈLE DE CONVERSION (paramètres)
Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	
41° 0' 0",0	012°0' 0",0	41° 00' 03",6300	12° 00' 03",5800	régression multiple (Sardaigne)
51° 0' 0"	0° 0' 0",0	51° 00' 03",1417	0° 00' 04",9774	régression multiple (ED50 R.-U.)
40° 0' 0",0	-5°0' 0",0	40° 00' 04",3681	-4° 59' 55",2049	régression multiple (ED50 ouest)

Projection de WGS-84 en mercator transversale universelle (UTM) WGS-84

ENTRÉE WGS-84		ZONE UTM	UTM WGS-84	
Latitude	Longitude		X	Y
39°00'00,00" N	008°00'00,00" W	29	586592,678	4317252,165
54°00'00,00" N	012°00'00,00" E	33	303379,102	5987687,71
72°00'00,00" N	031°00'00,00" E	36	431030,463	7990077,472

WGS-84 en sud-américaine 1969, Argentine

Référence	Ellipsoïde	Latitude	Longitude	Hauteur ellipsoïdale (m)
WGS-84	WGS-84	S40 04 46,02	W071 09 03,22	0
Sud-américaine 1969, Argentine	Sud-américaine 1969	S40 04 44,72	W071 09 00,73	-32

WGS-84 en nord-américaine 1927, Mexique

Référence	Ellipsoïde	Latitude	Longitude	Hauteur (m)
WGS-84	WGS-84	N16 45 25,55	W099 45 13,75	0
Nord-américaine 1927, Mexique	Clarke 1866	N16 45 22,71	W099 45 12,61	16,3

Projection de WGS-84 en conique conforme de Lambert (sud-américaine 1969, Argentine)

Projection cartographique	Ellipsoïde	Latitude	Longitude
WGS-84	WGS-84	S40 04 46,02	W071 09 03,22

Référence	Ellipsoïde	Projection	Vers l'est/Y (m)	Vers le nord/X (m)
Sud-américaine 1969 Argentine	Sud-américaine 1969	Conique conforme de Lambert	-15644582	6594544,1

Appendice B

CALCULS WGS-84

(Référence : Section 5.3)

Le présent appendice contient des tableaux de calculs géodésiques WGS-84 et de résultats pour trois fonctions et pour un échantillon de données d'entrée, que l'on peut utiliser dans le processus de validation. Les trois fonctions sont les suivantes :

a) La *Fonction 1* (« *directe* ») présente des résultats de calculs pour un point défini par azimuth et distance à partir d'un point connu. L'échantillon de données d'entrée inclut :

- les coordonnées du point connu (cellules incluant latitude et longitude décrites devant « données d'entrée »), exprimées en degrés sexagésimaux (*);
- les azimuths de l'échantillonnage (en colonne), exprimés en degrés ;
- les distances de l'échantillonnage (en rangées), exprimées en milles marins ;

(*) degrés sexagésimaux : degrés, minutes et secondes.

Les résultats sont donnés dans les cellules du tableau, avec latitude et longitude du point résultant exprimées en degrés sexagésimaux.

Exemple (l'exemple est en caractères *italiques gras* dans le tableau) : les coordonnées du point défini comme étant à 30° et 10 NM à partir du point défini par (latitude N45°00'00,00", longitude E45°00'00,00") sont :

Latitude : N45°08'39,34" – Longitude : 045°07'03,86" E.

b) La *Fonction 2* (« *inverse* ») présente des résultats de calculs pour l'azimut (avant et arrière) et la distance entre deux points donnés. L'échantillon de données d'entrée inclut :

- les coordonnées du premier point donné (cellules incluant latitude et longitude décrites devant « données d'entrée »), exprimées en degrés sexagésimaux ;
- les coordonnées du deuxième point (dans la colonne devant les points dénommés P1, P2, etc.), exprimées en degrés sexagésimaux.

Les résultats sont donnés dans les cellules du tableau avec azimuth avant et azimuth arrière exprimés en degrés décimaux et la distance exprimée en milles marins.

Exemple (l'exemple est en caractères *italiques gras* dans le tableau) : l'azimut et la distance entre le point défini par (latitude N45°00'00,00", longitude E45°00'00,00") et le point défini par (latitude S000°01'00,00", longitude W000°00'01,00") sont :

Azimut avant 234,88° – Azimut arrière 35,40° – Distance 3598,268 NM

- c) La *Fonction 3* (« *intersection* ») présente les résultats du calcul d'un point défini comme étant à l'intersection de deux lignes géodésiques (chaque ligne géodésique étant définie par deux points appartenant à cette ligne). L'échantillon de données d'entrée inclut :
- les coordonnées des deux points qui définissent la première ligne géodésique (cellules incluant latitude et longitude devant les points P1 et P2), exprimées en degrés sexagésimaux ;
 - les coordonnées des deux points qui définissent la deuxième ligne géodésique (cellules incluant latitude et longitude devant les points P3 et P4), exprimées en degrés sexagésimaux.

Dans le tableau, les résultats sont donnés dans la colonne dénommée « intersection », la latitude et la longitude du point d'intersection étant exprimées en degrés sexagésimaux.

Exemple (l'exemple est en caractères *italiques gras* dans le tableau) : le point P est défini comme étant à l'intersection de la ligne géodésique définie par le point P1 et le point P2 avec la ligne géodésique définie par le point P3 et le point P4. Les données d'entrée sont les coordonnées de P1-P2-P3-P4 :

P1 : latitude S85°00'00,00", longitude W175°00'00,00"
P2 : latitude S80°30'30,00", longitude W170°50'50,00"
P3 : latitude S87°50'50,50", longitude W179°59'59,00"
P4 : latitude S84°55'55,55", longitude W172°30'30,30"

Les résultats sont les coordonnées de P : latitude S69°49'50,99" et longitude W168°22'36,58"
Azimut avant 234,88° – azimut arrière 35,40° – distance 3598,268 NM

Notes importantes

Les paramètres WGS-84 sont ceux qui sont définis dans le *Manuel du système géodésique mondial — 1984 (WGS-84)* (Doc 9674).

Dans les exemples du présent appendice, une ligne géodésique est considérée comme étant une ligne qui s'étend au-delà des points de commencement et de terminaison.

En raison des processus employés pour arrondir, il peut y avoir certaines légères différences (typiquement moins d'un dixième de seconde dans les coordonnées) entre les résultats obtenus par le système automatisé et les résultats présentés dans les tableaux. On peut négliger tout résultat qui diffère du tableau dans les centièmes de seconde (par exemple W168°22'36,56" comparativement à W168°22'36,57").

En raison de leurs caractéristiques particulières, les calculs de valeurs dans les très hautes latitudes (>85 degrés) peuvent nécessiter une attention particulière, avec avis d'experts en géodésie.

Fonction 1 (« Directe »)

ENTRÉE	LATITUDE LONGITUDE	S85 00 00,00 W175 00 00,00	
Azimut/Distance	1	10	100
0	84°59'00,30" S 175°00'00,00" W	84°50'03,04" S 175°00'00,00" W	83°20'30,21" S 175°00'00,00" W
30	84°59'08,28" S 174°54'18,53" W	84°51'20,62" S 174°04'31,14" W	83°30'39,05" S 167°38'41,18" W
60	84°59'30,08" S 174°50'07,84" W	84°54'54,24" S 173°22'46,62" W	83°59'49,28" S 161°08'08,92" W
90	84°59'59,90" S 174°48'35,10" W	84°59'50,13" S 173°05'53,47" W	84°43'58,35" S 156°37'35,26" W
120	85°00'29,77" S 174°50'05,88" W	85°04'50,95" S 173°19'30,52" W	85°35'21,89" S 155°58'57,71" W
150	85°00'51,67" S 174°54'16,57" W	85°08'34,44" S 174°01'14,83" W	86°20'28,02" S 161°53'47,29" W
195	85°00'57,66" S 175°02'57,83" W	85°09'35,94" S 175°30'31,12" W	86°34'29,17" S 177°47'56,73" E
210	85°00'51,67" S 175°05'43,44" W	85°08'34,44" S 175°58'45,18" W	86°20'28,02" S 171°53'47,29" E
225	85°00'42,16" S 175°08'05,43" W	85°06'57,06" S 176°22'38,04" W	85°59'50,64" S 167°57'17,36" E

ENTRÉE	LATITUDE LONGITUDE	N45 00 00,00 E045 00 00,00	
Azimut/Distance	1	10	100
0	45°00'59,99" N 045°00'00,00" E	45°09'59,93" N 045°00'00,00" E	46°39'58,49" N 045°00'00,00" E
30	45°00'51,95" N 045°00'42,29" E	45°08'39,34" N 045°07'03,86" E	46°26'12,46" N 046°12'17,43" E
60	45°00'29,99" N 045°01'13,24" E	45°04'59,31" N 045°12'13,36" E	45°48'52,99" N 047°03'49,61" E
90	44°59'59,99" N 045°01'24,56" E	44°59'59,13" N 045°14'05,59" E	44°58'33,07" N 047°20'53,52" E
120	44°59'30,00" N 045°01'13,22" E	44°54'59,38" N 045°12'11,24" E	44°08'56,12" N 047°00'17,44" E
150	44°59'08,04" N 045°00'42,27" E	44°51'20,22" N 045°07'01,74" E	43°33'02,70" N 046°08'44,98" E
195	44°59'02,05" N 044°59'38,12" E	44°50'20,44" N 044°56'21,76" E	43°23'18,62" N 044°24'30,56" E
210	44°59'08,04" N 044°59'17,73" E	44°51'20,22" N 044°52'58,26" E	43°33'02,70" N 043°51'15,02" E
225	44°59'17,57" N 044°59'00,22" E	44°52'55,34" N 044°50'03,30" E	43°48'35,05" N 043°22'20,85" E

ENTRÉE	LATITUDE LONGITUDE	S000 01 00,00 W000 00 01,00	
Azimut/Distance	1	10	100
0	00°00'00,30" N 000°00'01,00" W	00°09'02,96" N 000°00'01,00" W	01°39'29,60" N 000°00'01,00" W
30	00°00'07,78" S 000°00'28,95" E	00°07'42,18" N 000°04'58,46" E	01°28'01,61" N 000°49'54,24" E
60	00°00'29,85" S 000°00'50,87" E	00°04'01,48" N 000°08'37,68" E	00°49'14,50" N 001°26'26,19" E
90	00°01'00,00" S 000°00'58,89" E	00°01'00,00" S 000°09'57,93" E	00°00'59,98" S 001°39'48,25" E
120	00°01'30,15" S 000°00'50,87" E	00°06'01,48" S 000°08'37,69" E	00°51'14,47" S 001°26'26,23" E
150	00°01'52,22" S 000°00'28,95" E	00°09'42,18" S 000°04'58,46" E	01°28'01,60" S 000°49'54,28" E
195	00°01'58,24" S 000°00'16,50" W	00°10'42,42" S 000°02'36,01" W	01°38'04,09" S 000°25'51,55" W
210	00°01'52,22" S 000°00'30,95" W	00°09'42,18" S 000°05'00,46" W	01°28'01,60" S 000°49'56,28" W
225	00°01'42,64" S 000°00'43,35" W	00°08'06,36" S 000°07'04,51" W	01°12'03,26" S 001°10'36,66" W

Fonction 2 (« Inverse »)

ENTRÉE	LATITUDE LONGITUDE	S85 00 00,00 W175 00 00,00		
2 ^e POINT		Azimut avant	Azimut arrière	Distance
P1	S75 10 10,00 W145 30 30,00	42,47	193,29	648,588
P2	S50 50 50,50 W100 45 45,00	80,37	187,83	2291,496
P3	S27 27 27,00 W75 30 00,00	102,02	185,53	3816,414
P4	S000 01 00,00 W000 00 01,00	174,98	180,44	5700,026
P5	N000 01 00,00 E000 00 01,00	174,98	180,44	5702,017
P6	N20 20 20,20 E020 20 20,20	195,89	178,54	6905,899
P7	N45 00 00,00 E045 00 00,00	223,53	175,12	8317,37
P8	N65 30 30,30 E 130 59 59,59	313,81	171,27	9131,085
P9	N89 59 30,00 W89 00 00,00	0,10	265,91	10499,682

ENTRÉE	LATITUDE LONGITUDE	S000 01 00,00 W000 00 01,00		
2 ^e POINT		Azimut avant	Azimut arrière	Distance
P1	S75 10 10,00 W145 30 30,00	188,54	144,64	6134,191
P2	S50 50 50,50 W100 45 45,00	218,73	98,54	5811,213
P3	S27 27 27,00 W75 30 00,00	241,88	83,34	4635,052
P4	S000 01 00,00 W000 00 01,00	0,00	180,00	0
P5	N000 01 00,00 E000 00 01,00	0,96	180,96	1,99
P6	N20 20 20,20 E020 20 20,20	43,32	227,00	1705,719
P7	N45 00 00,00 E045 00 00,00	35,40	234,88	3598,268
P8	N65 30 30,30 E 130 59 59,59	19,00	308,44	6353,785
P9	N89 59 30,00 W89 00 00,00	359,99	91,00	5401,616

ENTRÉE	LATITUDE LONGITUDE	N45 00 00,00 E045 00 00,00		
2 ^e POINT		Azimut avant	Azimut arrière	Distance
P1	S75 10 10,00 W145 30 30,00	174,73	194,67	8965,814
P2	S50 50 50,50 W100 45 45,00	243,25	91,25	9396,851
P3	S27 27 27,00 W75 30 00,00	269,65	52,90	7810,802
P4	S000 01 00,00 W000 00 01,00	234,88	35,40	3598,268
P5	N000 01 00,00 E000 00 01,00	234,90	35,42	3596,627
P6	N20 20 20,20 E020 20 20,20	227,77	33,99	1918,193
P7	N45 00 00,00 E045 00 00,00	0,00	180,00	0
P8	N65 30 30,30 E 130 59 59,59	33,61	289,43	2914,448
P9	N89 59 30,00 W89 00 00,00	359,99	45,99	2709,324

ENTRÉE	LATITUDE LONGITUDE	N89 59 30,00 W89 00 00,00		
2 ^e POINT		Azimut avant	Azimut arrière	Distance
P1	S75 10 10,00 W145 30 30,00	236,48	0,03	9906,751
P2	S50 50 50,50 W100 45 45,00	191,76	0,00	8442,851
P3	S27 27 27,00 W75 30 00,00	166,50	360,00	7040,705
P4	S000 01 00,00 W000 00 01,00	91,00	359,99	5401,616
P5	N000 01 00,00 E000 00 01,00	91,00	359,99	5399,626
P6	N20 20 20,20 E020 20 20,20	70,66	359,99	4185,953
P7	N45 00 00,00 E045 00 00,00	45,99	359,99	2709,324
P8	N65 30 30,30 E 130 59 59,59	320,01	0,01	1476,595
P9	N89 59 30,00 W89 00 00,00	0,00	180,00	0

Fonction 3 (« Intersection »)

ENTRÉE		
P1	S85 00 00,00 W175 00 00,00	
P2	S80 30 30,00 W170 50 50,00	
P3	P4	Intersection
S84 48 48,48 W175 00 00,00	S87 50 50,50 W 179 59 59,00	85°07'31,82" S 175°13'35,55" W
S82 30 30,30 W172 30 30,30	S 89 59 30,00 W170 00 02,00	83°01'05,99" S 172°30'29,56" W
S87 50 50,50 W 179 59 59,00	S 84 55 55,55 W172 30 30,30	69°49'50,99" S 168°22'36,58" W
S 84 55 55,55 E180 00 00,00	S85 00 00,00 E180 00 00,00	86°48'14,08" S E180 00 00,00
S 89 59 30,00 W170 00 02,00	S78 25 25,25 E175 50 50,50	87°31'31,84" S 175°53'04,51" E

ENTRÉE		
P1	N45 00 00,00 E045 00 00,00	
P2	N36 30 30,30 E046 00 01,01	
P3	P4	Intersection
N43 50 40,30 E035 00 00,00	N50 00 01,01 E036 45 45,45	61°28'22,87" N 041°45'17,87" E

ENTRÉE		
P1	S000 01 00,00 W000 00 01,00	
P2	N002 02 02,02 E004 04 04,00	
P3	P4	Intersection
S05 05 05,05 W005 40 40,40	N00 00 00,00 E00 00 00,00	00°02'15,57" S 000°02'30,74" W
S03 00 40,00 W000 01 00,00	N03 03 03,03 E003 02 02,02	00°59'27,41" N 001°59'48,49" E
N03 03 03,03 E004 30 30,30	S05 05 05,05 W005 40 40,40	00°54'11,35" N 001°49'21,72" E
N05 05 05,00 E000 00 00,50	S05 05 05,05 E004 30 30,30	00°54'59,32" N 001°50'56,85" E

Appendice C

PARAMÈTRES ET DONNÉES DE BASE

(Référence : Section 7.2)

C-1. Données brutes et valeurs de référence pour les calculs de conception de procédures

Constante		Valeur	
PI (Doc 8168, Volume II, Supplément E à la Partie III)		3,1416	
Rayon moyen de la Terre (Doc 9674, manuel WGS-84)		6 378 137 m	
Aplatissement (Doc 9674, manuel WGS-84)		$\frac{1}{298,257223563}$	
g (Doc 8168, Volume II, Supplément E à la Partie III)		9,80665 m/sec ²	
Mille marin (Annexe 5, Tableau 3.3)		1 852,0 m	
Pression de référence pour définir niveaux de vol et QNH (Doc 4444)		1 013,2 hPa	
Pente de montée en approche interrompue (Z) (Doc 8168, Volume II, Partie I, Section 4, Ch. 6)		Valeur par défaut 2,5 % Valeurs additionnelles 2 %, 3 %, 4 %, 5 %	
Perte de hauteur (HL)	CAT A	Altimètre barométrique (m/ft)	Radioaltimètre (m/ft)
		40 (130)	13 (42)
	CAT B	43 (142)	18 (59)
	CAT C	46 (150)	22 (71)
	CAT D	49 (161)	26 (85)
	CAT H	35 (115)	8 (25)
Altitude de l'OIS à la DER (H)		5 m (16 ft)	

C-2. Valeurs de MOC

Les valeurs de MOC incorporées dans le logiciel peuvent être plus élevées que les valeurs données dans le tableau ci-après pour les différents segments de vol.

Segment de vol	Valeur de MOC dans l'aire primaire (pour l'aire secondaire elle sera réduite linéairement depuis la valeur entière jusqu'à zéro sur le bord extérieur de l'aire secondaire)	Régions montagneuses
Segment d'approche initiale	984 ft (300 m)	Au choix du concepteur de procédures
Segment d'approche intermédiaire	492 ft (150 m)	Au choix du concepteur de procédures
Segment d'approche finale de non-précision	246 ft (75 m) ou 295 ft (90 m) dans le cas de procédure sans FAF	Au choix du concepteur de procédures
Segment d'approche interrompue	98 ft (30 m) ou 164 ft (50 m) selon la position de l'obstacle dans l'aire d'approche interrompue	Au choix du concepteur de procédures
Départ	$0,008 * D$ où D est la distance depuis l'obstacle jusqu'à l'extrémité départ de la piste (DER) ou 295 ft (90 m) (la plus grande des deux)	Au choix du concepteur de procédures
Arrivée	984 ft (300 m)	Au choix du concepteur de procédures
En route	984 ft (300 m)	<ul style="list-style-type: none"> • 450 m (1 476 ft) entre 900 m (3 000 ft) et 1 500 m (5 000 ft) • 600 m (1 969 ft) en sus de 1 500 m (5 000 ft)

Appendice D

VALIDATION D'ÉLÉMENTS DE BASE

(Référence : Section 7.3)

D-1. Construction de repères et points de cheminement (WP)

Le tableau ci-dessous décrit les paramètres pour calculer l'aire de tolérance de repère (FTA) pour les repères conventionnels selon le Doc 8168, Volume II, Partie I, Section 2, Chapitre 2 :

Type d'aide de navigation	Angle d'évasement pour la construction de l'aire de protection	Parcours	Intersection	FTA à la verticale de l'antenne
VOR	7,8°	5,2°	4,5°	50°
NDB	10,3°	6,9°	6,2°	40°
LOC	s. o.	2,4°	1,4°	s. o.
DME	s. o.	0,46 km (0,25 NM) + 1,25 % de la distance jusqu'à l'antenne		s. o.

Construction de repères conventionnels

Le tableau ci-après décrit la construction de WP dont il est question dans le Doc 8168, Volume II, Partie III, Section 1, Chapitres 2, 3 et 4.

Dans le tableau ci-après les valeurs ci-dessous ont été utilisées :

D	distance de l'installation de référence jusqu'au WP = $(D1^2 + D2^2)^{1/2}$
FTT	tolérance technique de vol
ST	tolérance de calcul du système
VT	$D1 - D \cos (Q + \alpha)$
DT	$DTT \cos Q$
AVT	$D2 - D \sin (Q - \alpha)$
ADT	$DTT \sin Q$
TSE	erreur totale du système

Pour les paramètres de GNSS, voir Doc 8168, Volume II, Partie III, Section 1, Chapitre 2.

Pour le DME/DME, les paramètres sont ceux du Doc 8168, Volume II, Partie III, Section 1, Chapitre 3.

Pour les paramètres de VOR/DME, voir Doc 8168, Volume II, Partie III, Section 1, Chapitre 4.

Type de WP	XTT (KM/NM)	ATT (KM/NM)
VOR/DME	$\pm(\sqrt{VT^2 + DT^2 + FTT^2 + ST^2})^{1/2}$	$\pm(\sqrt{AVT^2 + ADT^2 + ST^2})^{1/2}$
DME/DME	$\pm(\sqrt{VT^2 + DT^2 + FTT^2 + ST^2})^{1/2}$	$\pm(\sqrt{AVT^2 + ADT^2 + ST^2})^{1/2}$
DME/DME (dans le cas de stations DME mises en service après le 1 ^{er} janvier 1989)	$\pm (TSE^2 + FTT^2 + ST^2)^{1/2}$	$\pm (TSE^2 + ST^2)^{1/2}$
GNSS	7,41/4,00 : IAWP hors du cercle de 30 NM depuis l'ARP d'approche	3,70/2,00 : IAWP hors du cercle de 30 NM depuis l'ARP d'approche
	2,78/1,50 : IAF à l'intérieur du cercle de 30 NM depuis l'ARP d'approche	1,85/1,00 : IAF à l'intérieur du cercle de 30 NM depuis l'ARP d'approche
	2,78/1,50 repère dans le segment initial	1,85/1,00 repère dans le segment initial
	2,78/1,50 IF	1,85/1,00 IF
	1,11/0,60 FAF	0,56/0,30 FAF
	0,93/0,50 MAPt	0,56/0,30 MAPt
	2,78/1,50 repère dans l'approche interrompue situé à l'intérieur du cercle de 30 NM depuis l'ARP d'approche	2,78/1,50 repère dans l'approche interrompue situé à l'intérieur du cercle de 30 NM depuis l'ARP d'approche
7,41/4,00 repère dans l'approche interrompue situé hors du cercle de 30 NM depuis l'ARP d'approche	7,41/4,00 repère dans l'approche interrompue situé hors du cercle de 30 NM depuis l'ARP d'approche	
RNP	Valeur de RNP (de 0,93 km/0,5 NM jusqu'à 0,03 km/0,02 NM)	Valeur de RNP (de 0,93 km/0,5 NM jusqu'à 0,03 km/0,02 NM)

Paramètres pour la construction de points de cheminement en RNAV

D-2. Exemples de résultats de calcul de la VV

Le tableau ci-dessous donne des exemples de résultats de calcul de la VV à différentes altitudes.

VV	Altitude	ISA + 15	VV
160	1000	1,0411	166,569460
160	2000	1,0567	169,079422
160	3000	1,0728	171,645361
160	4000	1,0892	174,268937
160	5000	1,1059	176,951871
160	10000	1,1958	191,321781
185	1000	1,0411	192,595939
185	2000	1,0567	195,498081
185	3000	1,0728	198,464949
185	4000	1,0892	201,498459
185	5000	1,1059	204,600601
185	10000	1,1958	221,215810
210	1000	1,0411	218,622417
210	2000	1,0567	221,916741
210	3000	1,0728	225,284536
210	4000	1,0892	228,727980
210	5000	1,1059	232,249331
210	10000	1,1958	251,109838
230	1000	1,0411	239,443599
230	2000	1,0567	243,051669
230	3000	1,0728	246,740206
230	4000	1,0892	250,511597
230	5000	1,1059	254,368314
230	10000	1,1958	275,025061
240	1000	1,0411	249,854190
240	2000	1,0567	253,619133
240	3000	1,0728	257,468042
240	4000	1,0892	261,403406
240	5000	1,1059	265,427806
240	10000	1,1958	286,982672
250	1000	1,0411	260,264782
250	2000	1,0567	264,186596
250	3000	1,0728	268,195877
250	4000	1,0892	272,295214
250	5000	1,1059	276,487298
250	10000	1,1958	298,940283

Note.— Dans les cas où les PANS-OPS spécifient l'utilisation d'un nombre de Mach au lieu de VV pour la construction d'aires d'attentes (cas particulier d'attente à haute altitude), une aire d'attente conçue avec emploi de VV sans prendre en compte cette partie des critères sera protectrice à l'excès, et la fonction pourra être acceptable même si la conception n'est pas totalement conforme aux critères des PANS-OPS.

D-3. Construction de trajectoire nominale

Le tableau ci-dessous décrit les formules utilisées pour calculer la trajectoire nominale (Doc 8168, Volume II).

Formules pour la construction de trajectoire nominale

Segment	Formule
Taux de virage R (°/sec)	$R = \frac{3431 \operatorname{tg} \alpha}{\pi V}$ où : α = angle d'inclinaison latérale (°) V = VV (kt)
Formule de calcul de vitesse du vent	$W = 12 h + 87$ où : W = vitesse du vent en km h = altitude en milliers de mètres ou $W = 2 h + 47$ où : W = vitesse du vent en kt h = altitude en milliers de pieds
Effet du vent dans le virage pour un changement de cap de 90°	$E = \frac{W}{40R} \text{ km (NM)}$ W = vitesse du vent en km/h ou (kt)
Divergence entre parcours de rapprochement et parcours d'éloignement dans un virage de base	$\phi = \frac{36}{t}$ pour VV inférieure ou égale à 170 kt
	$\phi = \frac{0,215 \cdot TAS}{t}$ pour VV supérieure à 170 kt
	où : t = temps en minutes spécifié pour le parcours d'éloignement VV = VI maximale spécifiée pour la procédure
Effet du vent dans la construction d'aires pour procédures d'inversion	$W = (2 h + 47) \text{ kt}$ où h est en milliers de pieds
Anticipation de virage dans virages par le travers	$Y = r \times \operatorname{tg} (0,5 \times \alpha)$ où : Y = distance d'anticipation de virage r = rayon de virage α = changement d'angle de trajectoire (degrés) $120^\circ \geq \alpha$
Rayon d'aire de protection pour le virage DF	$D = \left(\frac{V}{60} + 1,0\right) t + 1,5NM$ où : t = temps en éloignement, en minutes V = vitesse de l'aéronef en kt D = rayon en NM

D-4. Évaluation d'obstacles dans les procédures de départ

La présente section traite des formules de calcul des obstacles pour les procédures de départ.

Formules pour l'évaluation d'obstacles dans les procédures de départ

Calcul	Formule
Départs avec virage : Obstacles situés dans l'aire de virage	Les obstacles doivent avoir une hauteur inférieure à 90 m (295 ft)
Départs avec virage : Franchissement d'obstacle dans l'aire de virage	$PDG (d_r + d_o) + H - MOC$ où : d_r = distance la plus courte entre obstacle et ligne K-K (m ou ft) d_o = distance horizontale entre DER et ligne K-K (m ou ft) PDG = pente de calcul de procédure qui est promulguée H = comme dans le § 6.1.2 $MOC = 0,008 (d_r + d_o)$ ou 90 m (295 ft) [CAT H 80 m (265 ft)] (la plus grande des deux)
Départs omnidirectionnels	L'altitude de l'obstacle doit être inférieure à : $TNA / H + 0,033 d_o - MOC$ CAT H : $90m + 0,05 d_o - MOC$

D-5. Construction de surfaces ILS/MLS

La présente section traite des formules de construction des surfaces OAS.

Formules pour les procédures d'approche ILS/MLS

Calcul	Formule
Construction de surfaces	$Z = Ax + By + C$ où : A, B, C se réfèrent au Doc 8168, Supplément I à la Partie III
Ajustement de constantes dans le cas de conditions non standard	surface $W = C_w - (t - 6)$
	surface $W^* = C_w^* - (t - 6)$
	surface $X = C_x - B_x \cdot P$
	surface $Y = C_y - B_y \cdot P$
	où : $P = \frac{t}{B_x}$ ou $s + \frac{t-3}{B_x}$ (prendre la valeur maximale)
	où : S = demi-envergure (m) t = distance verticale entre la trajectoire de l'antenne de GP et celle de la partie inférieure des roues (m)
Ajustement du point de référence	$C_{corr} = C + (RDH - 15)$ où : C_{corr} = valeur corrigée du coefficient C pour la surface appropriée C = valeur dans le tableau RDH (m)

D-6. Évaluation d'obstacles dans les approches ILS/MLS

La présente section traite des formules d'évaluation des obstacles dans le cas des approches ILS/MLS.

Formules pour l'évaluation d'obstacles dans les approches ILS/MLS

Calcul	Formule
Hauteur équivalente des obstacles dans l'aire d'approche interrompue	$h_a = \frac{h_{ma} \cotg Z + (900 + x)}{\cotg Z + \cotg \theta}$ <p>où :</p> <p>h_a = hauteur de l'obstacle équivalent en approche h_{ma} = hauteur de l'obstacle en approche interrompue θ = angle d'alignement de descente Z = angle de la surface d'approche interrompue x = distance de l'obstacle par rapport au THR</p> <p><i>Note :</i> Pour CAT H la formule est</p> $h_a = \frac{h_{ma} \cotg Z + (700 + x)}{\cotg Z + \cotg \theta}$
Altitude/hauteur maximale de l'obstacle dans l'approche de précision interrompue en ligne droite	<p>Altitude/hauteur de l'obstacle < $(OCA/H_{ps} - HL) + d_0 \text{ Doc } Z$</p> <p>où :</p> <p>$OCA/H_{ps}$ et HL se rapportent au Doc 8168, Tableau III-2-1-4 et concernent la même catégorie d'aéronef d_0 est mesuré depuis le SOC parallèlement à la trajectoire d'approche interrompue en ligne droite Z est l'angle de la surface d'approche interrompue avec le plan horizontal</p>

D-7. Évaluation d'obstacles dans les approches RADAR

Le présent paragraphe traite les approches RADAR décrites dans les PANS-OPS.

cotg

Formules pour les procédures RADAR

Calcul	Formule
Intersection de la surface de franchissement de l'obstacle et la surface horizontale	$D = \frac{98}{\text{tg } 0,6\theta} - \frac{H}{\text{tg } \theta}$ <p>où :</p> <p>D = distance avant le THR H = hauteur de la trajectoire nominale de descente au-dessus du THR (m) θ = angle nominal de trajectoire de descente (°) $0,6 \theta$ = angle présumé de trajectoire de descente le plus défavorable</p>

D-8. Approche en ligne directe

Si le logiciel aide à déterminer si l'axe final sélectionné est un axe d'approche en ligne directe, il faut vérifier si les critères employés par le logiciel sont conformes au règlement comme il est indiqué dans le Doc 8168, Volume II, Partie I, Section 4, Chapitre 5.

D-9. Ajustement d'OCH

Si le logiciel fournit au concepteur un niveau d'information suffisant pour identifier l'approche en ligne directe, il faut alors vérifier si le logiciel prend en compte une valeur minimale d'OCH par catégorie d'aéronef.

Dans l'affirmative, il faut vérifier si cette valeur minimale est en conformité avec le tableau qui figure dans le Doc 8168, Volume II, Partie I, Section 4, Chapitre 5.

Si le logiciel confirme l'hypothèse qui précède, et s'il prend en compte par calcul ou par intrant la pente nominale du segment final, il faut alors vérifier si le logiciel avertit le concepteur en cas de forte pente et/ou calcule une valeur minimale d'OCH en raison d'une pente finale abrupte selon les critères exposés dans le Doc 8168, Volume II, Partie I, Section 4, Chapitre 5.

La valeur de l'OCH minimale appropriée doit être comparée par le logiciel avec l'OCH obtenue par les levés d'obstacles dans le segment final. Il faut vérifier que l'OCH résultante qui est associée au segment par le logiciel est la valeur la plus élevée.

D-10. Pente et vitesse verticale de descente

Si le logiciel donne à l'utilisateur un calcul de pente, il faut vérifier que cette pente est effectivement calculée entre deux repères le long de la trajectoire à l'étude. Cette pente doit être calculée entre chacune des positions nominales des repères.

Si le segment dont il s'agit dans le calcul est le segment final, alors la pente se calcule entre la position nominale du FAF et le seuil de piste, en supposant que la trajectoire passe à 15 m (50 ft) au-dessus de l'emplacement du seuil.

Si le logiciel calcule la pente de descente, celle-ci doit être calculée en fonction du temps de vol nominal pour une valeur identifiée de VI.

Appendice E

EXEMPLE DE DOCUMENTATION DE VALIDATION

(Référence : Section 4.5)

Nom du logiciel		Système de conception de procédure aux instruments		Version	1.0	
Nom du vérificateur		John Q. Public	Organisme/État	Federal Aviation Administration/États-Unis d'Amérique		
Signature		<i>John Q. Public</i>		Date	16 mai 2007	
Test #	1	Titre	Approche indirecte	Objectif	Valider la construction et l'évaluation d'obstacles de l'aire d'approche indirecte	
Référence Doc.		PANS-OPS, Volume II [<i>Partie I, Section 4, Chapitre 7</i>]				
Test apparenté #		Tests # 7 et 8				
Conditions initiales						
Application libre, avec insertion de la série « A1 » de base de données. Une procédure dénommée Test # 8 finale en ligne directe sur VOR/DME a été créée et stockée.						
Étape	Suite requise		Résultats attendus		Réussite	Échec
1	Aire de CAT A		L'application construit l'aire correctement		x	
2	Évaluation d'obstacles en CAT A		L'application évalue correctement les obstacles		x	
3	Aire de CAT B		L'application construit correctement l'aire		x	
4	Évaluation d'obstacles en CAT B		L'application évalue correctement les obstacles		x	
Observations						
Néant						



ASSURANCE DE QUALITÉ Formulaire de retour d'information

Prière de communiquer par écrit observations, retour d'information ou recommandations pour améliorer le document, ou des suggestions de nouvelles rubriques ou sujets additionnels.

Objet : *Manuel d'assurance de la qualité dans le processus de conception des procédures de vol*
Volume 3 — *Validation du logiciel de conception des procédures de vol*

Destinataire : OACI
Section Gestion du trafic aérien
Direction de la navigation aérienne
999, rue University
Montréal (Québec) H3C 5H7
Canada

Prière de cocher les rubriques appropriées et de reproduire le formulaire en cas de besoin.

- Une erreur (de procédure ou d'imprimerie) a été remarquée dans le paragraphe _____ à la page _____
- Recommande de modifier comme suit le paragraphe _____ à la page _____
(joindre une autre feuille si nécessaire)
- Dans un futur amendement du document, prière d'inclure un texte sur le sujet suivant :
(décrire brièvement le sujet suggéré, avec peut-être un texte recommandé)
- Autres observations :
- LISTE DE PIÈCES JOINTES [prière de mentionner toutes les pièces jointes au présent formulaire] :
- Je souhaite discuter ce qui précède. Veuillez me contacter.

Présenté par (nom, organisme et adresse) : _____

Date: _____

Numéro de téléphone : _____

Adresse courriel : _____

— FIN —

ISBN 978-92-9231-733-1 9



9 7 8 9 2 9 2 3 1 7 3 3 1)